

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

ф11-31

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

по ФИЗИКЕ

(наименование дисциплины)

Фамилия

ИЗБЕКОВ

Имя

ВАДИМ

Отчество

ЮРЬЕВИЧ

Учебное заведение

ОШ И „лицей им. Н.И.Лобачевского КФУ“

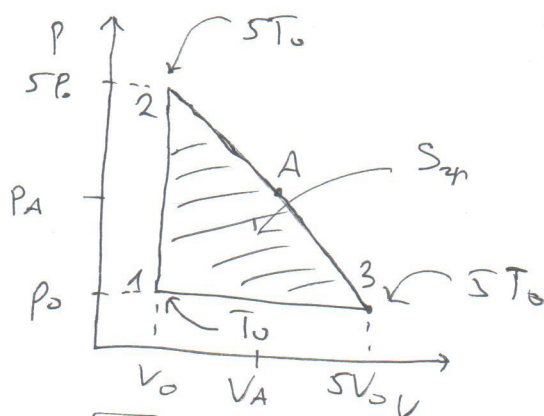
Класс

11

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 11 класс,

вариант _____

Задача 5.

1	2	3	4	5	Σ
4	5	5	1	10	25

Т.е.

1) Найдем A_{Σ} :
$$A_{\Sigma} = + S_{\text{пр}} = \frac{(5p_0 - p_0) \cdot (5V_0 - V_0)}{2} = 2p_0 V_0$$

2) Найдем $Q_{\text{н}}$: теплота будет подводиться в процессе 1-2 и в процессе 2-3. Найдем т.А: П.к. прямая 2-3 составляет с прямой абсцисс угол 135° , то т.А будет находится в середине между V_0 и $5V_0$, т.е. $V_A = \frac{5V_0 + V_0}{2} = 3V_0$.

Получим ур-ние прямой 2-3:
$$\frac{p - 5p_0}{p_0 - 5p_0} = \frac{V - V_0}{5V_0 - V_0}$$

$$\frac{p - 5p_0}{-4p_0} = \frac{V - V_0}{4V_0}$$

$$p - 5p_0 = p_0 \frac{(V_0 - V)}{V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p = p_0 \frac{(V_0 - V)}{V_0} + 5p_0$$

При $V = 3V_0$ $p = p_0 \frac{(V_0 - 3V_0)}{V_0} + 5p_0 = 3p_0 \Rightarrow$ в т.А $p_A = 3p_0$

3) По уравнению Менделеева-Клапейрона: $p_0 V_0 = \nu R T_0$

$$3P_0 \cdot 3V_0 = \nu R T$$

Выходим, что: $\frac{1}{9} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow T = 9T_0$. В т. А. $T_A = 9T_0$

4. По первому началу термодинамики:

$$Q = \Delta U + A.$$

Рассмотрим процесс 1-2: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$.

Т.к. $V_1 = V_2$, то $A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12}$

~~$Q_{12} = \frac{i}{2} \nu R \cdot 9T_0$~~ $Q_{12} = \frac{i}{2} \nu R (5T_0 - T_0) = 2i \nu R T_0 = 2i P_0 V_0$

Рассмотрим процесс 2-4: $Q_{24} = \Delta U_{24} + A_{24}$

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{24} &= \frac{i}{2} \nu R (T_A - 5T_0) = 2i \nu R T_0 = 2i P_0 V_0 \\ A_{24} &= \frac{5P_0 + 3P_0}{2} \cdot (3V_0 - V_0) = 4P_0 V_0 \end{aligned} \right\} Q_{24} = (2i + 4) P_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{24} = 2i P_0 V_0 + 2i P_0 V_0 + 4P_0 V_0 = 4i P_0 V_0 + 4P_0 V_0$$

5. $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{4P_0 V_0}{4i P_0 V_0 + 4P_0 V_0}$. Работу теплу следует увеличить $\Rightarrow i = 5$

$$\eta = \frac{4P_0 V_0}{4 \cdot 5 P_0 V_0 + 4P_0 V_0} = \frac{4}{20 + 4} = \frac{4}{24} \approx 0,166 = 16,6\%$$

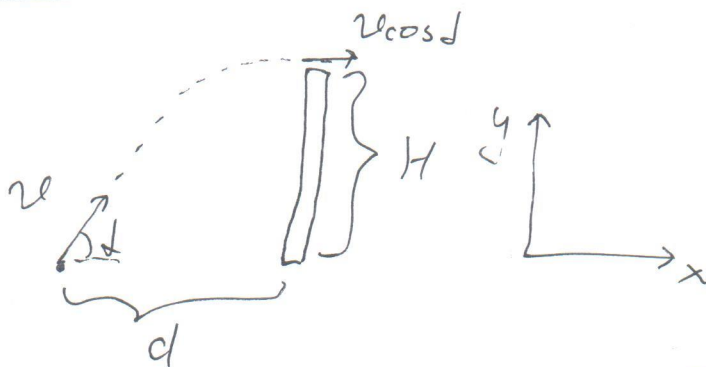
Ответ: 16,6 %

Задача 4.

