Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

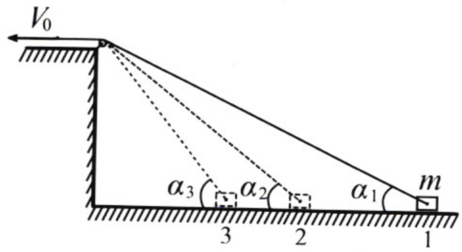
Класс 11

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}.



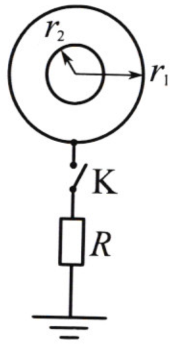
1) Найти скорость V_2 груза при прохождении точки 2.
2) Найти работу лебедки A_{12} при перемещении груза из точки 1 в точку 2.
3) Найти время t_{13} перемещения груза из точки 1 в точку 3.

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.

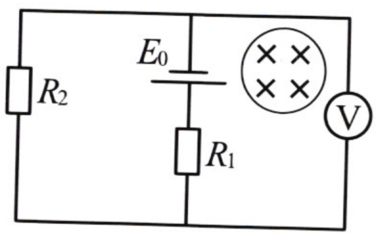
3. Два тонкостенных полых проводящих шара (тонкостенные сферы) с общим центром и радиусами r_1 и r_2 образуют сферический конденсатор (см. рис.). На внешнем шаре находится положительный заряд q, а на внутреннем шаре – положительный заряд Q. Внешний шар соединен с Землей через ключ К и резистор R. Ключ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

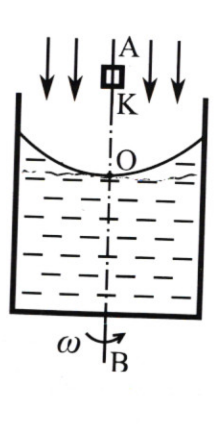
Сопротивление проводов, шаров и Земли не учитывать. Радиусы шаров значительно меньше расстояния между Землей и шарами.

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 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?

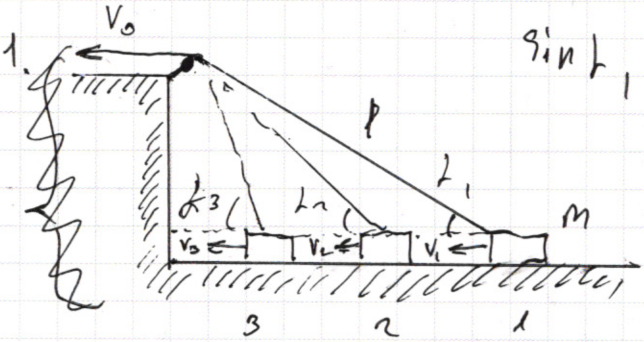
Принять g = 10 м/с^2.

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.



$\sin\alpha_1 = \frac{1}{4}$; $\sin\alpha_2 = \frac{2}{3}$

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

h – высота, на которой находится блок

S – расстояние от блока до груза по горизонтали

l – длина троса от блока до груза.

1) $h^2 + S^2 = l^2$ – кинематическая связь (т. Пифагора) (верёвки не провисают)

Продифференцируем 1 по времени:

2) $2h\dot{h} + 2S\dot{S} = 2l\dot{l}$ $\quad (\dot{h} = 0\ (h = const))$

$S\dot{S} = l\dot{l}$ $\quad \dot{l} = -v_0$ – правая часть троса укорачивается со скоростью v_0

$\dot{S} = -v$ – где v – скорость груза (по горизонтали влево)

3) $-v \cdot S = -v_0 \cdot l$

$v = v_0 \frac{l}{S} = \frac{v_0}{\cos\alpha}$ $\quad \left(\frac{S}{l} = \cos\alpha\right)$

$v = v_0 / \sqrt{1 - \sin^2\alpha}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача 1.

$$V_2 = \frac{V_0}{\sqrt{1-\sin^2\alpha_2}} = \frac{V_0}{\sqrt{1-\frac{4}{9}}} = \frac{3V_0}{\sqrt{5}} = \frac{3\sqrt{5}}{5}V_0$$

