



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Китов Сергей Николаевич**

Класс: 11

Технический балл: **83**

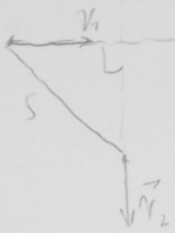
Дата проведения: 26 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9957753

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>14</i>	<i>15</i>	8	<i>15</i>	83
Вопрос	<i>10</i>	8	5	8	

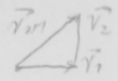
1.2.1. (100)

дана
 $S = 100\text{ м}$
 $t = 10\text{ с}$
 $S^2 = 2S = 200\text{ м}$
 $V_2 = \frac{36\text{ км/ч}}{3.6} = 10\text{ м/с}$
 $V_1 = ?$

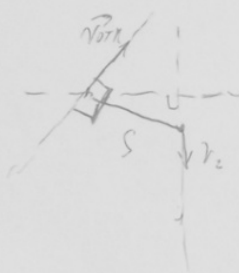


1) перейдем в СО второй автомобиля

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$



$$v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

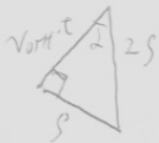


2) Т.к. расстояние минимальное — значит S перпендикулярна скорости и траектории первой машины в СО второй машины, следовательно прямое, без ускорения

3) Построим треугольник перемещений

~~и $v_{отн} \cdot t$~~

Катет угла в 30° равнобедренный равнобедренный, а значит угол $\alpha = 30^\circ$



$$\tan \alpha = \frac{S}{v_{отн} \cdot t} \rightarrow v_{отн} = \frac{S \cdot \tan \alpha}{t}$$

$$v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{S \cdot \tan \alpha}{t}$$

~~$v_1 = \frac{S \cdot \tan \alpha}{t} - v_2$~~

$$\sqrt{v_1^2 + 10^2} = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{10} \rightarrow v_1^2 + 10^2 = 100 \cdot 3 \rightarrow v_1^2 = 300 - 100 = 200 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$v_1^2 = 200 \text{ м}^2/\text{с}^2, v_1 = 10\sqrt{2} \text{ м/с} = 36\sqrt{2} \text{ км/ч}$$

Ответ: $36\sqrt{2} \text{ км/ч}$

Вопрос:

какой-то

1. Скорость — это изменение радиуса ~~вектора~~ за время.

~~закон сохранения~~

~~2. Закон сохранения скорости по отношению к Земле, но относительно скорости тела относительно г*~~

лист 10

~~3. Векторная сумма скорости 1-го объекта относительно второго и скорости~~

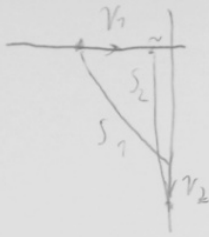
У, 1.1 (Акт 2 /
 Доводы

1. Покрытое покрытие — ^{и покрытие} от отштукатуренного ~~по~~ Акт 2 по ее
 надлежащая форма

2. Отштукатуренная стена толщиной Акт 2 — Хитрая крепость Акт 2, которая
 является отштукатуренной стеной Акт 2, которая является предметом
 и является из которой (глава Акт 2, а также она является
 покрытием покрытия Акт 2

Акт 2
 Укт 2

1.



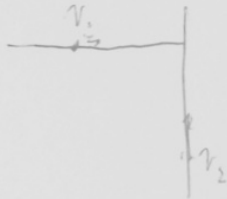
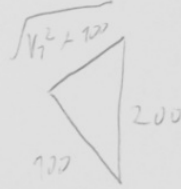
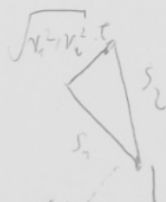
$$v_2 = 26 \text{ км/ч} \Rightarrow v_2 = \frac{36}{36} = 10 \text{ м/с}$$

$$s_1 = 700 \text{ м}$$

$$t = 70 \text{ с}$$

$$s_2 = 200 \text{ м}$$

3 сс



просто угла в 70° линия направлена вертикально



$$v_{\text{пр}} = \frac{s \cdot (t + \dots)}{t}$$

$$v_{\text{пр}} = \frac{100 \cdot \sqrt{5}}{70}$$

$$v_{\text{пр}}^2 = 100 \cdot 7 = 700$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 300$$