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 11 класс,

вариант _____

Задача 4.

1.) По закону сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mU^2}{2}$

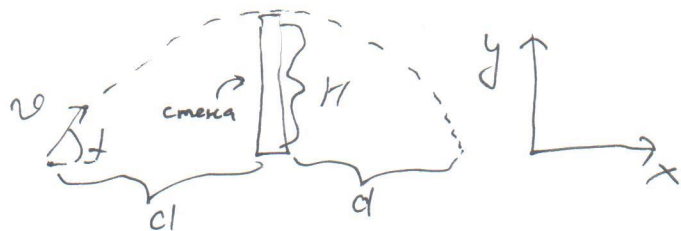
Чтобы скорость при броске была минимальной, нужно, чтобы в конце проекция скорости на ось x была равной 0, т. е., $U = v \cos \alpha \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{m(v \cos \alpha)^2}{2} \quad | - \frac{2}{m}$

$$v^2 = 2gh + v^2 \cos^2 \alpha$$

$$v^2 (1 - \cos^2 \alpha) = 2gh$$

$$\boxed{v^2 \sin^2 \alpha = 2gh}$$

2).



Пусть время полёта до стены = t , тогда время полного полёта до земли = $2t$

$$\vec{S} = \vec{v}t + \vec{g}\frac{t^2}{2}$$

Проекция на ось x: $d = v \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{d}{v \cos \alpha} (*)$

Проекция на ось y: $0 = v \sin \alpha \cdot 2t - g \frac{(2t)^2}{2}$

$$0 = 2 v \sin \alpha t - 2 g t^2 \Leftrightarrow v \sin \alpha = g t (**)$$

Подставим из ур-ния (*) t : $v \sin \alpha = \frac{g d}{v \cos \alpha}$

$$\frac{v^2 \sin 2\alpha}{2} = g d \Rightarrow \boxed{2d = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}}$$

$H = v \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$. Из ур-ния (**) $\Rightarrow H = \frac{v \sin \alpha \cdot v \sin \alpha}{g} - \frac{1}{2} g \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g^2} =$

$$\Rightarrow \boxed{H = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}}$$

3) Разделим H на 2d: $\frac{H}{2d} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha \cdot g}{2g \cdot v^2 \sin 2\alpha} =$

$$= \frac{\sin^2 \alpha}{2 \sin 2\alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{4 \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{4 \cos \alpha} = \frac{\tan \alpha}{4} \Rightarrow \boxed{\tan \alpha = \frac{2H}{d}}$$

4) $\tan \alpha = \frac{2H}{d} \Rightarrow \left[\cot \alpha = \frac{d}{2H} \right]$

$$\cot^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{1}{\cot^2 \alpha + 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{1}{\frac{d^2}{4H^2} + 1} = \frac{4H^2}{d^2 + 4H^2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2H}{\sqrt{d^2 + 4H^2}} \Rightarrow \boxed{\sin \alpha = \frac{2H}{\sqrt{d^2 + 4H^2}}}$$

5) $v^2 \sin^2 \alpha = 2gH \Rightarrow v = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin \alpha}$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « ФИЗИКЕ », 11 класс,

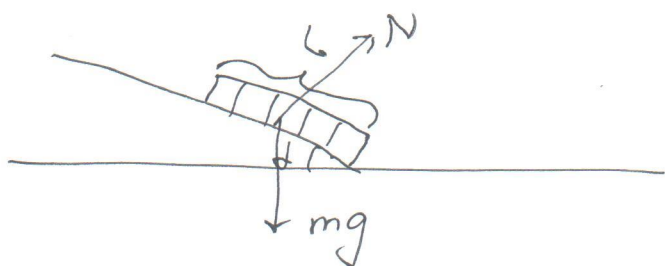
вариант _____

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

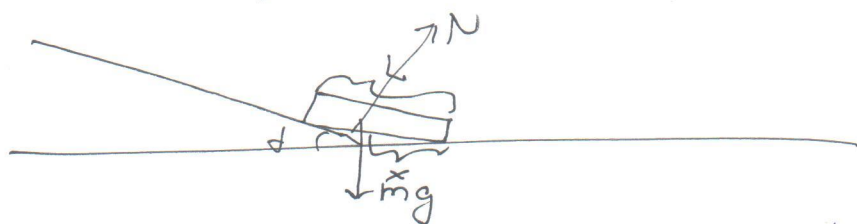
$$v = \sqrt{\frac{g}{2H} (a^2 + 4H^2)}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{g}{2H} (a^2 + 4H^2)}$

Задача 2.



