



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Подобедов Владислав Владимирович**

Класс: 11

Технический балл: **82**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9380979

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	82
Вопрос	<i>5</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	

Условие

№ 2.2.1.

Дано:

$m = 5 \text{ кг}$

$V = 1 \text{ л}$

$t = 100^\circ \text{C}$

$S = 0,01 \text{ м}^2$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$P_0 = 10^5 \text{ Па}$

 Δx

Решение:



при горизонтальном расположении цилиндра давление воздуха равно давлению водяного пара.

Поставив цилиндр вертикально, на водяной пар начнет действовать сила тяжести поршня, а давление воздуха останется прежним. Давление паров P_0 , т.к. его температура $t = 100^\circ \text{C}$ и пар является насыщенным. Тогда, $P_0 S = mg + PS \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = P_0 - \frac{mg}{S} = ~~10^5 \text{ Па}~~ = 10^5 \text{ Па} - \frac{5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,01 \text{ м}^2} = 9,5 \cdot 10^4 \text{ Па} = 95 \text{ кПа}.$$

По условию, температура в обеих частях цилиндра неизменна, значит, для воздуха выполняется

$$PV = \text{const.} \text{ Следовательно, } P_0 V = P V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{P_0}{P} V = \frac{10^5 \text{ Па}}{9,5 \cdot 10^4} V = 1,05 V$$

$$\text{Тогда, } S \Delta x = V_1 - V \Rightarrow \Delta x = \frac{V_1 - V}{S} = \frac{1,05 V - V}{S} = \frac{1,05 - 1}{0,01} = 5 \text{ мм}.$$

Вопросы:Ответ: 5 мм.

1. Влажность - степень содержания влаги в воздухе.

2. Относительная влажность - процентное содержание влаги в воздухе. (отношение абсолютной влажности к максимальной абсолютной влажности) ①

Чистовик

N 4.3.1

Дано:

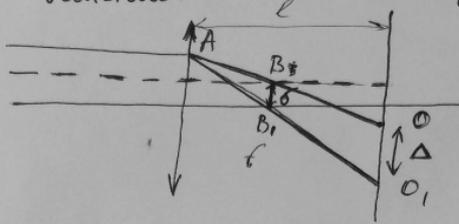
$l = 20 \text{ см}$

$\delta = 0,5 \text{ см}$

$\Delta = 1 \text{ см}$

 $f = ?$

Решение:



лучи, которые идут параллельно главной оптической оси проходят через фокус.

из подобия $\triangle ABB_1$ и $\triangle AOO_1$ ($\triangle ABB_1 \sim \triangle AOO_1$, по двум углам)

$$\frac{\delta}{f} = \frac{\Delta}{l} \Rightarrow f = \frac{l}{\Delta} \cdot \delta = \frac{20 \text{ см}}{1 \text{ см}} \cdot 0,5 \text{ см} = 10 \text{ см}$$

Ответ: 10 см

Вопросы:

1. Фокусное расстояние - расстояние от центра линзы до её фокуса. Фокус - точка, в которой пересекаются лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической осей.
2. Оптическая сила тонкой линзы - $\boxed{D = \frac{1}{F}}$ - величина, обратная фокусному расстоянию.

Чистовик

№ 3.5.1

Дано:

$$m = 100 \text{ г}$$

$$\alpha_{\text{пр}} = 30^\circ$$

σ_1 (полн. широк)

$$\sigma = +3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$$

$$q = +3 \text{ мкКл}$$

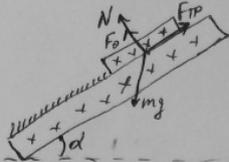
σ_2 (полн. широк)

$$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = ?$$

Решение:



вблизи пластин создается

$$\text{поле: } E = \frac{\sigma}{2\epsilon}$$

он отталкивается от этого

$$\text{поля с силой: } F = qE = \frac{q\sigma}{2\epsilon}$$

по 3 Закону Ньютона: $N = mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon}$

Также, $F_{\text{тр}} = \mu N \frac{x}{l} = \mu \left(mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon} \right) \frac{x}{l}$

работа по преодолению силы трения равна:

$$A_{\text{тр}} = \int_0^l F_{\text{тр}} dx = \int_0^l \mu \left(mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon} \right) \frac{x}{l} dx = \frac{\mu}{2} \left(mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon} \right) \frac{l}{2}$$

из закона сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = 2 mgl \sin \alpha - \mu \left(mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon} \right) \frac{l}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{4gl \sin \alpha - \mu \left(g \cos \alpha l - \frac{q\sigma}{2\epsilon} l \right)}$$

Значит,

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{4gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l + \frac{\mu q \sigma}{2\epsilon} l}{4gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l}} \approx 1,26$$

Ответ: 1,26

Вопрос:

1. Электроёмкость — отношение заряда к его потенциалу.