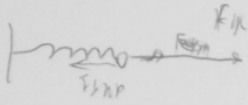
$$v_1^2 + 200 = 700$$

$$v_1^2 = 200$$

Лист 14

Черновик

$ma =$



~~$ma = F_k - F_{R,sp}$~~ $U = \frac{1}{2}kx^2 - kS$

$kS = \frac{b}{L^2} \rightarrow S = \frac{b}{L^2 - k}$

$ma = \frac{b}{(L+x)^2} - k(S-x) = \frac{b}{(L+x)^2} - \frac{b}{L^2} + kx$

$ma = b \left(\frac{1}{L+kx} - \frac{1}{L^2} \right) + kx \quad | \cdot L^2 + 2xL$

$ma = b \left(1 - \frac{L^2 + 2xL}{L^2} \right) + 2kLx +$

300.

~~$\frac{b}{L}$~~ $-\frac{b}{L+x} + \frac{k(S-x)L}{2} = -\frac{b}{L+x} + \frac{k(S^2 - 2SL)}{2}$

$\frac{kxL}{2}$

~~$\frac{b}{L+x} + \frac{kxL}{2}$~~

$v_{0,II} = v_{ad,II} - v_{m,II}$

~~$v_{ad,II}$~~ $v_{ad,II} = v_{0,II} + v_{m,II}$

$-\frac{2b}{L+x} + kS^2 - 2kSL + mv^2 = \text{const}$

2

$ma = b \left(1 - \frac{L^2 + 2xL}{L^2} \right) + 2kxL^2 + 2kx^2L$

$ma = b \left(\left(1 - \frac{L^2}{L^2} \right) + \frac{2xL}{L^2} \right) + kx \cdot L^2$

$ma = b \left(\frac{1}{L^2 + 2xL} - \frac{1}{L^2} \right) + kxL^2 + 2kx^2L$

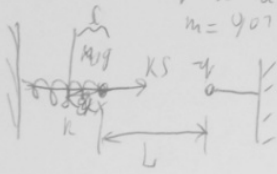
$b \left(\frac{L^2 + 2xL}{L^2 + 2xL} - \frac{L^2}{L^2} \right) + \frac{2xL}{L^2} + kxL^2 + 2kx^2L$

лучше
репробин

$b \left(0 - \frac{2x}{L} \right)$

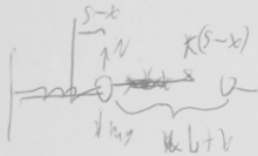
~~$\frac{2xL}{L}$~~ $-\frac{2xL}{L} + kxL^2 + 2kx^2L = ma(L^2 + 2kx^2L)$

2.7.2 $L = 0,5 \text{ m}$
 $q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$
 $m = 907 \text{ кг}$



$T = \frac{1}{297} \text{ с}$

2.7.1: $kS = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}$
 $S = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2 k}$



$ma = k(s-x) + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(l+x)^2}$

$ma = kS - kx + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(l+x)^2}$

$ma = \left(\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}\right) - kx + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(l+x)^2}$

$ma = F_{k1}L + F_{k2} \cdot 2x - kLx - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} + F_{k1}L^2$
 $2x(2F_{k2} - kL) + F_{k1}L(1+L)$



3.0.3.

$\frac{kS^2}{2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L}$

$ma = -\frac{b}{L-x} + k(s+x)$

$E_n = \frac{k(s-x)^2}{2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(l+x)}$

$-m\dot{x}^2 - 4x^2 + \dots = -\frac{b}{L-x} + \frac{q^2}{L^2} + kx$

$E_n = \frac{mv^2}{2}$

$kx = \frac{b}{L-x} - \frac{b}{L^2} + m\dot{x}^2$

$\frac{k(s^2 - 2sx + x^2)}{2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(l+x)}$

$ma = \left(\frac{b}{L^2 + 2Lx} - \frac{b}{L^2} + kx\right) = \frac{b}{L(L+2x)} - \frac{b}{L^2} + kx$