$\dot{l} = -V_0$ – l уменьшается во времени линейно

$$\frac{h}{\sin\alpha} = l \qquad h = const$$

$$l_1 = \frac{h}{\sin\alpha_1} = \frac{h}{\frac{1}{4}} = 4h$$

$$l_2 = \frac{3}{2}h \qquad l_3 = \frac{4}{3}h$$

$$(l_1 - l_2) = V_0 t_{12} \ ; \ l_1 - l_3 = V_0 t_{13}$$

$$l_1 - l_3 = 4h\left(1-\frac{1}{3}\right) = V_0 t_{13} \Rightarrow t_{13} = \frac{8h}{3V_0} = \frac{8\cdot 2V_0 t_{12}}{5\cdot 3V_0} =$$

$$l_1 - l_2 = h\left(4-\frac{3}{2}\right) = V_0 t_{12} \Rightarrow h = \frac{2V_0 t_{12}}{5} \qquad = \frac{16}{15}t_{12}$$

$$V_1 = \frac{V_0}{\sqrt{1-\sin^2\alpha_1}} = \frac{4V_0}{\sqrt{15}} = \frac{4\sqrt{15}V_0}{15}$$ – скорость груза в 1.

$$A_{12} = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}\left(\frac{9}{5} - \frac{16}{15}\right) = \frac{11\,mV_0^2}{30}$$

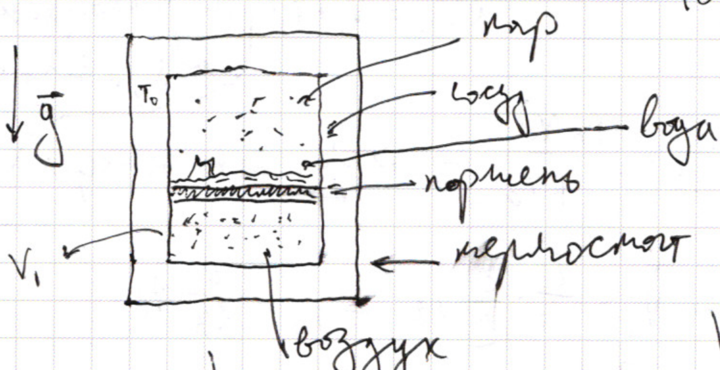
З.С.Э.

Ответ: 1) $V_2 = \frac{3\sqrt{5}}{5}V_0$; 2) $A_{12} = \frac{11}{30}mV_0^2$ 3) $t_{13} = \frac{16}{15}t_{12}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

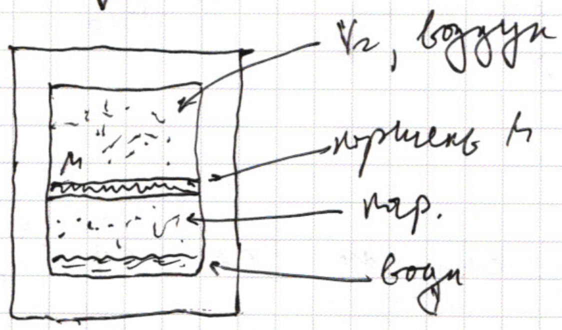
Задача 2. $T_0 = 373K$ ($t_0 = 100°C$) – температура в сосуде (в равновесии)

$m << M$ – масса поршня; m – масса воды



V_1' – нач. объём пара

V_2' – конеч. объём пара



1) $p = p_0 + \frac{p_0}{8} = \frac{9}{8}p_0$ – давление в объёме V_1 (от поршня; насыщенный пар при 100°C)

2) $\frac{9}{8}p_0V_1 = \nu_B RT_0 \Rightarrow \nu_B = \frac{9p_0V_1}{8RT_0}$ $\quad \frac{p_0V_1}{RT_0} = \frac{8}{9}\nu_B$

3) $V_1 + V_1' = V_2 + V_2'$ – сохранение объёма сосуда.

4) $p_0V_1' = \nu_1 RT_0 \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0V_1'}{RT_0}$ – нач. кол-во пара

5) $p_2V_2 = \nu_B RT_0 = \frac{9p_0V_1}{8}$ $\quad p_2V_2 = \frac{9p_0V_1}{8}$

Задача 2.