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

3

2. $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$

C — ёмкость [Ф]

ϵ_0 — электрическая постоянная $\left[\frac{\text{Ф}}{\text{м}} \right]$

ϵ — электрическая проницаемость

d — расстояние между обкладками [м]

S — площадь обкладок конденсатора [м²]

Установив

№ 1.3.1

Дано:

$M = 1 \text{ кг}$

$N = 2 \text{ Вт}$

$3 m_0 = M$

$\mu = 0,3$

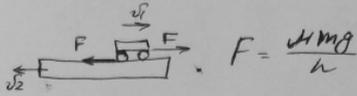
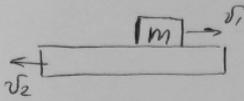
$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

X - ?

Решение:

по закону сохранения импульса:

$$\frac{M}{n} \cdot v_1 = M v_2 \rightarrow v_1 = v_2 n$$



в с.о. автомобиля, когда движение установилось, она будет стационарной.

$$F \delta(1+n) = N \rightarrow v = \frac{N}{F(1+n)} = \frac{N \mu}{\mu m g (1+n)} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

(v - скорость доски)

до установившегося равноускоренного движения автомобиля, он движется с ускорением $a = \mu g = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, а

доска: $A = \frac{g}{n} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

время ускоренного движения $t = \frac{v}{A} = 0,5 \text{ с}$

Тогда, автомобиль проедет $x_1 = \frac{at^2}{2} = \frac{3 \cdot 0,5^2}{2} = 0,375 \text{ м}$

доска - $x_2 = \frac{At^2}{2} = \frac{1 \cdot 0,5^2}{2} = 0,125 \text{ м}$

Весь путь, $S = x_1 + x_2 = 0,375 + 0,125 = 0,5 \text{ м}$

Ответ: 0,5 м

Вопросы:

$\bar{p} = m \bar{v}$

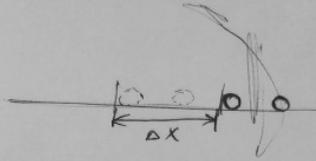
- Импульс системы материальных точек - определяется произведением массы материальной точки на ее скорость.
- Закон сохранения импульса - если на систему материальных точек не действуют внешние силы или их действие скомпенсировано, то полный импульс системы сохраняется.

④

Черновик

№ 1.3.1

$M_g = 1 \text{ кг}$
 $N = 2 \text{ Вт}$
 $3m_a = M_g$
 $\mu = 0,3$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



ЗСЦ:

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_1$
 $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$

ЗСЦ:

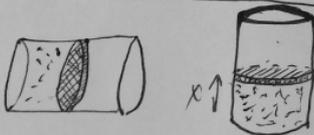
ЗСЦ: $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = \text{const}$
 (абсолютно упругий) — сумма импульсов всех мат. точек в закрытой системе
 (абсолютно неупругий) — векторная величина, сумма импульсов

ЭИМТ определяется произведением массы материальной точки на её скорость.

ЗСЦ: векторная сумма импульсов всегда константна.

№ 2.2.1

$m_n = 5 \text{ кг}$
 $V = 1 \text{ л}$
 $t = 100^\circ \text{C}$
 $S = 0,01 \text{ м}^2$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $P_0 = 10^5 \text{ Па}$



$PV = \nu RT$

давление паров P_0 , т.к. температура $t = 100^\circ \text{C}$ и пар насыщен.

Зн, $P_0 S = mg + PS \Rightarrow P = P_0 - \frac{mg}{S} = 95 \text{ кПа}$

т.к. t — неизменна, то для воздуха выполняется

$PV = \text{const}$; следовательно, $P_0 V = P V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{P_0}{P} \cdot V =$

$\frac{0,05}{0,01} = 5$

$\Delta x = \frac{V_1 - V}{S} = \frac{1,05 \text{ л} - 0,01 \text{ л}}{0,01} = 104 \text{ см}$

Влажность — плотность паров

Относительная влажность — $\frac{P}{P_{\text{нас}}}$

P — плотность паров

$P_{\text{нас}}$ — плотность насыщ. паров.

