



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Полончук Николай Андреевич**

Класс: 11

Технический балл: **81**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9891280

	1	2	3	4	Σ
Задача	8	15	15	15	81
Вопрос	6	7	8	7	

Вариант №2
Вариант №2

листочки №2...
листочки №1 и №6

№1.3.1.

Вопрос: Общий импульс системы материальных точек - векторная сумма импульсов каждой из точек.

$$\vec{P}_{\text{сист}} = \sum_i \vec{P}_i$$

ЗСИ: ~~В системе при отсутствии внешних сил~~ Импульс системы сохраняется в проекции на ось, вдоль которой ~~силы~~ не действуют внешние силы или действие внешних сил скомпенсировано.

№2.2.1.

Вопрос:

Влажность - ~~факт~~ плотность паров при данной темп.

Относит. влажность - отношение давления паров к давлению насыщенного пара при данной темпер.

(или отношение плотностей) $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}}$

№4.3.1.

Вопрос: фокусное расстояние - расстояние от ~~центра~~ оптического центра линзы до точки, где сходятся лучи (или продолжения лучей) идущих до прохождения через линзу параллельно главной оптической оси

Опт. сила - величина, обратная фокусу

D - опт. сила

F - фокус

$$D = \frac{1}{F} \quad [D] = \text{диоптрии} = \frac{1}{\text{м}}$$

Вариант №2

листок №2 из 6
сферы

№3.51.

Вопрос: ~~Электроемкость - отношение заряда q к разности потенциалов~~ ϵ бесконечностью разнкоЭлектроемкость - отношение заряда q на сфере, имеющей с бесконечностью разность потенциалов φ к этому потенциалу:

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad \epsilon\text{-диэлектр. проницаемость}$$

$$C_{\text{плоск.}} = \frac{S \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{d} \quad S - \text{площадь обкладок}$$

d - расстояние между обкладками.

 ϵ_0 - электрическая постоянная.

№3.51. (Задача)

Во т.к. посылка на шероховатой части пластина не вызывает движение при $\alpha_{\text{кр}} \leq 30^\circ \Rightarrow \mu = \tan \alpha_{\text{кр}} =$

$$\Rightarrow \mu = \tan(30^\circ) = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

l - длина пласт.

$$x: N = mg \cos \alpha$$

$$y: ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$ma = mg \sin \alpha - \frac{z}{l} \cdot \mu mg \cos \alpha$$

$$\ddot{z} + \frac{\mu g \cos \alpha}{l} z = g \sin \alpha$$

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu g \cos \alpha}{l}}$$

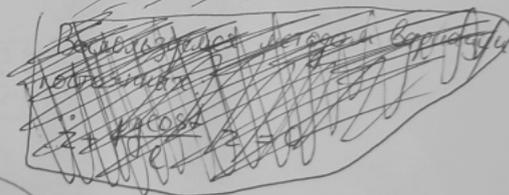
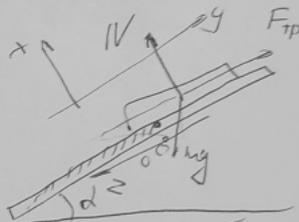
z

$$a_z = g \sin \alpha \cdot \cos(\omega t) \quad \text{колебания, до момента}$$

когда $z = l$

(т.е. момента

когда заезжа)



Вариант №2

№ 3.5.1. (задача)

ЗЧЭ: I cl. $E_0 = 0$

$E_0 = A_{TP} + E_k$

$E_{k1} = \frac{m v_1^2}{2} - mg l \sin \alpha$

$A_{TP1} = \int_0^l \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{z}{l} dz = \frac{\mu mg \cos \alpha}{2l} \cdot z^2 \Big|_0^l = \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}$

II cl. $E_0 = 0$ $E_{k2} = \frac{m v_2^2}{2} - mg l \sin \alpha$

$A_{TP2} = \int_0^l F_{TP2} dz$

~~и~~ F_{TP2} - сумма взаимодействий

$N_2 = mg \cos \alpha - \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot \sigma \cdot l}{z^2} = F_3$

