Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11- 19

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ
(наименование дисциплины)

Фамилия ИМАМОВ

Имя АЙДАР

Отчество РИФКАТОВИЧ

Учебное заведение МАОУ - СОШ №10 с УИОП
г. Альметьевск.

Класс 11

участника Межрегиональных предметны

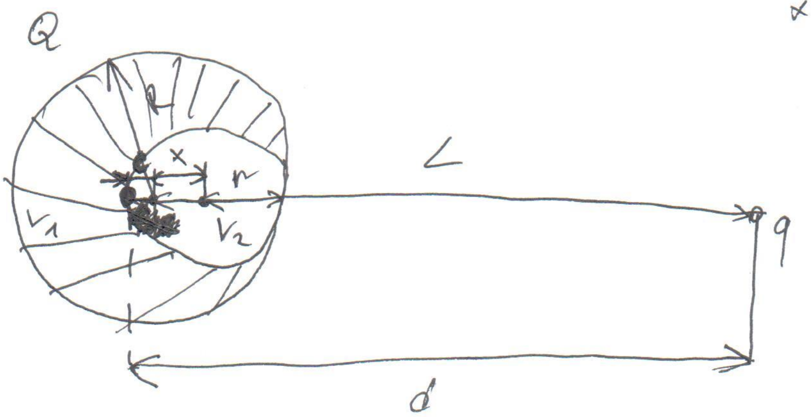
Итоговый балл 40 [signature]
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-19
(заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
8	3	3	1	5	20

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ
по «физике», 11 класс,
вариант ________

№1.



$V_1 = 2V_2$

x – расстояние между центрами

c – расстояние от центра большей сферы до полости.

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$$

$q_1 = Q$

$q_2 = q$.

$r^2 = d^2$.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$V_2 = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8\pi r^3}{3}$$

$$r = R\sqrt[3]{2}$$

$$x = R - r = R(1-\sqrt[3]{2})$$

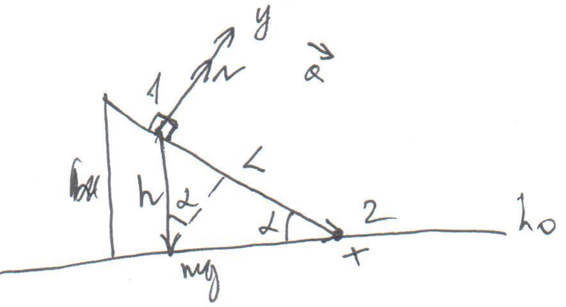
$$c = r - x = R\sqrt[3]{2} - R(1-\sqrt[3]{2}) = R(2\sqrt[3]{2}-1)$$

$$d = L + c = L + R(2\sqrt[3]{2}-1)$$

$$F = \frac{k\cdot Qq}{(L+R(2\sqrt[3]{2}-1))^2}$$

Ответ: $F = k\frac{Qq}{(L+R(2\sqrt[3]{2}-1))^2}$

№2



$\vec{mg} + \vec{N} = m\vec{a}$

ox: $mg\sin\alpha = ma$

$a = g\sin\alpha$

$\upsilon_0 = 0$;

l; α;

$t = ?$

$h_0 = 0$.

$$\sin\alpha = \frac{h}{L}$$

$h = \sin\alpha L$

$\upsilon = \upsilon_0 + at$

$\upsilon = at$

$$t = \frac{\upsilon}{a} = \frac{\upsilon}{g\sin\alpha}$$

З-н сохр. энергии:

1) $mgh + \frac{m\upsilon_0^2}{2}$

2) $m\frac{\upsilon^2}{2} + mgh_0$.

(1-2) $mgh = \frac{m\upsilon^2}{2}$

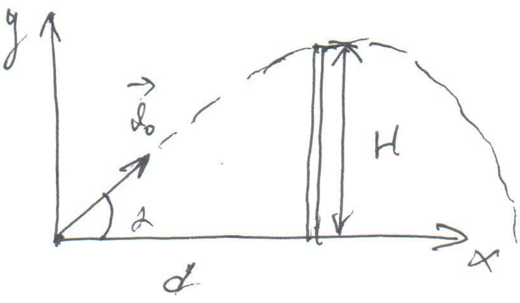
$\upsilon = \sqrt{2gh}$

$$t = \frac{\sqrt{2gh}}{g\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2g\sin\alpha L}}{g\sin\alpha} = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$.

Лист № 1

№4



$\downarrow g$

$$y = y_0 + \upsilon_{0y} t - \frac{gt^2}{2}.$$

$\upsilon_{0y} = \upsilon_0 \sin\alpha$.

$y_0 = 0$.

$y = 0$.

$$\upsilon_0 \sin\alpha = \frac{g t_{пол}}{2}.$$

$$t_{пол.} = \frac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$$ – время полета.

$$t_{подъема} = \frac{1}{2} t_{пол}.$$

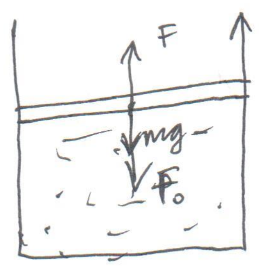
$$t_{подъема} = \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}.$$

№3.

$S; m; T; p_0 = 100 \cdot 10^3$ Па.

$T = ?$

1).



$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{F_0} = $

$p = \frac{F}{S}$.

$F = pS$

$F_0 = p_0 S$.

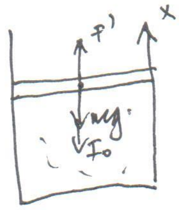
$pS - mg - p_0 S = 0$.

$pV = \frac{m}{M} RT$.

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

$\frac{\nu RT}{V} S = mg + p_0 S$.

2)



$\vec{F'} + m\vec{g} + \vec{F_0} = m\vec{a}$.

$p'S - mg - p_0 S = m a_m$.

$a_m = A\omega^2$.

$T = \frac{2\pi}{\omega}$.

$$y = H = \upsilon_0 \sin\alpha \cdot \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{g^2} = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g}.$$

$$\upsilon_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha}.$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H}{d}.$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{H}{d}$$

$$\frac{H^2}{d^2} = \frac{\sin^2\alpha}{1-\sin^2\alpha}.$$

$$H^2 - H^2\sin^2\alpha = d^2\sin^2\alpha.$$

$$\sin^2\alpha\,(H^2 + d^2) = H^2$$

$$\sin\alpha = \frac{H}{\sqrt{H^2+d^2}}$$

$$\upsilon_0 = \sqrt{2gH} \cdot \frac{\sqrt{H^2+d^2}}{H} = \sqrt{\frac{2gH(H^2+d^2)}{H^2}} = \sqrt{\frac{2g(H^2+d^2)}{H}}.$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2g(H^2+d^2)}{H}}$.