1) Рассмотрим произвольный момент времени:



По II закону Ньютона: $ma = m(t)g \sin \alpha$

$$m(t) = m \cdot \frac{l-x}{l} = m \left(1 - \frac{x}{l}\right) \quad (\text{масса поезда на склоне})$$

Масса поезда на склоне будет меняться от m до 0 по линейной зависимости, поэтому возьмем среднюю массу: $\left[m_{\text{ср}} = \frac{m+0}{2} = \frac{m}{2} \right]$

$$ma = m_{\text{ср}} g \sin \alpha \Rightarrow \left[a = \frac{m_{\text{ср}}}{m} g \sin \alpha = \frac{g \sin \alpha}{2} \right]$$

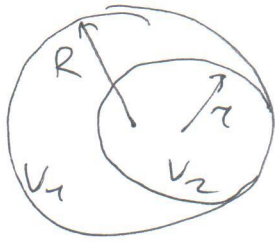
2) По формуле для равноускоренного движения:

$$L = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L}{a}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L \cdot 2}{g \sin \alpha}} = 2 \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}}$$

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

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

Задача 1



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

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

1) По условию, $V_1 = 2V_2 \Rightarrow \frac{4}{3} \pi R^3 = 2 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow r^3 = \frac{R^3}{2} \Rightarrow \boxed{r = \frac{R}{\sqrt[3]{2}}}$

2) Попробуем, что у нас есть шар радиуса r и зарядом Q

$F = E \cdot q$, где ~~$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 L^2}$~~ где $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 (L + r)^2}$ (центр шара совпадает на r)

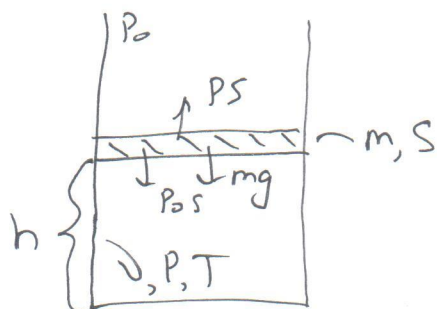
$$F = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left(L + \frac{R}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}$$

Ответ: $F = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left(L + \frac{R}{\sqrt[3]{2}}\right)^2}$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «Физике», 11 класс,

вариант _____

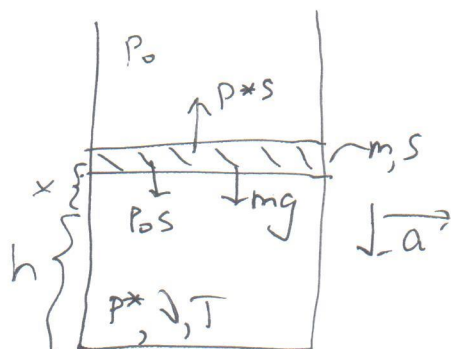
Задача 3.

1) По II закону Ньютона:

$$0 = PS - P_0 S - mg$$

$$P = P_0 + \frac{mg}{S}$$

2)

Систему поместить на маленькое расстояние x , тогда:

$$ma = P_0 S + mg - P^* S$$

$$a = \frac{P_0 S}{m} + g - \frac{P^* S}{m}$$

3) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{P} = \frac{\nu RT}{P_0 + \frac{mg}{S}}; V = hS \Rightarrow hS = \frac{\nu RT}{P_0 + \frac{mg}{S}}$$

$$P^* V^* = \nu RT$$

$$P^* (h+x)S = \nu RT \Rightarrow P^* S = \frac{\nu RT}{h+x} = \frac{\nu RT}{\frac{\nu RT}{P_0 S} + mg + x}$$

$$4) a = \frac{P_0 S}{m} + g - \frac{\nu RT}{m \left(\frac{\nu RT}{P_0 S} + mg + x \right)}$$

Получаем уравнение: $\ddot{x} = \frac{P_0 S}{m} + g - \frac{\nu RT}{m \left(\frac{\nu RT}{P_0 S} + mg + x \right)}$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

Ф11-58

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО

физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

ВОЛКОВА

Имя

НАТАЛЬЯ

Отчество

ВЛАДИМИРОВНА

Учебное заведение

ГБОУ Республика Марий Эл
"Технический лицей-интернат"

Класс

11 а

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант _____

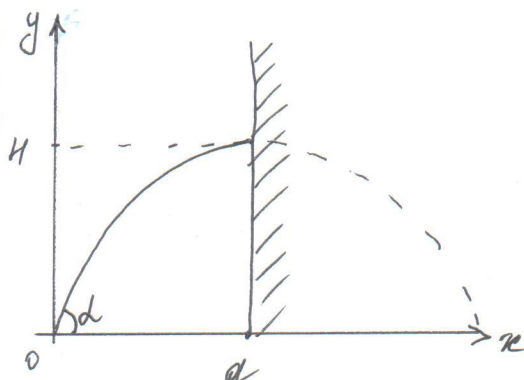
④ Dano:

 H, d

Решение:

Составим уравнение координат.