Если не весь пар сконденсируется, то $P_2 + \frac{P_0}{8} = P_0 \Rightarrow P_2 = \frac{7}{8}P_0$

воздух поршень насыщ. пар в равновесии

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

$V_1 + V_1' = \frac{9}{7}V_1 + V_2' \rightarrow$ если $V_1' < \frac{2}{7}V_1$ то $V_2' = 0$ - весь пар сконденсируется, а воздух займёт весь объём

а $V_2 = V_1 + V_1'$

$V_2' = V_1' - \frac{2}{7}V_1$

6) $P_0 V_2' = \nu_2 R T_0 \Rightarrow \nu_2 = \frac{P_0 V_2'}{RT_0}$ - конеч. кол-во пара

$\nu_2 = \frac{P_0}{RT_0}\left(V_1' - \frac{2}{7}V_1\right) = \nu_1 - \frac{2}{7}\cdot\frac{8}{9}\nu_B = \nu_1 - \frac{16}{63}\nu_B$

$\nu_1 - \nu_2 = \Delta\nu = \frac{16}{63}\nu_B = \frac{\cancel{16}^{2}}{\cancel{63}_{7}}\cdot\frac{\cancel{9}}{\cancel{8}}\frac{P_0 V_1}{RT_0} = \frac{2}{7}\frac{P_0 V_1}{RT_0}$

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

8) в случае, когда конденсируется всё: $\Delta\nu = \nu_1$

и $\Delta m = \mu\nu_1 = \frac{\mu P_0 V_1'}{RT_0}$

~~остальной пар~~ воздух и оставшийся пар при той же температуре

9) $\Delta U = \cancel{m} L\Delta m$ - внутренняя энергия стала меньше на энергию сконденсировавшегося пара

$\Delta U = \frac{-2L\mu P_0 V_1}{7RT_0}$ / $\Delta U = -\frac{L\mu P_0 V_1'}{RT_0}$ - всё сконденсировалось

Ответ: 1) $V_2 = \frac{9}{7}V_1$; 2) $\Delta m = \frac{2\mu P_0 V_1}{7RT_0}$; 3) $\Delta U = \frac{-2L\mu P_0 V_1}{7RT_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

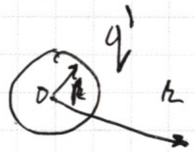
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

ε_0 – диэлектр. постоянная

1) Рассмотрим заряженную сферу радиуса R':

$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$



r – радиальная координата.

	$r \leq R$	$r > R$
$E(r)$	0	Kq'/r^2
$\varphi(r)$	$\frac{Kq'}{R'} = const$	$\frac{Kq'}{r}$

→ при нормировке $\varphi(\infty) = 0$

Внешняя сфера заземлена, а внутренняя находится только в собственном поле, так что:

2) $\varphi_2 = \frac{KQ}{r_2}$ – потенциал внутренней сферы

3) $\varphi_1 = 0 = \frac{KQ}{r_1} + \frac{Kq_1}{r_1} \Rightarrow q_1 = -Q$

(пот. внеш. сф.) от внутренней

4) $w = \frac{E^2\varepsilon_0}{2}$ – плотность энергии электрического поля

5) разобьём полость на элементарные по объёму сферические слои: $dV = 4\pi r^2 dr$

6) $W_1 = \int_{V_1} w\,dV = \int_{r_2}^{r_1} \frac{E^2\varepsilon_0}{2}\cdot 4\pi r^2 dr = \int_{r_2}^{r_1} \frac{4\pi r^2 \varepsilon_0 Q^2}{2\cdot r^4 \cdot 16\pi^2\varepsilon_0^2} dr$

7) $E = \frac{KQ}{r^2}$ – поле от внутренней сферы в полости (от внешней – 0)

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача 6.