оговый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

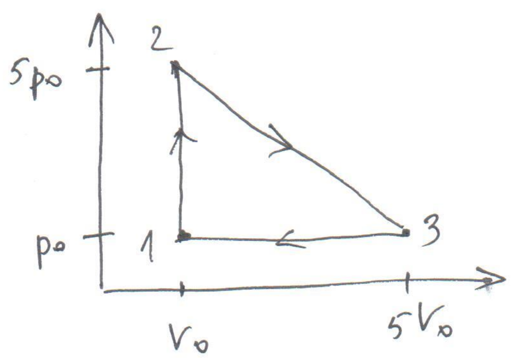
Шифр Ф11-19
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант ________

N5.



$\eta = ?$

$\eta = \frac{A_ц}{Q_н} \cdot 100\%$.

$A_ц = S_{треуг} = \frac{a \cdot b}{2} = \frac{(5p_0 - p_0)\cdot(5V_0 - V_0)}{2} =$

$= 8p_0V_0$

$Q_н = Q_{12} + Q_{23}$.

$Q = \Delta U + A$

(1-2) – изохорное нагревание

$V = const \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow A = 0$.

$Q_{12} = \Delta U_{12}$

$U = \frac{3}{2}\nu R T$

$\begin{cases} U_2 = \frac{3}{2}\nu R T_2 \\ U_1 = \frac{3}{2}\nu R T_1 \end{cases}$ –

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$.

~~$\Delta U = \frac{3}{2}\nu$~~

$pV = \frac{m}{M}RT$

$pV = \nu RT$

$\begin{cases} p_1V = \nu RT_1 \\ p_2V = \nu RT_2 \end{cases}$ –

$V\Delta p = \nu R\Delta T$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}V\Delta p_{12} = \frac{3}{2}\cdot V_0\cdot(5p_0 - p_0)$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\cdot V_0\cdot 4p_0 = 6p_0V_0$.

(2-3) = ~~допустим~~ - изотермический процесс

$Q_{23} = A_{23}$, т.к $\Delta U_{23} = 0$, при $T = const$.

$A_{23} = S_{трапеции} = \frac{p_0 + 5p_0}{2}\cdot 4V_0 =$

$= 12p_0V_0$.

$Q_н = 6p_0V_0 + 12p_0V_0 = 18p_0V_0$.

$\eta = \frac{8\cancel{p_0V_0}}{18\cancel{p_0V_0}}\cdot 100\% = 44{,}4\%$.

Ответ: 44,4%.

Лист № 2

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-22

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ХУСНУТДИНОВ

Имя АМИР

Отчество АЙРАТОВИЧ

Учебное заведение МБОУ „Гимназия №3" ЗМР РТ

Класс 11

Итоговый балл 40 (подпись председателя жюри)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА Кремлевская ул., д. 18, Казань, 420008

Шифр ф11-22 (заполняется оргкомитетом)

1	2	3	4	5	Σ
10	1	8	1	0	20

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «~~по~~ физике», 11 класс,

вариант ________

№1. Дано:
q, Q, L, R
$V_{сф} = 2V_{пол}$
$F - ?$

Решение:

Если бы сфера не имела полости, и имела такую же плотность заряда, то её заряд был бы равен $2Q \Rightarrow F_1 = \frac{2kQq}{L^2}$.

Если бы ~~вместо~~ вместо сферы был шар на месте полости, с таким же размером и плотностью заряда, то его заряд равен Q. Найдём его радиус

$V_{сф} = 2V_{пол}$ $\quad \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\cdot 2\pi r^3 \Rightarrow r = \frac{R}{\sqrt[3]{2}} \Rightarrow$

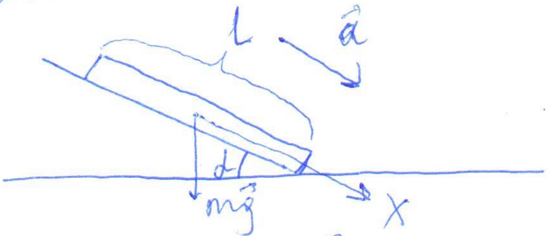
$F_2 = \frac{kQq}{\left(L - R + \frac{R}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}$. Следовательно искомая $F = F_1 - F_2 =$

$= \frac{2kQq}{L^2} - \frac{kQq}{\left(L - R + \frac{R}{\sqrt[3]{2}}\right)^2} = kQq\left(\frac{2}{L^2} - \frac{1}{\left(L - \frac{R(\sqrt[3]{2}-1)}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}\right)$

Ответ: $F = kQq\left(\frac{2}{L^2} - \frac{1}{\left(L - \frac{R(\sqrt[3]{2}-1)}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}\right)$.

№2. Дано:
L, α
$t - ?$

Решение:



$OX: ma = \sin\alpha \cdot mg$

$a = g\sin\alpha$

$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

$L = 0 + \frac{g\sin\alpha \cdot t^2}{2}$

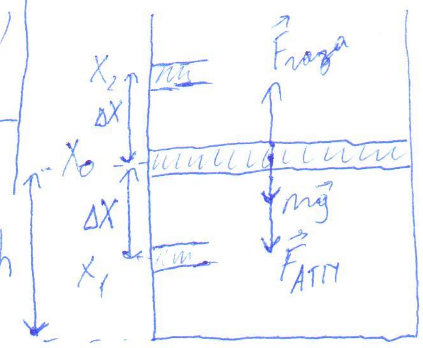
$t = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$

№3. Дано:
$\nu, S, m, T(K)$
$P_0 = 100$ кПа

$T - ?$

Решение:



X_0 (равновесие):

$$F_{газа_0} = F_{АТМ} + mg$$

$$P_{газ_0} S = P_0 S + mg \quad (3)$$

$$P_{газ_0} = \frac{P_0 S + mg}{S} = \frac{\nu R T}{V_0}$$

$$V_0 = \frac{S \nu R T}{P_0 S + mg}$$

X_1 (начало колебаний):

$$ma = F_{газа\,1} - F_{АТМ} - mg$$

$$(1)\ ma = P_{газ\,1} S - P_0 S - mg$$

запишем уравнение колебаний:

$$(2)\ X = X_A \cdot \cos(\omega t), \text{ где } X_A = \Delta X$$

Найдём работу газа при переходе из сост. X_1 в X_0.

$$\begin{cases} A_{газа} = P_1 \Delta V = P_1 (V_0 - \Delta X \cdot S) \\ A_{газа} = F_{газ.1} \cdot \Delta X \end{cases} \Rightarrow F_{газ.1} = \frac{P_1 V_0 - P_1 \Delta X \cdot S}{\Delta X} =$$

$$= \frac{P_1 V_0}{\Delta X} - P_1 S = P_1 S \quad (F_{газ.1} = P_1 S) \Rightarrow$$

$$\frac{V_0}{\Delta X} = 2S \Rightarrow X_A = \Delta X = \frac{V_0}{2S} \Rightarrow \Delta X = \frac{1}{2} h \Rightarrow V_1 = \frac{1}{2} V_0$$

$$(1)\ ma = P_{газ\,1} S - P_0 S - mg = \frac{\nu R T}{\frac{1}{2} V_0} - P_0 S - mg = 2 P_{газ_0} S - P_0 S - mg =$$

$$= P_0 S + mg \quad (\text{из ур. } (3)).$$

$$a = \frac{P_0 S + mg}{m} \qquad \Delta X = \frac{a t^2}{2} \qquad \frac{V_0}{2S} = \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{\nu R T}{2(P_0 S + mg)} = \frac{(P_0 S + mg) t^2}{2m} \Rightarrow t = \frac{\sqrt{\nu R T m}}{P_0 S + mg}$$