Quinn - ?



$$\left. \begin{aligned} \text{Ox: } x &= v_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow x = d \\ \text{Oy: } y &= y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{h}{v_0 \cos \alpha} ; y = H ; y_0 = 0$$

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

$$= d \cdot \tan \alpha - \frac{g d^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

$$v_0^2 = \frac{gd^2}{2\cos^2\alpha \cdot (d \tan\alpha - h)}$$

$$v_0^2 = \frac{gd^2}{d \cdot \sin 2d - H \cdot 2 \cos^2 d} = \frac{gd^2}{d \sin 2d - H \cdot 2 \cos^2 d - H + H} =$$

$$= \frac{gd^2}{d \sin 2L - H \cdot (2 \cos 2L - 1) - H} = \frac{gd^2}{d \sin 2L - H \cdot \cos 2L - H}$$

System $gd^2 = a$, $d \sin 2\alpha - H \cdot \cos 2\alpha - H = b \Rightarrow v_0^2 = \frac{a}{b}$.

Для того, чтобы φ было минимально $\Rightarrow$ "в" должно быть как можно больше, а "а" как можно меньше, но "а" = const $\Rightarrow$ нужно найти такой угол δ , при котором "в" было максимально

$$b = d \sin 2\alpha - H \cos 2\alpha - H$$

$$b' = 2d \cdot \cos 2\alpha + 2H \cdot \sin 2\alpha \Rightarrow b' = 0 \Rightarrow 2d \cos 2\alpha + 2H \sin 2\alpha = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} 2\alpha = -\frac{d}{H} \Rightarrow \operatorname{tg} 2\alpha_{\max} = \left| -\frac{d}{H} \right| = \frac{d}{H}$$

$$\operatorname{tg}^2 2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 2\alpha} \Rightarrow \cos 2\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{d^2}{H^2}}} = \sqrt{\frac{H^2}{H^2 + d^2}}$$

Подставим найденные значения в формулу скорости:

$$v_0^2 = \frac{gd^2}{d \sin 2\alpha - H \cos 2\alpha - H} = \frac{gd^2}{\cos 2\alpha (d \cdot \operatorname{tg} 2\alpha - H) - H} = \frac{gd^2}{\frac{H}{\sqrt{H^2 + d^2}} (d \cdot (-\frac{d}{H}) - H) - H} =$$

$$= \frac{gd^2}{\frac{d^2 - H^2}{\sqrt{H^2 + d^2}} - H} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{gd^2}{\frac{d^2 - H^2}{\sqrt{H^2 + d^2}} - H}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{\frac{gd^2}{\frac{d^2 - H^2}{\sqrt{H^2 + d^2}} - H}}$$

5) Дано:

$$p_1 = p_0$$

$$p_2 = 5p_0$$

$$p_3 = p_0$$

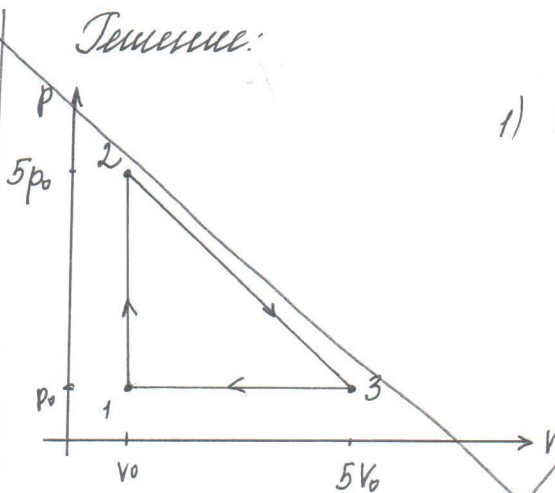
$$V_1 = V_0$$

$$V_2 = V_0$$

$$V_3 = 5V_0$$

$\eta = ?$

Решение:



$$1) \eta = \frac{A}{Q_T} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$$A = S_{1,2,3}$$

$Q_T = Q_{1,2} + Q_{3,1}$, мы не учитываем $Q_{2,3}$, т.к. тепловая машина не получает на этом промежутке тепло

$$2) 1 \rightarrow 2: V = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_0}{5p_0} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = 5T_1$$

$$3) 2 \rightarrow 3: \begin{cases} 2: p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{5p_0 V_0}{\nu R} \\ 3: p_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{5V_0 \cdot p_0}{\nu R} \end{cases} \Rightarrow T_2 = T_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 0, \text{ т.к. } \Delta T = 0$$

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант _____

4) $3 \rightarrow 1: p = \text{const} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{5V_0}{V_0} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = 5 \Rightarrow$