6) $W_1 = \int_{r_2}^{r_1} \frac{Q^2}{2\cdot 4\pi\varepsilon_0 r^2}\,dr = \frac{kQ^2}{2}\int_{r_2}^{r_1}\frac{dr}{r^2} = \frac{kQ^2}{2}\left(-\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)$

$W_1 = \frac{kQ^2}{2}\left(\frac{r_1-r_2}{r_1 r_2}\right) = \frac{kQ^2(r_1-r_2)}{2r_1r_2}$

7) Поле между сферами останется после замыкания К неизменным, а поле снаружи полностью исчезнет:

$E_{\text{наруж.}} = \frac{k}{r^2}(Q-Q)=0$

8) $E'(r)=\frac{kQ}{r^2}+\frac{kq}{r^2} = \frac{k(Q+q)}{r^2}$ – поле вне сфер до замыкания

9) $W_2 = \int_{r_1}^{\infty}\frac{E'^2\varepsilon_0}{2}\cdot 4\pi r^2\,dr = \frac{k(Q+q)^2}{2}\left(-\underbrace{\frac{1}{\infty}}_{0}+\frac{1}{r_1}\right) =$

$= \frac{k(Q+q)^2}{2r_1}$ – энергия поля в пространстве вне сфер до замыкания ключа

10) $W = W_2 = \frac{k(Q+q)^2}{2r_1}$ – очевидно, что со временем поле вне сфер занулится, а его энергия перейдёт в тепло на резисторе R.

Ответ: 1) $q_1=-Q$; 2) $W_1 = \frac{kQ^2(r_1-r_2)}{2r_1r_2}$; 3) $W = \frac{k(Q+q)^2}{2r_1}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

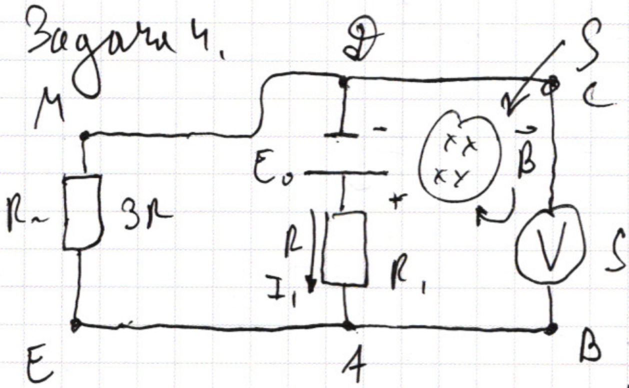
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.



→ вольтметр и R_2 в первом случае можно заменить на эквивалентный резистор R'

1) $E_0 = I_1(R_1 + R')$ ← $\frac{d\Phi}{dt} = 0$ = нет $\mathcal{E}_{инд.}$

2) $R' = \frac{R_V R_2}{R_2 + R_V} = \frac{5R \cdot 3R}{(5+3)R} = \frac{15}{8} R$

$\frac{E_0}{I_1} = R\left(\frac{15}{8} + 1\right) = \frac{23}{8} R \Rightarrow I_1 R = \frac{8}{23} E_0$

3) $I_1 R' = V_1 = I_1 \cdot \frac{15}{8} R = \frac{8}{23} E_0 \cdot \frac{15}{8} = \frac{15}{23} E_0$

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

4) $\mathcal{E}_{инд.} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{S\,dB}{dt} = KS$ — З. Фарадея

← в данном случае $\mathcal{E}_{инд}$ сонаправлена с E_0 и выбранным обходом

5) I_2 – ток через R_2, I_V – ток через вольтметр

6) Контур AEMD: $E_0 = (I_V + I_2)R_1 + I_2 R_2$ $\quad V_2 = I_V R_V$

7) Контур ABCD: $E_0 + KS = (I_V + I_2)R_1 + \underbrace{I_V R_V}_{V_2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача 4.

$$KS = I_V R_V - I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I_V R_V - KS}{R_2} = \frac{I_V \cdot 5R - KS}{3R}$$

$$E_0 = 6 I_V R + I_2 R = 6 I_V R + \frac{5}{3} I_V R - \frac{KS}{3}$$

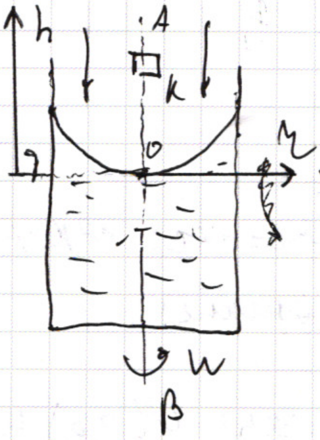
$$E_0 + \frac{KS}{3} = \frac{23}{3} I_V R \Rightarrow I_V R = \frac{3}{23} E_0 + \frac{KS}{23}$$