в момент X_1: $0 = X_A \cos(\omega t)$

$$\cos(\omega t) = 0 \qquad \omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{2} \qquad T = 4t = \frac{4\sqrt{\nu R T m}}{P_0 S + mg}$$

Ответ: $\frac{4\sqrt{\nu R T m}}{P_0 S + mg}$

…овый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-22

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

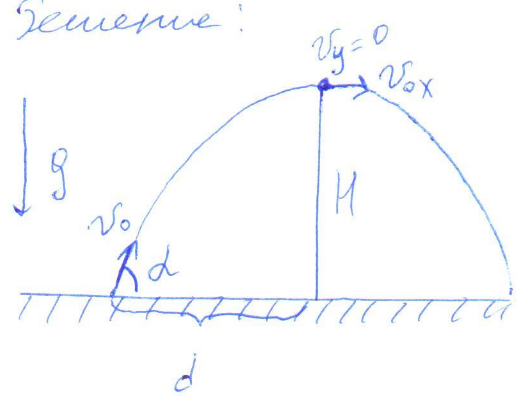
по «физике», 11 класс,

вариант ________

№4. Дано: α, H.

v_{min} - ?

Решение:



$$tg\,\alpha = \frac{H}{d} \Rightarrow$$

$$\alpha = arctg\left(\frac{H}{d}\right)$$

$$H = \frac{g t_{под.}^2}{2}$$

$$t_{подъема} = t_{падения} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$d = v_{0x} t_{подъема}$$

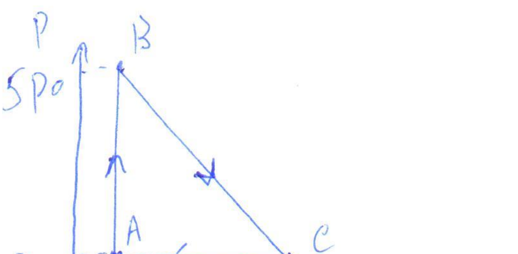
$$d = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_{подъема}$$

$$v_{0\,min} = \frac{d}{\cos\alpha \cdot t} = \frac{d\sqrt{g}}{\cos(arctg(\frac{H}{d}))\cdot\sqrt{2H}}$$

Ответ: $v_{min} = \dfrac{d\sqrt{g}}{\cos(arctg(\frac{H}{d}))\cdot\sqrt{H}}$

№5.

КПД - ?



$$КПД = \frac{A_{полез.}}{A_{затрач.}} = \frac{S_{\Delta ABC}}{S_{KBCM}} = \frac{\frac{1}{2}(4P_0 \cdot 4V_0)}{\frac{1}{2}\cdot 4P_0\cdot 4V_0 + 4V_0\cdot P_0} = \frac{8P_0V_0}{12P_0V_0} = \frac{2}{3} \approx 0{,}67$$

Ответ: ~~КПД ≈ 0,68~~ КПД = 67 %.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-36

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ВЛАСОВ

Имя ЯРОСЛАВ

Отчество ВАЛЕРЬЕВИЧ

Учебное заведение ФГКОУ „Казанское СВУ МО РФ"

Класс 11

участника межрегиональных предметны

Итоговый балл 40 (подпись) Шифр ф11-36

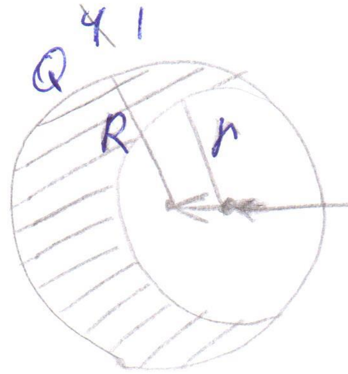
(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

№1



Представим сферу с вырезанной q сферой заряда Q, как две сферы с радиусами R и r. С зарядами Q + Q_0 и Q_0 соответственно. Тогда "–"! иначе общий ~~заряд~~ $Q+2Q_0$ эти сферы будут создавать силу $F=F_R-F_r$, как и тело ~~фигура~~, представленное в условии.

Сказано: $V_R=2V_r$ $V_R=\frac{3\pi R^3}{4}$ $V_r=\frac{3}{4}\pi r^2$ $\frac{3\pi R^3}{4}=\frac{3\pi r^3 2}{4}$ $r=\frac{R}{\sqrt[3]{2}}$

$F_R=k\frac{|q||Q+Q_0|}{\cancel{R}L^2}$ $F_r=k\frac{|q||Q_0|}{\cancel{r}(L-R+r)^2}$ ~~$F=k|q|\left(\frac{|Q+Q_0|}{R^2}-\frac{|Q_0|}{r^2}\right)$~~ Пусть все заряды положительные

~~$F=kq\left(\frac{Qr^2+Q_0r^2-Q_0R^2}{R^2r^2}\right)=kq($~~ $F=kq\left(\frac{Q+Q_0}{L^2}-\frac{Q_0}{(L-R+r)^2}\right)=kq\left(\frac{(Q+Q_0)(L-R+r)^2-Q_0L^2}{L^2(L-R+r)^2}\right)$

$Q=Q_0$, т.к. ~~V~~ $V_{тела}=V_{сферы}$

$F=kq\left(\frac{2Q(L-R+r)^2-QL^2}{L^2(L-R+r)^2}\right)=kqQ\left(\frac{2(L-R+\frac{R}{\sqrt[3]{2}})^2-L^2}{L^2(L-R+\frac{R}{\sqrt[3]{2}})^2}\right)=\frac{kqQ(2(L-R(1-\frac{1}{\sqrt[3]{2}}))^2-L^2)}{L^2(L-R(1-\frac{1}{\sqrt[3]{2}}))^2}=$

$=\frac{kqQ(2(L-R(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}}))^2-L^2)}{L^2(L-R(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}}))^2}=\frac{kqQ(\cancel{2}L^2-\cancel{4}LR(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}})+2R^2(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}})^2\cancel{-L^2})}{L^2(L-R\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}})^2}$

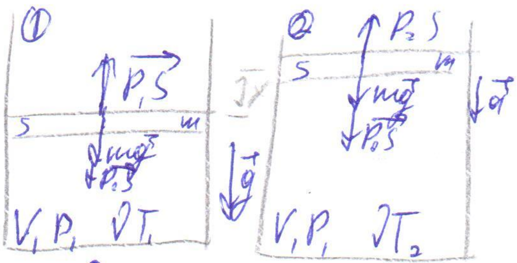
Ответ: $\frac{kqQ(L^2-4LR(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}})+2R^2(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}})^2)}{L^2(L-R(\frac{\sqrt[3]{2}-1}{\sqrt[3]{2}}))^2}$

1	2	3	4	5	Σ
8	~~4~~	~~4~~	~~3~~		20
	2	4	3	3	

85.