$ma = b^2 \left(\frac{1}{L^2 + 2Lx} - \frac{1}{L^2}\right) + kx$

$ma = -W^2 x$

Лист 10
 черновик

$$a = -\omega^2 x$$

Лист 13
7 апреля

$$ma = b \left(\frac{1}{L^2 + 2xL} \right)$$

$$-\omega^2 mx = b \left(\frac{1}{L^2 + 2xL} - \frac{1}{L^2} \right) + kx$$

$$kx = b \left(\frac{1}{L^2} - \frac{1}{L^2 + 2xL} \right) - \omega^2 x$$

$$k = b \left(\frac{1}{L^2 x} - \frac{1}{L^2 x + 2xL} \right) - \omega^2$$

$$k = b \left(\frac{1}{L^2 x} - \frac{1}{L^2 x} \right) - \omega^2 m$$

$$ma = \frac{kq^2}{L^2 + 2xL + x^2} - kx + kx$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$ma = \frac{kq^2}{L^2 + 2xL + x^2} - \frac{kq^2}{L^2} + kx$$

$$kx = \frac{kq^2}{L^2} - \frac{kq^2}{L^2 + 2xL + x^2} + m\omega^2 x$$

$$kx = \frac{kq^2}{L^2} - \frac{kq^2}{L^2 + 2xL + x^2} - m\omega^2 x$$

$$k = \frac{kq^2}{L^2 x} - \frac{kq^2}{L^2 x + 2xL + x^2} - m\omega^2$$

$$k = \left(\frac{kq^2}{L^2 x} - \frac{kq^2}{L^2 x} \right) - m\omega^2$$

$$k = m \omega^2$$

$$k = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 1/97^2 =$$

4.7.1(участ)

Построим изображение (сделаем рисунок при S в фокусе)

дано:
 $f = 8 \text{ см}$
 $p = 5 \text{ см}$
 $d = 3 \text{ см}$



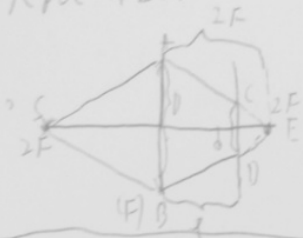
т.к. источник находится в фокусе его лучи будут параллельны главной оптической оси

значит D - это диаметр линзы

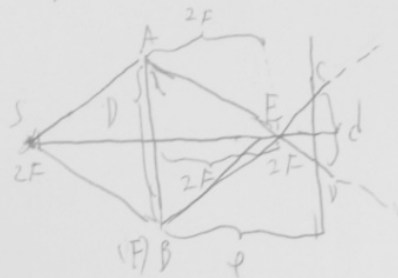
Построим рисунок при S в главном фокусе

Здесь возможны два варианта

при $d < 2f$



при $d > 2f$



Треугольники AEB и CED подобны по трем углам; значит

$$\frac{2f - d}{2f} = \frac{d}{D}$$

$$1 - \frac{d}{2f} = \frac{d}{D}$$

$$\frac{1}{2f} = \frac{D - d}{D}$$

$$F = \frac{D \cdot d}{2(D - d)} = \frac{5 \cdot 8}{2(5 - 3)} = \frac{5 \cdot 8}{4} = 10 \text{ см}$$

$$\frac{1 - 2f}{2f} = \frac{d}{D}$$

$$\frac{1}{2f} - 1 = \frac{d}{D}$$

$$\frac{1}{2f} = \frac{d + D}{D} \rightarrow F = \frac{D \cdot d}{2(d + D)} = \frac{5 \cdot 8}{2(5 + 3)} =$$

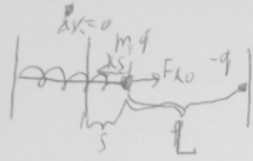
$$\rightarrow F = \frac{5 \cdot 8}{2 \cdot 8} = 2,5 \text{ см}$$

Ответ: при $d > 2f$
 $F = 2,5 \text{ см} = 0,025 \text{ м}$
 при $d < 2f$
 $F = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

лист 4/4
 чистовик

3.8.2 (лист 1)

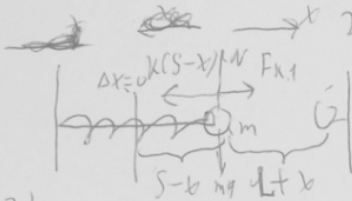
Рассмотрим положение равновесия



1) 231 г для m.

$$kS = F_{k0} = \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi L^2}$$

Рассмотрим момент: при смещении на малое расстояние



2) 231 г для m.
 $x_i - ma = F_{k1} - k(S-x)$

$$-ma = F_{k1} - kS + kx$$

$$-ma = F_{k1} - F_{k0} + kx$$

3) Возвратим k

$$kx = F_{k0} - F_{k1} = ma$$

$$kx = \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi L^2} - \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi (L+x)^2} = ma$$

логарифм (1)

$$kx = \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi L^2} - \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi (L^2 + 2Lx + x^2)} + m \cdot 4\pi^2 f^2 x$$