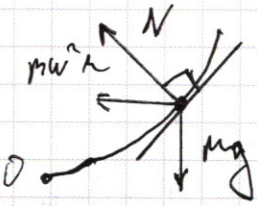
$$V_2 = I_V \cdot 5R = \frac{15}{23} E_0 + \frac{5}{23} KS = \frac{5}{23}(KS + 3E_0)$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{13}{23} E_0$; 2) $V_2 = \frac{5}{23}(KS + 3E_0)$

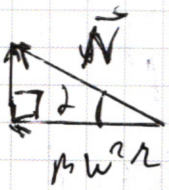
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.

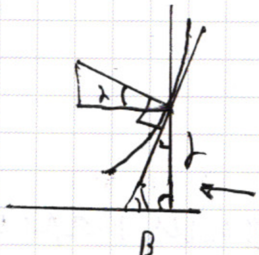




– рассмотрим элементарно малый кусочек жидкости, как бы лежащий на поверхности всей остальной жидкости, со стороны которой на него действует сила нормальной реакции N. N компенсирует силу тяжести по вертикали, и задаёт центростремительное ускорение по горизонтали:



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



β – угол между касательной к оr (к поверхности)

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{ctg}\alpha = \frac{\omega^2 r}{g}$$

Поверхность (в плоскости рисунка) задаётся некоторой кривой $h(r)$

$$h'(r) = \operatorname{tg}\beta = \frac{\omega^2}{g} r \text{ – тогда,}$$

$$h(r) = \int \frac{\omega^2}{g} r\,dr = \frac{\omega^2 r^2}{2g} + C \Rightarrow \text{поверхность воды – параболоид}$$

Задача 5.

Пусть O – точка отсчёта координат h, r.

$$h(r)=0=\frac{\omega^2\cdot 0}{2g}+C=C \Rightarrow C=0$$

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

В точке O кривая $h(r)$ может касаться некоторой окружности, описываемой уравнением:

$r^2+(h-R)^2=R^2$ – (её принадлежит $O(0,0)$ и из симметрии нет сдвига по r)

Продифференцируем по r:

$$\cancel{2}r+\cancel{2}(h-R)h'=0 \Rightarrow h'=-\frac{r}{h-R}.$$

В точке касания производные должны совпасть:

$$-\frac{\cancel{r}}{h-R}=\frac{\omega^2 \cancel{r}}{g} \Rightarrow -\frac{g}{\omega^2}=h-R=|h=0|=-R \Rightarrow$$

$\Rightarrow R=\frac{g}{\omega^2}$ – радиус кривизны $h(r)$ в O.

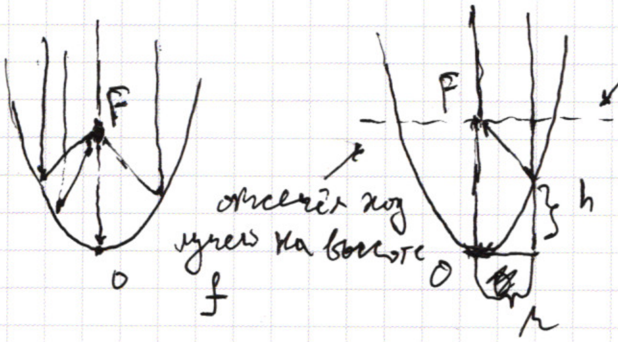
$$R=\frac{10\ м/с^2}{16\ \frac{1}{с^2}}=\frac{5}{8}\ м.$$

Солнечные лучи можно считать падающими параллельно друг другу и $\vec{g}$.

Лучи сфокусируются после отражения в некоторой точке F, создавая изображение солнца:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.