Лист № 1

3.



Колебания малые, теплообменом пренебречь, значит $T_1=T_2=T$. почему? $\delta Q=0$ т.к. не знаем T=const

В положении ① $mg+P_0S-P_1S=0$ $P_1V_1=\nu RT$. В положении ② $mg+P_0S-P_2S=ma$ $P_2V_2=\nu RT$. Вычтем из второго уравнения первое.

$mg+P_0S-P_2S-mg+P_0S+P_1S=ma$ $S(P_1-P_2)=ma$ $V_1=hS$ $V_2=(h+x)S$.

$\nu RT=P_1V_1=P_2V_2$ $P_1=\frac{P_2V_2}{V_1}$ $SP_2\left(\frac{V_2}{V_1}-1\right)=ma$ $S\frac{\nu RT}{S(h+x)}\left(\frac{h+x}{h}-1\right)=ma$

$\frac{\nu RT}{h+x}\left(\frac{h}{h}+\frac{x}{h}-1\right)=ma$ $\frac{\nu RT}{(h+x)}\left(\frac{x}{h}\right)=ma$. (*)

Из первого уравнения ① $P_1S=mg+P_0S$, но $P_1=\frac{\nu RT}{Sh}$, поэтому

$\frac{\nu RT}{h}=mg+P_0S$ $h=\frac{\nu RT}{mg+P_0S}$

(*) $\frac{\nu RT}{\frac{\nu RT+x(mg+P_0S)}{mg+P_0S}}\left(\frac{x}{h}\right)=ma$ $\frac{\nu RT(mg+P_0S)}{\nu RT+x(mg+P_0S)}\left(\frac{x}{h}\right)=ma$. Колебания малые $x\to 0$, то $x(mg+P_0S)\approx 0$.

$ma=\frac{\nu RT(mg+P_0S)}{\nu RT}\frac{x}{h}=\frac{(mg+P_0S)^2}{\nu RT}x$ $a=\frac{(mg+P_0S)^2}{\nu RTm}x$

Колебания гармонические, поэтому $a=-\omega^2x$ (минус из-за противофазы)

$\omega^2x=\frac{(mg+P_0S)^2}{\nu RTm}x$ $T=\frac{2\pi}{\omega}$ $T=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{(mg+P_0S)^2}{\nu RTm}}}=\frac{2\pi\sqrt{\nu RTm}}{(mg+P_0S)}$

Ответ: $\frac{2\pi\sqrt{\nu RTm}}{mg+P_0S}$

процесс тут не изотермический а адиабата!

$T\neq const$ $pV^{\gamma}=const$

4 б.

овый балл ________ ________________ Шифр Ф11-36

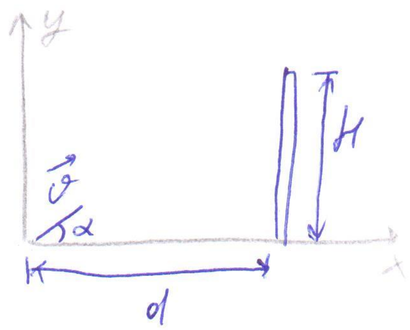
(подпись председателя жюри) (заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

4.



Кидать необходимо под углом α. почему? обосновать

Минимальная скорость будет, если на высоте H вертикальная составляющая ϑ будет $=0$, тогда

$0=\vartheta_y-gt \quad H=\vartheta_y t-\frac{gt^2}{2} \quad \cancel{d=\vartheta_x t}$, где

$\vartheta_y=\vartheta\sin\alpha \quad \vartheta_x=\vartheta\cos\alpha \quad t=\frac{\vartheta\sin\alpha}{g}$

$H=\frac{\vartheta^2\sin^2\alpha}{g}-\frac{g\vartheta^2\sin^2\alpha}{g^2 2}=\frac{\vartheta^2\sin^2\alpha}{2g} \quad \cancel{d=\frac{\vartheta\sin\alpha\,\vartheta\cos\alpha}{2g}} \quad \sin\alpha=\frac{H}{\sqrt{H^2+d^2}} \quad \cos\alpha=\frac{d}{\sqrt{H^2+d^2}}$

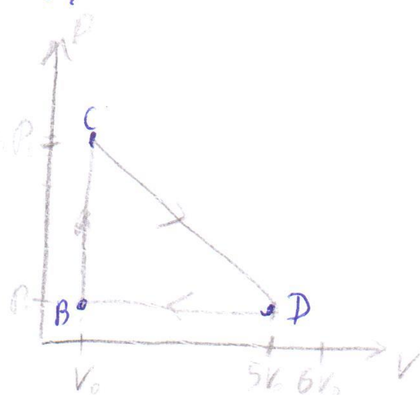
$H=\frac{\vartheta^2 H^2}{2g(H^2+d^2)} \quad \vartheta=\sqrt{\frac{2g(H^2+d^2)}{H}}$. Необходимо кидать под углом!

логично, а как, не ясно.

Ответ: $\sqrt{\frac{2g(H^2+d^2)}{H}}$ – нет.

4б

5.



$\eta=\frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{совершённая}}}$ полученная теплота!

„A" находится как величина численно равная площади фигуры под графиком в Осях $P(V)$.

$A_{пол}=\frac{4V_0 4P_0}{2}=8P_0V_0$ ($\triangle BCD$)

$A_{сов}=\cancel{A_{пол}}\frac{4P_0 4V_0}{2}+2P_0 4V_0=4P_0 2V_0+8P_0V_0$

откуда?

что такое $A_{сов}$.

$\eta=\frac{8P_0V_0}{16P_0V_0}=0{,}5$.

Ответ: 0,5.

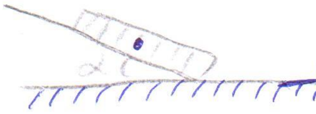
$\eta=\frac{A}{Q_{нагр}}=\frac{Q_{нагр}-Q_{хол}}{Q_{нагр}}$

3б

Лист № 2

2.

Длина поезда постоянна.



Скорость вагона последнего на горизонтальной $W_п = 0$ поверхности равна скорости всего поезда.

Система замкнута. $W_1 = W_2$ $W_1 = W_{п1} + W_{к1}^{\,0} = Mgh$, где h высота центра масс над нулевым уровнем $W_п$. $h = \frac{L}{2}\sin\alpha$

$W_2 = W_{п2}^{\,0} + W_{к2} = \frac{M\vartheta^2}{2}$ $\frac{M\vartheta^2}{2} = \frac{MgL\sin\alpha}{2}$ $\vartheta = \sqrt{gL\sin\alpha}$

Необходимо узнать за какое время ~~он~~ последний вагон разгонится до ϑ.