2) Планшета упрощенная координата

$$x = A \cdot \sin(\omega t)$$

$$v = -A \omega \cdot \sin \omega t$$

$$a = -\omega^2 \cdot x$$

При $x=0$ в момент $t=0$

$$\omega^2 = 4\pi^2 \cdot f^2$$

$$a = -4\pi^2 \cdot f^2 \cdot x(t)$$

$$k = \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi L^2 x} - \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi (L^2 x + 2Lx^2 + x^3)} + m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2$$

$$k = \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi L^2 x} - \frac{q^2}{4\epsilon_0 \pi L^2 x} + m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2$$

$$k = m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 = 0,01 \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 997^2 \approx 0,95773 \frac{H}{m}$$

Ответ: 0) 85773 $\frac{H}{m}$

Лист 6
 и четвёртый

2.8.7

$$V = 0,1 \text{ м}^3$$

$$J_1 = 905 \text{ мм}^3$$

$$J_2 = 1 \text{ мм}^3$$

$$t = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$p_H = 2330 \text{ Па}$$

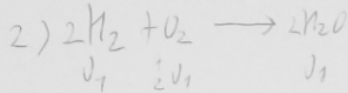
$$\frac{m_{O_2}}{m_2} = 0,23$$

F = ?

1) найдем массу и кол-во в-ва кислорода

$$m_{O_2} = m_2 \cdot 0,23 = M_2 \cdot J_2 \cdot 0,23 = 29 \cdot 1 \cdot 0,23 \text{ г}$$

$$J_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} = \frac{29 \cdot 0,23}{32} \approx 0,2084375 \text{ мм}^3$$



$$J_1 \quad ; \quad J_2$$

$$J_1$$

$$0,2084375 > 0,025 \rightarrow J_{O_2} > J_1/2$$

кислорог в избытке

3) запишем кол-во в-ва после реакции и определим

$$J_1^* = J_1 - J_1 = 0 \text{ мм}^3$$

$$J_2^* = J_2 - \frac{1}{2} J_1 = 1 - 0,025 = 0,975 \text{ мм}^3$$

$$J_{H_2O} = J_1 = 905 \text{ мм}^3$$

4) запишем уравнение Менделеева-Клапейрона после реакции \rightarrow и охлаждение для воды. Примем, что вода — идеальный газ

$$p = \frac{J_{H_2O} R t}{V} = \frac{905 \cdot 8,31 \cdot 293}{0,1} = \frac{1}{2} \cdot 8,31 \cdot 293 \approx 1217,475 \text{ Па}$$

$$F = \frac{p}{p_H} = \frac{1217,475}{2330} \approx 52,24\%$$

ответ: 52,24%

Вопросы:

1. Я знаю испарение, кипение и возгонку
2. Удельная теплота парообразования — теплота, которую нужно сообщить 1 кг в-ва для ^{его} перехода из жидкого в пар.

Лист 3/4
числовый

4.21. (21.10.07)

2. Векторная сумма сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 равнодействующая \vec{F} определяется по правилу параллелограмма. — закон сложения векторов

10.11.21

Микрофизика

3.8.2 (лист 2)

1. Напряженность электрического поля — это характеристика поля (скаляр)
 показывает ее взаимодействие с пробными зарядами в данной точке поля.
2. Потенциал — скалярная характеристика поля, такая, что суммарная работа зарядов с произвольными зарядами и перемещением их из одного состояния в другое не зависит от траектории.

Лист 3
 убитов

14059
reprodukt

$$\begin{array}{r} 7277,415 \\ 7165,0 \\ \hline 5271 \\ 4660 \\ \hline 5875 \\ 4660 \\ \hline 17550 \\ 8320 \\ \hline 2230 \end{array}$$

0,07 ~~x 17~~ ~~x 17~~ ~~x 17~~

$$\begin{array}{r} 4,3 \\ \hline 4,317 \\ \hline 4,317 \\ \hline 12,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,56 - 3 \\ 3,19 \\ \hline 50,24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12,56 \\ 3,19 \\ \hline 50,24 \\ 12,560 \\ \hline 376800 \\ \hline 30,4389 \end{array}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{20}{15} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{2}{3}$$

$$\begin{array}{l} 3 \cdot 1,5 \cdot 1,4 \\ 6 \cdot 3 \cdot 3 \cdot \frac{2}{3} \\ 0,0 = 21 \end{array}$$