Черновик

№ 3.5.1

$m = 100 \text{ г}$

$\alpha_{\text{пр}} = 30^\circ$

v_1 (полностью на шерохах)

$\sigma = +3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$

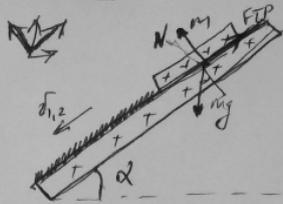
$\mu = +3 \text{ мкКл}$

v_2 (полн. на шерохах)

$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

? $v_1 = v_2$



Вблизи себя пластины создают поле:

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon}$

Пластины отталкиваются от этой пластин с силой $F = qE = \frac{q\sigma}{2\epsilon}$

$N = mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon}$

$F_{TP} = \frac{mg \sin \alpha}{\mu N}$

$F_{TP} = \mu (mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon}) \frac{1}{\epsilon}$

$A_{TP} = \int_0^l F_{TP} dx = \int_0^l \mu (mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon}) \frac{x dx}{\epsilon} = \mu (mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon}) \frac{l^2}{2}$

по ЗСЭ:

$\frac{mv^2}{2} = 2mgl \sin \alpha - \mu (mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon}) \frac{l^2}{2} \rightarrow$

$v \Rightarrow \sqrt{2gl \sin \alpha - \mu (g \cos \alpha - \frac{q\sigma l}{2m\epsilon})}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l + \frac{\mu q \sigma l^2}{2m\epsilon}}{2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l}} \approx 1,26$

Емкость - величина, которая равна отношению заряда, перенесенного проводником, к потенциалу этого проводника относительно заряда и его потенциал проводника

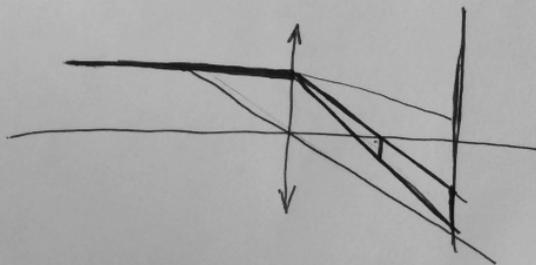
$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$

l - емкость [Ф]
 ϵ - электрическая проницаемость среды
 ϵ_0 - электрическая постоянная [$\frac{\text{Ф}}{\text{м}}$]
 d - расстояние между обкладками [м]
 S - площадь обкладок конденсатора

$C = \frac{q}{\phi}$

№ 4.3.1

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



6

Фокусное расстояние - расстояние от центра линзы до ее фокуса. Фокус - точка, в которой пересекаются лучи, падающие на линзу || глав. оптич. осн.

Оптическая сила линзы -

$D = \frac{1}{F}$ - величина, обратная фок. расстоян

№2

Черновик

8.10
901

При горизонтальном расположении цилиндра давление воздуха равно давлению водяного пара.

Поставив цилиндр вертикально на водяной пар стала действовать сила тяжести поршня, а давление воздуха осталось прежним. Давление паров P_0 , и температура $t = 100^\circ\text{C}$ и пар является насыщенным.

$$\text{Тогда, } P_0 \delta = mg + P \delta \Rightarrow P = P_0 - \frac{mg}{\delta} = 95 \text{ кПа}$$

По условию, температура в обеих частях цилиндра неизменна, значит, для воздуха выполняется

$$PV = \text{const. Следовательно, } P_0 V = P V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{P_0}{P} V = 1,05 V$$

$$\text{Тогда, } \delta \Delta x = V_1 - V \Rightarrow \Delta x = \frac{V_1 - V}{\delta} = \frac{1,05V - V}{\delta} = \frac{1,05 - 1}{0,01} = 5 \text{ мм}$$

$$10^5 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0,01} = 9,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\begin{array}{r} 10^5 \\ 9,5 \cdot 10^4 \\ \hline 100 \overline{) 95} \\ \underline{95} \\ 00 \\ \hline 3500 \end{array}$$

$$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

7