$\vartheta = 0 + at$ $L = \frac{at^2}{2}$ $a = \frac{\vartheta}{t}$ $L = \frac{\vartheta t^{\cancel{2}}}{\cancel{t}\,2}$ $t = \frac{2L}{\vartheta} = \frac{2L}{\sqrt{gL\sin\alpha}}$

движение разве равноускоренное почему?

Ответ: $\frac{2L}{\sqrt{gL\sin\alpha}}$

$a \neq const$

2б

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11- 16

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ГАЗИЗОВ

Имя РАТМИР

Отчество ЛЕНАРОВИЧ

Учебное заведение IT-лицей КФУ

Класс 11 А

Итоговый балл 32 ______

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-16

(заполняется оргкомитетом)

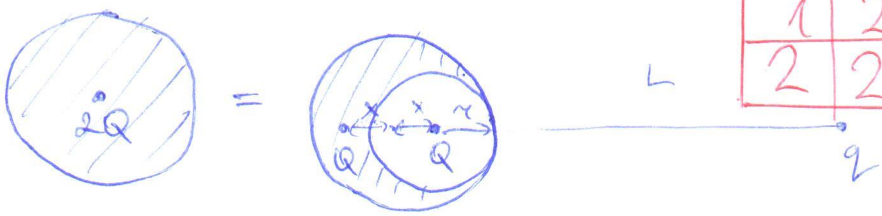
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

1	2	3	4	5	Σ
2	2	10	10	1	26

N1



$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{1}{2}\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$r = \frac{R}{\sqrt[3]{2}} \approx 0{,}8R$$

$$x = 0{,}2R$$

$$F = k\cancel{\frac{Qq}{L+0{,}2}} =$$

$$= k\frac{Qq}{\left(L+\left(1-\frac{1}{\sqrt[3]{2}}\right)R\right)^2}$$

$$\frac{Qq}{(L+x)^2} + \frac{Qq}{(L-x)^2} = \frac{2Qq}{L^2}$$

$$\frac{1}{(L+x)^2} + \frac{1}{(L-x)^2} = \frac{2}{L^2}$$

$$\frac{L^2-2Lx+x^2+L^2+2Lx+x^2}{(L^2-x^2)^2} = \frac{2}{L^2}$$

$$\frac{2L^2+2x^2}{(L^2-x^2)^2} = \frac{2}{L^2}$$

$$L^4+L^2x^2 = L^4-2L^2x^2+x^4$$

$$x^4-3L^2x^2=0$$

$$x^2(x^2-3L^2)=0$$

$$x^2=3L^2$$

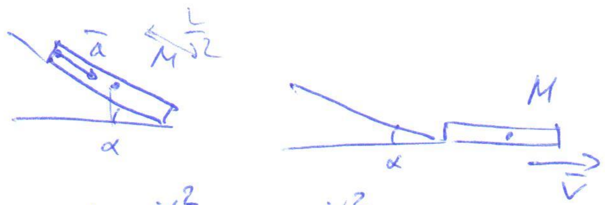
$$x=\sqrt{3}L$$

$$m\ddot{x} = \frac{1}{-\frac{q}{x}-u} \qquad \frac{1}{m\ddot{x}} = -\frac{q}{x}-u$$

$$\frac{1}{x} \qquad \frac{d\left(\frac{dx}{dt}\right)}{dt} \qquad \frac{dt}{dx} \qquad \frac{dt}{d\left(\frac{dx}{dt}\right)}$$

Лист № 1

N2



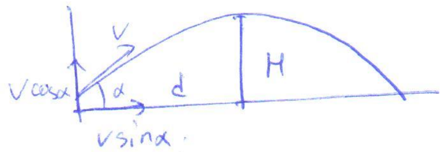
$$L=\frac{V^2}{2a}\qquad a=\frac{V^2}{2L}$$

$$Mg\cdot\frac{L}{2}\sin\alpha=\frac{Mv^2}{2}\qquad v^2=Lg\sin\alpha$$

$$a=\frac{Lg\sin\alpha}{2L}=\frac{g\sin\alpha}{2}$$

$$t=\frac{v}{a}=\frac{2\sqrt{Lg\sin\alpha}}{g\sin\alpha}=2\sqrt{\frac{L}{g\sin\alpha}}$$

N4



$$t=\frac{d}{v\sin\alpha}=\sqrt{\frac{2H}{g}}\qquad v^2\cos^2\alpha=2gH$$

$$v\sin\alpha=d\sqrt{\frac{g}{2H}}$$

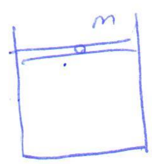
$$v^2(\sin^2\alpha+\cos^2\alpha)=\frac{d^2g}{2H}+2gH=\cancel{\frac{d^2g+4g^2H^2}{2H}=v^2}$$

$$\cancel{v=\sqrt{\frac{gd^2+4g^2H^2}{2H}}}$$

$$v^2=\frac{d^2g}{2H}+\frac{4gH^2}{2H}=\sqrt{\frac{g(d^2+4H^2)}{4H}}$$

N3

$$p_0V_0=\nu RT$$



$$p_0=p_{атм}+\frac{mg}{S}$$

$$\frac{P_1V_1}{p_0V_0}=1=\left(\frac{p_0-\Delta P}{p_0}\right)\left(\frac{V_0+\Delta V}{V_0}\right)=1$$

$$\left(1-\frac{\Delta P}{p_0}\right)\left(1+\frac{\Delta V}{V_0}\right)=1\qquad \frac{\Delta P}{p_0}\ll 1\quad \frac{\Delta V}{V_0}\ll 1 \Rightarrow \frac{\Delta p\Delta V}{p_0V_0}$$ можно пренебречь

$$1-\frac{\Delta P}{p_0}+\frac{\Delta V}{V_0}-\frac{\Delta p\Delta V}{p_0V_0}=1$$

$$\Delta p=\frac{p_0}{V_0}\Delta V=\frac{p_0}{V_0}\Delta x S$$

вый балл ________ ________________

(подпись председателя жюри)

Шифр ф11-16

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант ________

N4

$$\Delta p S = \Delta F = \frac{p_0 S^2}{V_0}\Delta x = ma$$

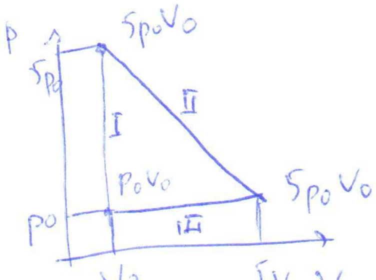
$$\ddot{x} + \frac{p_0 S^2}{V_0 m} x = 0$$

$$\frac{p_0 S^2}{V_0 m} = \omega^2 \qquad \cancel{V_0 = \frac{\nu RT}{p_{атм} - \frac{mg}{S}} = \frac{\nu RTS}{p_a - mg}} \qquad V_0 = \frac{\nu RT}{p_0}$$

$$\omega^2 = \frac{p_0^2 S^2}{m\nu RT} = \frac{\left(p_a + \frac{mg}{S}\right)^2 \cdot S^2}{m\nu RT} = \frac{(p_a S + mg)^2}{m\nu RT}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi\sqrt{m\nu RT}}{p_a S + mg}$$

N5



I $\quad Q = U_1 = \frac{7}{2}\cdot 4p_0V_0 = 14p_0V_0$

II $\quad Q_2 \overset{?}{=} A_2 = 8p_0V_0 + 4p_0V_0 = 12p_0V_0$

III $\quad -Q_3 = A_3 + U_3$

$$A = 8p_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1 + Q_2} = \frac{8p_0V_0}{14p_0V_0 + 12p_0V_0} = \frac{8}{26} \approx 31\,\%$$

Лист № 2

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	ф11-27

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия ВАЛЕЕВ

Имя РЕНАТ

Отчество ИЛЬДАРОВИЧ

Учебное заведение ГАОУ „Лицей Иннополис"

Класс 11

Итоговый балл 32 [signature]
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-27
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

вариант ________

1	2	3	4	5	Σ
9	1	0	1	5	16

II ...