5) Дано:

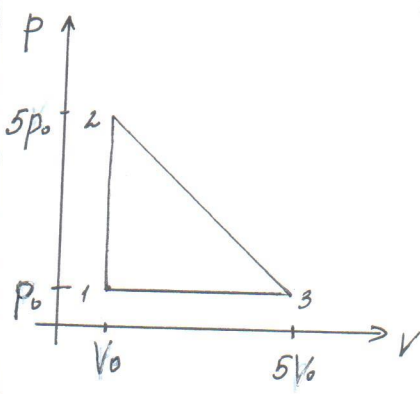
$p_1 = p_3 = p_0$

$p_2 = 5p_0$

$V_1 = V_2 = V_0$

$V_3 = 5V_0$

Решение:



$1 \rightarrow 2: V = \text{const} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_0}{5p_0} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow T_2 = 5T_1 \Rightarrow A = 0, \text{ т.к. } \Delta V = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 12 \nu R T_1$

$2 \rightarrow 3: 2: p_2 V_2 = \nu R T_2$

$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{5p_0 V_0}{\nu R}$

$3: p_3 V_3 = \nu R T_3$

$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{p_0 5V_0}{\nu R}$

$\Rightarrow T_2 = T_3 \Rightarrow \Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = 0 \quad Q_{23} = A = p_1 V = 3p_0 \cdot 4V_0 = 12p_0 V_0$

$3 \rightarrow 1: p = \text{const} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3}{V_1} = \frac{5V_0}{V_0} = 5 \Rightarrow T_3 = 5T_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow A = 0, \text{ т.к. } p \quad Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V = -\frac{12}{2} \nu R T_1 + p_0 \cdot 4V_0 = -8 \nu R T_1$

$\eta = \frac{A}{Q} \quad , \text{ где } A = S_{1,2,3} = \frac{1}{2} \cdot 4p_0 V_0 \cdot 4 = 8p_0 V_0$

$Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = \frac{12}{2} p_0 V_0 + 12p_0 V_0 - 8p_0 V_0 =$

$= 16p_0 V_0$

$\eta = \frac{8p_0 V_0}{16p_0 V_0} \cdot 100\% = 50\%$

Ответ: $\eta = 50\%$

③ Дано:

$i = 3$

m

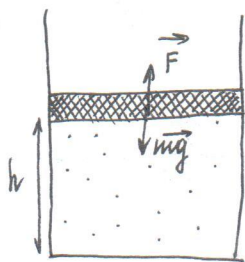
S

T

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$T = ?$

Решение:



$$1) p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = pS ; F = kx$$

$$2) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{x}{g}}$$

$$3) \text{ЗЦЗ: } \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{x^2}{v^2} = \frac{m}{k}$$

$$\frac{x^2}{x^2 \omega^2} = \frac{m}{k}$$

$$\frac{1}{\omega^2} = \frac{m}{k}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$4) \text{ по II закону Ньютона } \Rightarrow kx = mg$$

$$5) mg(h+x) = \frac{kx^2}{2}, \text{ где } p_0 V = \nu RT \Rightarrow p_0 S h = \nu RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{\nu RT}{p_0 S}$$

Получаем

$$\frac{\nu RT}{p_0 S} + x = \frac{kx^2}{2mg} \quad | : x$$

$$\frac{\nu RT}{p_0 S \cdot x} = \frac{kx}{2mg} - 1, \text{ где из 4) } \Rightarrow kx = mg$$

$$\frac{\nu RT}{p_0 S \cdot x} = \frac{1}{2} - 1 \Rightarrow x = \left| \frac{\nu RT}{p_0 S \cdot \frac{1}{2}} \right| = \frac{2\nu RT}{p_0 S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg p_0 S}{2\nu RT}$$

1-ый балл _____

(подпись председателя жюри)

Шифр Ф11-58

(заполняется оргкомитетом)

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11 класс,

вариант _____

$$6) T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot 20kT}{mg\rho\sigma S}} = 2\pi \sqrt{\frac{20kT}{g\rho\sigma S}}$$

Ответ: $T = 2\pi \sqrt{\frac{20kT}{g\rho\sigma S}}$

① Дано:

q
 L
 R

$F = ?$

Решение:

$F = \frac{kqQ}{d^2}$, где $d = L + r - R$, где R - радиус сферы, r - радиус полости $\Rightarrow \frac{V_h}{V_c} = \frac{1}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{r^3}{R^3} = \frac{1}{2} \Rightarrow Rr = R \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{2}} = \frac{\sqrt[3]{4}R}{2}$$

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

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

$$F = \frac{kqQ}{d^2}$$

$F = F_1 + F_2$, где $F_1 = a \frac{kqQ}{L^2}$

$F_2 = \frac{bkqQ}{d^2}$, где $a+b=1$, где $a = \frac{R^3}{L^3}$

① Dano:

$q, L, Q,$
 R

$F = ?$

Penyelesaian:

$$\frac{V_n}{V_m} = \frac{1}{2} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} \Rightarrow \frac{R^3}{R^3} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = \frac{R}{\sqrt[3]{2}} +$$

$$a = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi R^3 + \frac{4}{3}\pi \frac{R^3}{\sqrt{2}}} = \frac{1 \cdot 2}{2 + \sqrt{2}} = 0,5858 \quad b = 1 - a = 0,414.$$

$$F = F_1 + F_2, \text{ juga } F_1 = \frac{kQq}{L^2}, F_2 = \frac{kQq}{(L - R + R)^2}$$

$$F = kqQ \left(\frac{1}{L^2} + \frac{1}{(L - R + R)^2} \right) = kqQ \left(\frac{1}{L^2} + \frac{1}{(L - R + \frac{R}{\sqrt{2}})^2} \right)$$

$$\text{Jawab: } F = kqQ \left(\frac{1}{L^2} + \frac{1}{(L - R + \frac{R}{\sqrt{2}})^2} \right)$$

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

Ф11-26

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

Х А Р И З О В

Имя

И С К А Н Д Е Р

Отчество

Н А И Л Е В И Ч

Учебное заведение

МАОУ „Лицей №31“

Класс

11

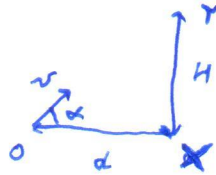
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по «физике», 11 класс,

вариант _____

N4

$$\begin{cases} v \cos \alpha \cdot t = d & : 0x \\ v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = H & : 0y \\ v \sin \alpha = gt \end{cases}$$



t - время полёта до вершины
 v - начальная скорость

1	2	3	4	5	Σ
10	5	-	10	5	20

JF

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

$$\sin^2 \alpha = \frac{2gH}{v^2} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{v^2 - 2gH}{v^2} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{\frac{v^2 - 2gH}{v^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{2gH}}{v} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

перемещен в 1

$$v \cdot \frac{\sqrt{v^2 - 2gH}}{v} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = d$$

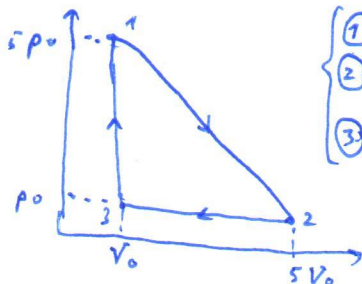
$$\frac{(v^2 - 2gH) \cdot 2H}{g} = d^2$$

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

Ответ:

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

N5



$$\begin{cases} 1) 5p_0 V_0 = \nu R T_1 \\ 2) p_0 \cdot 5V_0 = \nu R T_2 \\ 3) p_0 V_0 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow T_1 = T_2 \Rightarrow \Delta U_{12} = 0$$

$$T_1 = \frac{5p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{Работа за цикл} = A = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{2} = 8p_0 V_0$$

$$Q_{12} = A_{12} = 12p_0 V_0$$

$$\gamma = \frac{T_1}{T_3}$$

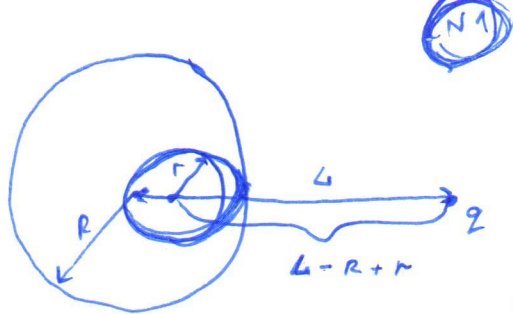
$$T_3 = \frac{T_1}{5}$$

$$A_{23} = -4p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = -\frac{6}{2} \nu R \cdot \frac{4}{5} T_1 = -12p_0 V_0$$

$$A_{31} = 0, Q_{31} = \Delta U_{31} = \frac{6}{2} \nu R \cdot \frac{4}{5} T_1 = 12p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{31} + Q_{12}} = \frac{8p_0 V_0}{24p_0 V_0} \approx 0,33. \quad \text{Ответ: КПД цикла} = 0,33.$$



$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi R^3 = 2 V_{\text{шарика}} = \frac{8}{3} \pi r^3$$

$$R^3 = 2 r^3$$

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

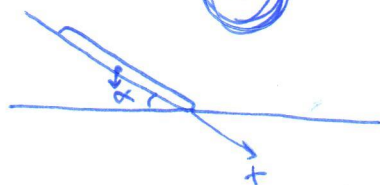
$$6 - \text{объемная плотность заряда шара} = \frac{Q}{\frac{4}{3} \pi R^3}$$