$$38,4787$$

$$\begin{array}{r} 39,7 \\ \hline 1,47 \end{array}$$

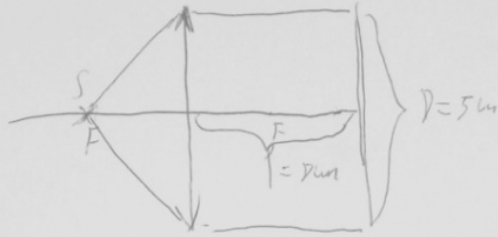
$$\begin{array}{r} 39,7 \\ 1,47 \\ \hline 2750 \\ 75760 \\ \hline 39400 \\ \hline 57,917 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57,9 \\ \hline 1,47 \\ \hline 3 \end{array}$$

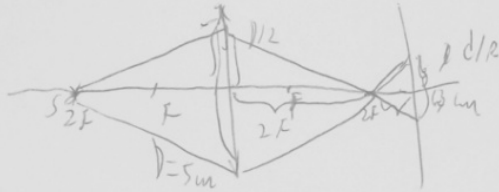
$$\begin{array}{r} 4053 \\ 63 \\ \hline 930 \\ \hline 2500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57,9 \\ 1,47 \\ \hline 9053 \\ 23160 \\ \hline 57900 \\ \hline 0,85113 \end{array}$$

$D = 5 \text{ cm}$



луч 72
чепробан



$\frac{5 \cdot 8}{2(5-3)}$

$\frac{5 \cdot 8^2}{8} = 70 \text{ cm}$



$\frac{D/2}{d/2} = \frac{2F}{x}$

$x = 4 - 2F$

$\frac{d/2}{D/2} = \frac{4-2F}{2F}$

$\frac{d}{D} = \frac{4}{2F} - 1$

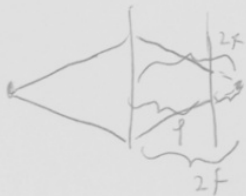
$\frac{4}{2F} = \frac{d}{D} + 1$

$\frac{4}{2F} = \frac{d+D}{D}$

$\frac{2F}{4} = \frac{d}{d+D}$

$F = \frac{d \cdot D}{2(d+D)}$

$\frac{7 \cdot 8}{2 \cdot 8} = 35$



$\frac{D}{d} = \frac{2F}{2F-4}$

$\frac{d}{D} = \frac{2F-4}{2F}$

$\frac{d}{D} = 1 - \frac{4}{2F}$

$\frac{4}{2F} = 1 - \frac{d}{D} = \frac{D-d}{D}$

$2F = \frac{D}{1 - \frac{d}{D}}$

$F = \frac{D \cdot d}{2(D-d)}$

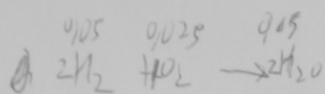
2.5.1

$V = 0,1 \text{ m}^3$
 $\nu_1 = 0,05 \text{ mol}$
 $\nu_2 = 1 \text{ mol}$
 $t = 293$
 $p_H = 2330 \text{ Па}$
 $A = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$

$m_0 = \nu_2 \cdot M_0 = 1 \cdot 29 = 29 \text{ г}$
 $m_{\text{air}} = 29 \cdot 0,232$
 $J_{\text{air}} = \frac{m_{\text{air}}}{M_{\text{air}}} = \frac{29 \cdot 0,232}{32}$

лет в термосе

$0,2332 + 0,76 \cdot 29 = 29$



лет в термосе

$J(\text{H}_2) = 0$

$J(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0,025 = 0,975 \text{ mol}$

$J(\text{H}_2) = 0,05$

$pV = JRT$
 $p = \frac{JRT}{V} = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot 293}{0,1} = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 293 = \frac{1}{2} \cdot 8,31 \cdot 293$

$\gamma = \frac{p}{p_H} = \frac{1217,475}{2330}$

$$\begin{array}{r} 293 \\ 731 \\ \hline 293 \\ 8790 \\ \hline 000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 293 \\ 837 \\ \hline 293 \\ 238790 \\ \hline 234900 \\ \hline 2434,83 \end{array}$$

293

$$\begin{array}{r} 2434,83 \\ 292 \\ \hline 1217,415 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 667 \overline{) 31} \\ 64 \\ \hline 270 \\ 256 \\ \hline 140 \\ 128 \\ \hline 120 \\ 96 \\ \hline 240 \\ 224 \\ \hline 160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 25 \\ \hline 0,232 \end{array}$$