Задача 5.

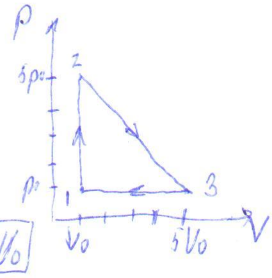
Дано:
$p_1 = p_0 \quad V_1 = V_0$
$p_2 = 5p_0 \quad V_2 = V_0$
$p_3 = p_0 \quad V_3 = 5V_0$

$\eta - ?$

Решение:

КПД опр-ся отн-ем работы газа за цикл к количеству переданного тепла:

$$\eta = \frac{A_г}{Q}$$



Рассмотрим процесс 1-2; 2-3; 3-1:

1-2: $V = const \Rightarrow A = 0$

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{3}{2}(5p_0V_0 - p_0V_0) = \frac{3}{2}4^2 p_0V_0 = \boxed{6p_0V_0}$$

2-3: $A = \frac{5p_0+p_0}{2}\cdot 4V_0 = \frac{p_2+p_3}{2}\cdot\Delta V = 12p_0V_0$

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}(5p_0V_0 - 5p_0V_0) + A = \boxed{12p_0V_0}$$. Заметим что $T_2 = T_3 \Rightarrow \Delta U = 0$

3-1: $A_{вн} = p_0(V_0 - 5V_0) = -4p_0V_0$ – работа внешних сил (холодильника)

$$Q_x = \frac{3}{2}(p_0V_0 - 5V_0p_0) + A_{вн} = -10p_0V_0$$

$A_г = A_{2-3} - A_{вн} = A_{об} - A_{вн} = (12-4)p_0V_0 = 8p_0V_0$

$Q_{об} = Q_{12} + Q_{23} = 18p_0V_0$

$$\eta = \frac{8\cancel{p_0V_0}}{18\cancel{p_0V_0}} = \frac{8}{18} \approx 44{,}4\ \%$$

Работу газа за цикл также можно найти как площадь фигуры:

$$A = \frac{4p_0\ 4V_0}{2} = 8p_0V_0$$

Проверка: КПД любого цикла меньше, чем КПД идеальной машины

$$\eta_{ид} = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{max}} = \frac{\frac{5p_0V_0}{\nu R} - \frac{p_0V_0}{\nu R}}{\frac{5p_0V_0}{\nu R}} = \frac{4}{5} = 0{,}8 = 80\ \%$$ – КПД ид-й тепловой машины

при тех же T_{max} и T_{min}. $\eta < \eta_{ид}$

Ответ: $\approx 44{,}4\ \%$

Задача 1.

Дано:

$Q,\ R_1,\ L,\ q$

$F_{об}$ - ?

Решение:

R_1 – радиус шара

R_2 – радиус вырезанной полости.

Найдём R_2

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi R_1^3$$

$$V_2 = \frac{V_1}{2} = \frac{2}{3}\pi R_1^3 = \frac{4}{3}\pi R_2^3$$

$$R_2 = \frac{R_1}{\sqrt[3]{2}}$$

Заряд Q будет распределяться по поверхностям, пока не сравняются потенциалы точек O_1 и O_2 (центров шара и вырезанной полости)

$$Q = q_1 + q_2$$

$$\varphi_1 = k\frac{q_1}{R_1} \qquad \varphi_2 = k\frac{q_2}{R_2}$$

$$\frac{q_1}{R_1} = \frac{q_2}{R_2}$$

$$q_1 = q_2\frac{R_1}{R_2} = \sqrt[3]{2}\,q_2$$

$$Q = \sqrt[3]{2}\,q_2 + q_2 \Rightarrow \boxed{q_2 = \frac{Q}{1+\sqrt[3]{2}} \quad q_1 = \frac{\sqrt[3]{2}\,Q}{1+\sqrt[3]{2}}}$$

Считаем, что заряд сконцентрирован в центре шара / вырезанной полости, т.к. точка q за пределами шара. Тогда

$$F_1 = k\frac{q_1 q}{L^2} = k\frac{\sqrt[3]{2}\,Q q}{(1+\sqrt[3]{2})L^2}$$

$$F_2 = k\frac{q_2 q}{(L-R_1+R_2)^2} = k\frac{Q q}{(1+\sqrt[3]{2})\left(L-R_1-\frac{R_1}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}$$

Суммируем т.к. q_1 и q_2 одного знака

$$F_{об} = F_1 + F_2 = kQq\left(\frac{\sqrt[3]{2}}{(1+\sqrt[3]{2})L^2} + \frac{1}{(1+\sqrt[3]{2})\left(L-R_1-\frac{R_1}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}\right)$$

Ответ: $F_{об} = kQq\left(\frac{\sqrt[3]{2}}{(1+\sqrt[3]{2})L^2} + \frac{1}{(1+\sqrt[3]{2})\left(L-R_1\left(1+\frac{1}{\sqrt[3]{2}}\right)\right)^2}\right)$

овый балл ________ ________________
(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-27
(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «ФИЗИКЕ», 11 класс,

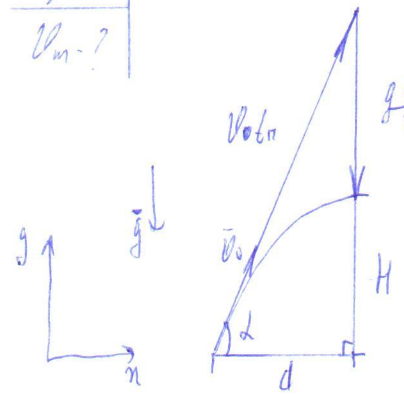
вариант ________

Задача 4.

Дано: H, d

v_m - ?