Исходная ситуация эквивалентна ситуации взаимодействия $6 \cdot Q$ шара с зарядом $6 \cdot V_{\text{шара}} \cdot \rho$ и шаром с зарядом $(-6 \cdot V_{\text{шарика}} \cdot \rho)$. Тогда, применив закон Кулона для этой системы:

$$k \cdot \left(\frac{2 Q q}{L^2} - \frac{Q q}{(L - R + r)^2} \right) = F$$

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

(N2)



Поезд имеет центр масс - в середине своей длины. На этом центр масс действует сила тяжести, а значит его ускорение по ОХ: $a = \frac{g \sin \alpha}{2}$ (при смещении поезда на ΔL , центр масс сместится на $\frac{\Delta L}{2}$ (вдоль ОХ вправо)). Тогда, когда центр масс достигнет горизонтального участка, на поезд в целом не будет действовать ~~равнодействующая~~ касательная сила. К этому моменту поезд получит ~~ускорение~~ $v = g \sin \alpha \cdot t_1$; $\frac{g \sin \alpha \cdot t_1^2}{2} = \frac{L}{2}$ - пройденный путь.

$$\text{Тогда, } t_1 = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \alpha}}; \quad v = \sqrt{2g \sin \alpha L}$$

После достижения центром масс горизонтального участка поезд поедет с постоянной скоростью v . Тогда последний вагон достигнет горизонтального участка через время $t = t_1 + \frac{L/2}{v}$

$$t = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \alpha}} + \sqrt{\frac{L^2}{8g \sin \alpha L}} = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \alpha}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{2g \sin \alpha}} = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) \cdot \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}} = \frac{5}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}}$$

Ответ: последний вагон достигнет горизонтального участка через $\frac{5}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}}$ секунд.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Межрегиональная предметная олимпиада

2

ШИФР

ФМ-59

(заполняется оргкомитетом)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
участника Олимпиады

ПО физике

(наименование дисциплины)

Фамилия

ЕГОРОВА

Имя

МАРИЯ

Отчество

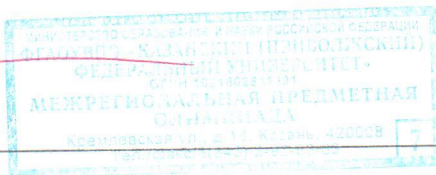
СЕРГЕЕВНА

Учебное заведение

ГБОУ Республики Марий Эл "Политехничес-
кий лицей-интернат"

Класс

IIA



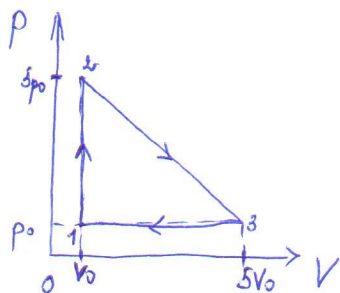
Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11А класс,

вариант

1	2	3	4	5	Σ
8	1	6	4	2	21

Задача 5.



Пронумеруем периоды цикла цифрами от 1 до 3.

$$\eta = \frac{A}{Q_1}; \text{ где } A - \text{ работа газа за цикл.}$$

 Q_1 - количество теплоты, отданное холодильнику ($Q_1 > 0$)
Работа газа за цикл (A) - площадь графика цикла.

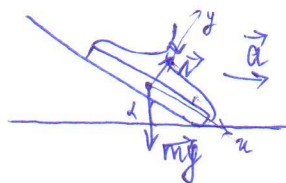
Значит, $A = S_{123} = \frac{4p_0V_0 \cdot p_0}{2} = 2p_0V_0$; Заметим, что газ расширяется только на участке $3 \rightarrow 1$ ($\Delta V > 0$) $\Rightarrow Q > 0$, значит то и есть Q_1 .

$$Q_{31} = \frac{i}{2} p \Delta V = \frac{i}{2} p R (T_3 - T_1) = \frac{i}{2} (5p_0V_0 - p_0V_0) = \frac{5}{2} \cdot 4p_0V_0 = 10p_0V_0.$$

$$\text{Значит, } \eta = \frac{2p_0V_0}{10p_0V_0} = 0,2.$$

Ответ: $\eta = 0,2$.

Задача 2.



т.к. первый вагон уже находится в нижней точке склона, а длина поезда = L , то для того, чтобы последний вагон достиг горизонтального участка, надо пройти расстояние, равное длине поезда, т.е. $S = L$.