$OF = f$ - фокусное расстояние (от O до изображения)

Лучи, отражаясь от поверхности, фокусируются, значит мы можем воспользоваться принципом таутохронизма: $(n=1)$

$2f$ - туда и обратно

$$\cancel{2}f = \cancel{f} - h + \sqrt{r^2+(f-h)^2}$$

$$f = -h + \sqrt{r^2+f^2+h^2-2fh} \Rightarrow \cancel{f^2}+\cancel{h^2}+2fh = r^2+\cancel{f^2}+\cancel{h^2}-2fh$$

$$4fh = r^2$$

$$f = \frac{r^2}{4h} = \frac{\cancel{r^2}\cdot 2g}{4\cdot\omega^2\cancel{r^2}} = \frac{g}{2\omega^2} = \frac{R}{2} = \frac{5}{16}\text{ м.}$$

(Лучи от солнца (с бесконечности) прошли ~~[illegible]~~ равные оптические пути перед тем, как упасть на линзу, и после этого их оптические пути должны быть равны между собой и, в частности, равны оптическому пути луча по центру)

Ответ: 1) $R = \frac{10}{16}$ м; 2) $f = \frac{5}{16}$ м.

$R = \frac{5}{8}$ м.

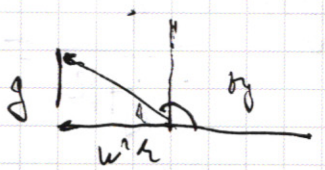
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

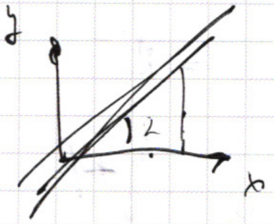
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

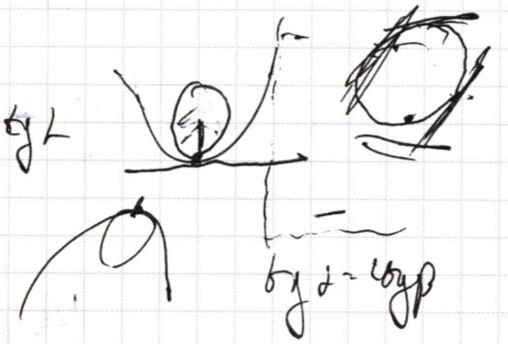
ШИФР

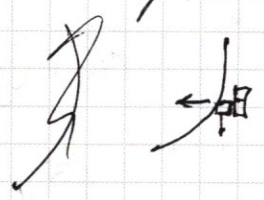
(заполняется секретарём)

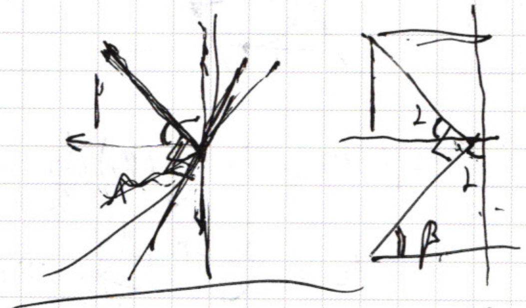
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА











$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\beta$

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

$\frac{y}{\omega^2 r} = \operatorname{tg}\alpha =$

$\frac{y}{\omega^2 r}$ $g =$

$\operatorname{tg}\beta = f(x)'$

$\frac{\omega^2 r^2}{2g}$

$\frac{\omega^2 r}{g} = f(r)'$

$-\frac{r}{y} = y'$

$y' = 0$ $\frac{\omega^2}{g} r = f'(r)$

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

$\frac{\omega^2 r}{g} =$ $-\frac{r}{y} = y'$ $\frac{\omega^2}{g}\int r\,dr = f(r) + C$

$x^2 + y^2 = r^2$

$\frac{r}{y} = -\frac{dy}{dr}$

$\frac{\omega^2 r^2}{2g} + C = f(r)$

$r^2 + y^2 = R^2$

$2r\,dr + 2y\,dy = 0$

$r\,dr = -y\,dy$

$-\frac{y}{y} = y'$

$\frac{\omega^2 r^2}{2g} = f(r)$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$2R^2 y - R \quad y-r$