Решение:



$v_x = v_0\cos\alpha$

$v_y = v_0\sin\alpha - gt \quad v_{y0} = v_0\sin\alpha$

Когда тело достигнет максимальной ~~выс~~ точки (наивысшей) $v_y = 0$

$v\sin\alpha - gt = 0 \Rightarrow t_п = \frac{v_0\sin\alpha}{g}$

$h_m = v_{y0}t_п - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g} - g\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g^2} = \boxed{\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}}$

$l = v_x t_п = \boxed{\frac{v_0\cos\alpha\cdot\sin\alpha}{g}}$

Понятно, что v_0 минимально, когда $l = d$ и $h_m = H$ (иначе тело или пролетит выше/ниже, или не долетит). Осталось найти α, при котором v минимально

$$\frac{H}{d} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha\, g}{2g\, v_0\cos\alpha\cdot\sin\alpha} = \frac{v_0}{2}\operatorname{tg}\alpha$$

$$v_0 = \frac{2H}{d\operatorname{tg}\alpha}$$

$$v_0' = \frac{2H}{d}\left(\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\right)' = 0$$

$\left(\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\right)' = 0 = \sqrt{\operatorname{tg}\alpha}\cdot\frac{1}{\cos^2\alpha}$ — вот отсюда найти α и подставить

Ответ: $v_0 = \frac{2H}{d\operatorname{tg}\alpha}$, где α нах-ся из $\left(\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}\right)' = 0$

Задача 3.

Дано: V, S, m, T, $p_0 = 10^5$ Па

$T_п$ - ?

Решение:

Рассмотрим, что произойдет с поршнем при смещении на малое Δx (*)

По условию, $T = const \Rightarrow pV = \nu RT = const$. В начальный момент времени поршень нах-ся в положении равновесия, т.е. $a = 0 \Rightarrow p = p_0 + \frac{mg}{S}$, где p — давление газа.

(*) при изм-нии положения поршня на Δx:

$\Delta V = \Delta x S$

$p_1 = \frac{\nu RT}{V} = \frac{\nu RT}{V + \Delta x S}$, что или больше или меньше p_0 $\Rightarrow$

Лист № 2

=> из-за разницы давлений появится сила действующая на поршень и придаст ему ускорение a, причем сила будет пропорциональна Δx и равна:

$$ma = S\left(p_0 + \frac{mg}{S} - \frac{\nu RT}{(V+\Delta x S)}\right)$$

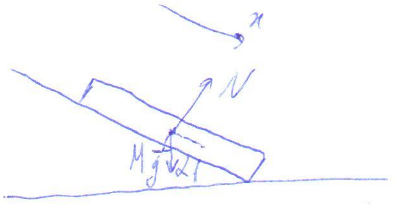
при прохождении положения равновесия поршень будет обладать энергией, достаточной чтобы не остановиться.

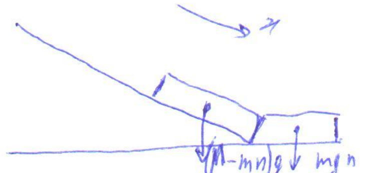
Задача 2.

Дано:
L, $v_0 = 0$ м/с
α

$t_п$ - ?

Решение:





Проведем рисунок силу и попытаемся понять, что происходит в данной ситуации. Вагоны, нах-ся на склоне, катятся под действием сил тяжести, проекция на ось x которой придает им ускорение $\vec{a}$, напр-е вниз по склону. Вагоны, которые скатились, движутся дальше без ускорения, потому что суммарная действующая на них сила тяжести не придает им ускорения в оси движения и нет сил трения. Ускорение вагонов на склоне одинаково и не меняется, т.к. скатившиеся вагоны не препятствуют им (нет. трения)

$ma = mg\sin\alpha$ (вт. 3-н. Ньютона) $\Rightarrow a = g\sin\alpha$. Т.к. вагон последний, то ему до конца склона нужно проехать L.

$L = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} = \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2} \Rightarrow t_п = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$ - это и есть искомая величина.

Ответ: $t_п = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

3

ШИФР	Ф11-44

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по физике
(наименование дисциплины)

Фамилия АХМАДУЛЛИНА

Имя РЕГИНА

Отчество РАМИЛЕВНА

Учебное заведение МАОУ „Гимназия № 77"

Класс 11 а

Итоговый балл 32 (подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-44 (заполняется оргкомитетом)

1	3
2	2
3	4
4	3
5	4
Σ	16

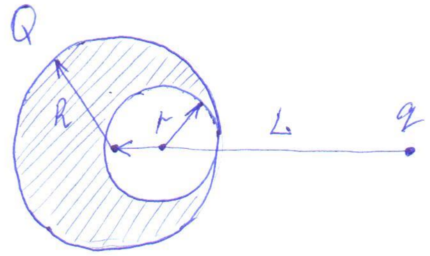
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11а класс,

вариант ________

① Дано:
Q, R, L, q

Найти:
F_k - ?



Решение:

1) на заряд действует сила кулона $F_k = \frac{k|q_1||q_2|}{r_0^2}$, где q_1 и q_2 - заряды двух тел (точек) каких?
r_0 - расстояние между их центрами

2) Внутри тела (штриховка) напряженность равна 0, заряд лишь на „поверхности" нет! см. условие

3) необходимо найти геом. центр полости
$V_{шар_Б} = \frac{4}{3}\pi R^3$, $V_{шар_М} = \frac{4}{3}\pi r^3$, где R - радиус самого тела, r - радиус полости.

$2 = \frac{V_{шар Б}}{V_{шар М}} = \frac{4\pi R^3}{3} \cdot \frac{3}{4\pi r^3} = \left(\frac{R}{r}\right)^3 \Rightarrow \frac{R}{r} = \sqrt[3]{2} \Rightarrow r = \frac{R}{\sqrt[3]{2}}$

4) расстояние между центрами: $r_0 = L - R + r$

$r_0 = L^{\sqrt[3]{2}} - R^{\sqrt[3]{2}} + \frac{R}{\sqrt[3]{2}} = \frac{L\sqrt[3]{2} - R\sqrt[3]{2} + R}{\sqrt[3]{2}} = \frac{\sqrt[3]{2}(L-R)+R}{\sqrt[3]{2}}$

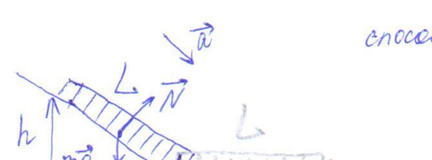
~~Ответ~~ 5) $F_k = \frac{k|Q||q| \cdot (\sqrt[3]{2})^2}{(\sqrt[3]{2}(L-R)+R)^2}$

3

Ответ: $F_k = \frac{k|Q||q| \cdot (\sqrt[3]{2})^2}{(\sqrt[3]{2}(L-R)+R)^2}$.

② Дано:
$v_0 = 0$ м/с
α, L

Найти:
t - ?