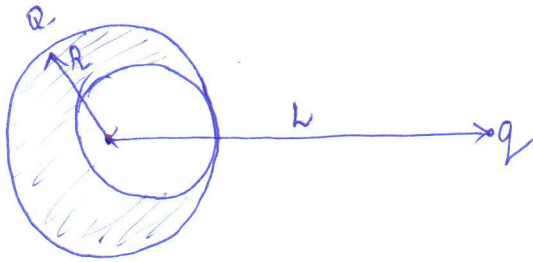
$$\vec{R} = m\vec{a}$$

$$\textcircled{1} \quad mg \sin \alpha = ma \Rightarrow a = g \sin \alpha.$$

$$S(L) = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow 2L = at^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2L}{a} = \frac{2L}{g \sin \alpha} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \alpha}}.$$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \alpha}}$ (продолжение на обороте)

Задача 1.



$$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3; \quad V_2 = \frac{2}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow$$

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

Представим ourselves two thin
thin spheres with radii R and r corresponding.
superposition; then: $F = E_1 q - E_2 q$;

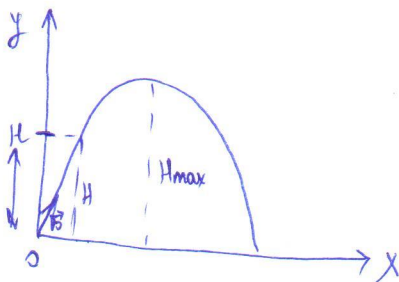
$$E_1 = \frac{kQ}{l^2}; \quad E_2 = \frac{kQ}{(l - (R - r))^2};$$

$$\text{then } F = \frac{kQq}{l^2} - \frac{kQq}{(l - (R - r))^2} = kQq \left(\frac{1}{l^2} - \frac{1}{(l - (R - r))^2} \right) =$$

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

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

Задача 4.



$$y(u) = x \cdot \operatorname{tg} d - \frac{g u^2}{2 v_0^2 \cos^2 d}; \quad \text{Condition, when the projectile passes the}$$

height H : $y(u) \geq h$. Then we find the minimum value,

$$\text{then: } x \cdot \operatorname{tg} d - \frac{g u^2}{2 v_0^2 \cos^2 d} = h. \quad \left. \begin{aligned} &\Rightarrow x \cdot \operatorname{tg} d - \frac{g u^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 d - h = 0. \\ &\text{In this case } x = d. \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow d \cdot \operatorname{tg} d - \frac{g d^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 d - h = 0. \Rightarrow \frac{g d^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 d - d \operatorname{tg} d + h + \frac{g d^2}{2 v_0^2} = 0.$$

else, otherwise, if $d_1 < d < d_2$; no such function exists $\Rightarrow$
 $\Rightarrow d = 0$ (that you can see only one solution) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{2g}{v_0^2} \left(h + \frac{g d^2}{2 v_0^2} \right) - 1 = 0.$$

(proceeding on page 2).

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ

по « физике », 11А класс,

вариант _____

Итак квадратное уравнение относительно v_0 получаем:

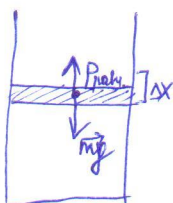
$v_0^2 = g(h \pm \sqrt{v^2 + h^2})$. Заменяем, что при $v_0 = g(h - \sqrt{v^2 + h^2})$ ^{ошибка} v_0 больше, да еще и с мн-мо не имеет v_0 корень и отрицательное h .

значение отрицательно $\Rightarrow v_0^2 = g(h + \sqrt{v^2 + h^2})$. Знаем,

$$v_0 = \sqrt{g(h + \sqrt{v^2 + h^2})}$$

Ответ: $v_0 = \sqrt{g(h + \sqrt{v^2 + h^2})}$

Задача 3.



$$p_1 = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$$

$$p_{\text{пист}} = \frac{pAT}{V} = \frac{pAT}{Sh}; \quad p_{\text{пист}} = p_0 + \frac{mg}{S}; \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{pAT}{Sh} = p_0 + \frac{mg}{S} \Rightarrow h = \frac{pAT}{p_0 S + mg}$$

$$\Delta p = \frac{pAT}{Sh} - \frac{pAT}{S(h + \Delta x)}$$

После преобразований получим:

$$\Delta p = \frac{pAT}{S} - \frac{\Delta x}{h^2}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow ma = \Delta p \cdot S$$

$$ma = \frac{pAT\Delta x}{h^2} \Rightarrow a = \frac{pAT\Delta x}{mh^2}$$

#

(продолжение на обороте)

$$a = \ddot{x} \Rightarrow w = \sqrt{\frac{\dot{v}RT}{m(\dot{v}RT)^2}} = \sqrt{\frac{(p_0 S + mg)^2}{m \dot{v}RT}} = (p_0 S + mg) \cdot (m \dot{v}RT)^{-\frac{1}{2}}$$

Answer: $w = (p_0 S + mg) \cdot (m \dot{v}RT)^{-\frac{1}{2}} =$
 $= (10^5 S + mg) \cdot (m \dot{v}RT)^{-\frac{1}{2}}.$