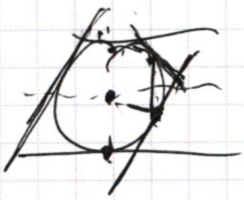
$\left(\frac{r}{y}\right)$

$\cancel{(r+a)^2 + y}$

$r^2 + (y+R)^2 = R^2 \qquad y+r \qquad -\frac{r}{y+R} = y'$

$-R$

$0 \quad y+R$



$r^2 + (y+R)^2 = R^2$

$0 \quad 2r + 2(y+R)\,y' = 0$

$2r\,dr + 2(y+R)\,dy = 0 \qquad -\frac{r}{y+R} = y'$

$r + (y+R)\frac{dy}{dr} = 0 \qquad -\frac{r}{}$

$\frac{g}{w^2} 2R$

$-\frac{r}{y+R} = \frac{dy}{dr} = 0$

$-\frac{r}{y+R} = \frac{w^2 r}{g} \qquad -\frac{1}{y+R} = \frac{w^2}{g}$

$-g = w^2(y+R)$

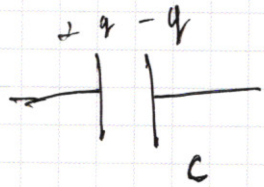
$-\frac{r}{y+R} = \frac{w^2 r}{g} \qquad -g = w^2 R$

$-g = w^2 R$

$-\frac{r}{y-R} =$

$$\varphi_1 = \frac{KQ}{r_1}$$

$$\varphi_2 = \frac{KQ}{r_2} + \frac{Kq_1}{r_2} = 0 \Rightarrow q_1 = -Q$$



$$\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} = \frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}$$

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

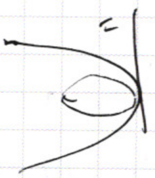
$$qE = \frac{K}{r_1}$$

$$\frac{q^2 dS}{2S\varepsilon_0} =$$

$$C = \frac{S\varepsilon_0}{d}$$

$$= \frac{\sigma^2 \varepsilon_0 V}{2\varepsilon_0^2} = \frac{E^2 \varepsilon_0 V}{2} = w$$

$$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = E \quad \frac{K}{r_1}$$



$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \quad \frac{1}{\varepsilon_0} \quad kq^2 \left[\frac{q^2}{\varepsilon_0}\right] = K_1$$

$$15+8$$

$$\frac{Kr^2}{r^2\varepsilon_0} = K \quad 20+3$$

$$\frac{Kr^2}{K}, \frac{K^2}{Kr^2}$$

$$\varepsilon_0 = \frac{Kr^2}{K_1}$$

$$\frac{K^2}{Kr^2}, \frac{Kr^2}{Kr^2} \quad \frac{K}{r^2}, r^3 = 6$$

$$\frac{Q^2}{2 \cdot 4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$(r^{-1})' = -r^{-2}$$

$$(-r^{-1})' = r^{-2}$$

$$6 + \frac{5}{3} = \frac{18+5}{3} = \frac{23}{3}$$

☑ 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

$h^2 + S^2 = l^2$

$\frac{h}{\sin} = 1$

$\frac{8-3}{2} \frac{3}{2} h = v_0 c_m$

$2S\dot{S} = 2l\dot{l} \qquad S\dot{S} = l\dot{l}$

$\frac{9}{3} - \frac{3}{2} =$

$S V_{x} = l V_0$

$= \frac{8-9}{6} = -\frac{1}{6}$

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

$\int (l\cos\alpha) =$

$\frac{mV_x^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = A$

$= l\,d\cos\alpha + \cos\alpha\, dl$

$\frac{mV_0^2}{2}\left(\frac{9}{5} - \frac{16}{15}\right) = \frac{27-16}{2\cdot 15} mV_0^2 = \frac{11}{30} mV_0^2 = A_{тр}$

$V = \frac{V_0}{\cos\alpha} \qquad \cos\alpha = \frac{V_0}{V}$

$\cos\alpha\, dS = -V_0\, dt$

$\cos\alpha = -\frac{V_0\, dt}{dS}$

$S = l\cos\alpha$

$V\cos\alpha = V_0$

$-\frac{dS}{dt}\cos\alpha = V_0$

$-\int \cos\alpha\, dS = V_0 \int dt$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)