Решение:

способ I

1) по II зак. Ньютона: $m\vec{a} = \vec{N} + m\vec{g}$

Ox: $ma = mg\sin\alpha \Rightarrow a = g\sin\alpha$

Oy: $N = mg\cos\alpha$

$S = \cancel{ab}\, v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2S}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$ *

2) способ II. по ЗСЭ для поcл. какой

Лист № 1

$mgh + 0 = 0 + \frac{mv^2}{2} \Rightarrow gh = \frac{v^2}{2}$; $\sin\alpha = \frac{h}{L} \Rightarrow h = L\sin\alpha$

тогда $gL\sin\alpha = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gL\sin\alpha}$

$S = \frac{v - \overset{=0}{v_0}}{2}\cdot t = \frac{vt}{2} \Rightarrow t = \frac{2S}{v} = \frac{2S}{\sqrt{2gL\sin\alpha}}$

* S – пройденный путь, S = L (длина поезда) =>

$t = \frac{(\sqrt{2L})^2}{\sqrt{2L}\cdot\sqrt{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}}$

2б

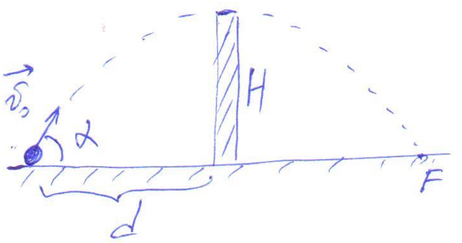
④ Дано:
H, d

Найти:
v_0 – ?

Решение:

1) v будет минимальна, если точка на высоте H будет ~~на~~ max высоте

почему? обоснование



$H = v_0 t \sin\alpha - \frac{gt^2}{2}$; $L = v_0 t\cos\alpha$; $d = \frac{L}{2}$

2) в момент возврат. касание земли в т. F $H = 0$ =>

$v_0 t \sin\alpha = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_0\sin\alpha}{g}$ – время полета =>

$t = \frac{v_0\sin\alpha}{g}$ – время подъема на высоту H

$H = v_0 \cdot \frac{v_0\sin\alpha}{g}\cdot\sin\alpha - \frac{g v_0^2\sin^2\alpha}{2g^2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$

$\sin\alpha = \frac{H}{\sqrt{H^2+d^2}} \Rightarrow \left(\sin^2\alpha = \frac{H^2}{H^2+d^2}\right) \Rightarrow v_0^2 = \frac{2gH}{\sin^2\alpha} \Rightarrow$

$v_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{2gH}}{(\sqrt{H})^2}\cdot\sqrt{H^2+d^2} = \sqrt{\frac{2g(H^2+d^2)}{H}} = v_{min}$

Ответ: $v_{min} = \sqrt{\frac{2g(H^2+d^2)}{H}}$

3б

Итоговый балл ________ ____________

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-44

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11а класс,

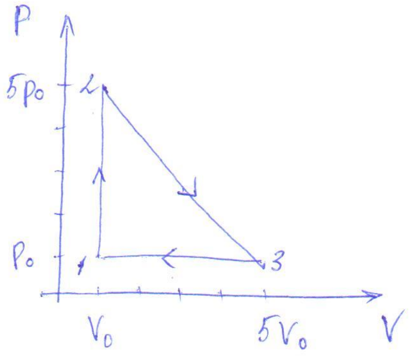
вариант ________

⑤ Дано:

V_0, P_0

Найти:

η - ?



Решение:

1) $\eta = \frac{A}{Q}$, где A - работа, совершенная газом, а Q - кол-во теплоты, получ. газом в ходе процессов

нет, только от нагревателя

2) обозначим процесса 1-2; 2-3; 3-1

по 1 закону термодинамики: $Q = \Delta U + A$, где ΔU - изменение внутр. энергии.

3) Процесса:

1-2: V = const, процесс изохорный $\Rightarrow A = 0 \Rightarrow$ $Q_{1-2} = \Delta U_{1-2}$. т.к. V = const, то по закону Шарля $\frac{P}{T} = const$. Также по уравнению Менделеева-Клапейрона $PV = \nu RT$.

$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\Delta pV = \frac{3}{2}4p_0V_0 = 6p_0V_0 \Rightarrow$

$Q_{1-2} = 6p_0V_0$ (газ получил теплоту)

2-3: P↓↓, V↑↑. т.к. 2-3 — прямая, то PV = const

а причем тут он!

по закону Бойля-Мариотта T = const, процесс изотермический; $Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} + A_{2-3}$

$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_{2-3} = A_{2-3}$ (т.е. и в числит. и в знаменатель дроби добавл. одно и то же число, т.е. „обнуляется")

изотерма — гипербола! а не прямая

Лист № 2

3-1: $p = const \Rightarrow$ изобарный процесс, $p = p_0$, $V \downarrow\downarrow$

$Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} + A_{3-1}$, $A_{3-1} = p_0 \Delta V_{3-1}$; $\Delta U_{3-1} = \nu R \Delta T_{3-1}$

по уравнению Менделеева-Клапейрона

$pV = \nu RT \Rightarrow \Delta U_{3-1} = \cancel{\nu R}\frac{3}{2} p_0 \Delta V_{3-1} = \frac{3}{2} p_0 4V_0 = 6 p_0 V_0$

$A_{3-1} = 4 p_0 V_0$

$Q_{3-1} = 6 p_0 V_0 + 4 p_0 V_0 = 10 p_0 V_0$

4) $Q = Q_{1-2} + Q_{3-1} = 6 p_0 V_0 + 10 p_0 V_0 = 16 p_0 V_0$

$A = A_{3-1} = 4 p_0 V_0$

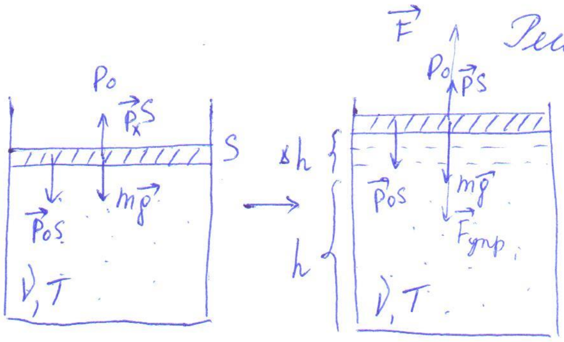
$\eta = \frac{4 p_0 V_0}{16 p_0 V_0} \cdot 100\% = 0{,}25 \cdot 100\% = 25\%$

25

Ответ: $\eta = 25\%$

③ Дано:
ν, m, S, T
$p_0 = 10^5$ Па
Найти
T^* – ?

Решение:



1) $T^* = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, где k – „коэф. жесткости" у газ, поэтому пружина срабатывает так называемая „его $F_{упр}$ газа" из-за чего и будут происходить колебания

$k = \frac{F_{упр}}{\Delta h}$

2) т.к. система находится в равновесии, то

$pS + F = p_0 S + mg + F_{упр} \Rightarrow F_{упр} = pS + F - p_0 S - mg$

по закону Менделеева-Клапейрона. $pV = \nu RT$. $pS(h+\Delta h) = \nu RT \Rightarrow$

$pS = \frac{\nu RT}{h + \Delta h}$

$F_{упр} = \frac{\nu RT}{h + \Delta h} + F - p_0 S - mg$

$T \neq const$, система теплоизолирована