$F_3 = q \cdot E = \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0}$

$F_{TP2} = \frac{2}{l} \mu mg \cos \alpha - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0} \cdot \frac{z}{l}$

$A_{TP2} = \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2} - \frac{q \sigma}{4 \epsilon_0} \cdot \frac{l}{2}$

$v_1^2 = 2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l$

$v_2^2 = 2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l + \frac{\mu q \sigma l}{2 \epsilon_0}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{20 \cdot \sin \alpha - \mu \cdot 10 \cdot \cos \alpha + \mu \cdot \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1}}{20 \sin \alpha - \mu \cdot 10 \cdot \cos \alpha}}$

Т.к. задача не решается без данного угла α , предполагаю, что $\alpha = \alpha_{кр} = 30^\circ$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{10 - 5 + \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 0,2}}{10 - 5}} = \sqrt{\frac{5 + \frac{5}{\sqrt{3}}}{5}} = \sqrt{\frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3}}}$

Ответ: $\sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}$ раз.

Вариант №2

Вариант №2

№ 2.2.1. (задача)

$$m = 5 \text{ кг} \quad V = 1 \text{ м} = 0,001 \text{ м}^3$$

$$t_m = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$$

$$S = 0,01 \text{ м}^2$$

$$T = \text{const}$$

известно, что

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

$$p_n = p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

система...
цистовик ~ 4 из 6

т.к. водяной пар оказывается снизу и $T = \text{const}$ и он изотермально расширяется, то давление там не увеличится, лишь сконденсируется часть пара

$$p_0 - p = \frac{mg}{S}$$

$$p_0 = p_0 \quad \text{изотерма} \Rightarrow pV = \text{const}$$

$$p = \frac{p_0 \cdot V}{V_k} = \frac{p_0 V}{V_k} = \frac{p_0 V}{V + S \cdot x}$$

$$p_0 - p_0 \frac{V}{V + Sx} = \frac{mg}{S} \Rightarrow \left(p_0 - \frac{mg}{S} \right)^{-1} = \frac{V + Sx}{p_0 V}$$

$$\frac{Sx}{p_0 V} = \frac{1}{p_0 - \frac{mg}{S}} - \frac{1}{p_0} \Rightarrow x = \frac{p_0 V}{S} \cdot \left(\frac{1}{p_0 - \frac{mg}{S}} - \frac{1}{p_0} \right)$$

$$x = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} \cdot \left(\frac{1}{10^5 - \frac{10 \cdot 5}{10^{-2}}} - \frac{1}{10^5} \right) = 10^4 \cdot \left(\frac{1}{10^5 - 5 \cdot 10^3} - \frac{1}{10^5} \right) =$$

$$= \frac{1}{10 - \frac{1}{2}} - \frac{1}{10} = \frac{10 - 10 + \frac{1}{2}}{100 - 5} = \frac{\frac{1}{2}}{95} = \frac{1}{190} \text{ м}$$

l_0 - расстояние между дном и поршнем

$$l_0 = \frac{V}{S} = 10^{-1} = \frac{1}{10} \text{ м} \quad \frac{1}{10} \text{ м} > \frac{1}{190} \text{ м} \Rightarrow x = \frac{1}{190} \text{ м}$$

Вариант ~ 2
~ 1.3.1. (задача)

уставил ~ 5 из 6
v

$M = 1 \text{ км}$ Внешних сил
 $m = 3M$ нет \Rightarrow центр масс
останется на месте.



$\mu = 0,3$
 $N = 2 \text{ Вт}$
 $x - ?$

$\rho_m = \rho_g \Rightarrow M \cdot U = m \cdot v \Rightarrow U = \frac{m \cdot v}{M}$

машину разгоняет сила трения

~~$m a_m = \mu m g$ $a_m = \mu g$~~

~~$E_0 = 0 = A_{\text{тр}} + E_k$~~

~~$\frac{dE_k}{dt} = N - \text{условие}$
отсутствие проскальзывания $a_m v$~~

~~$\frac{dE_k}{dt} = \frac{m^2 + mM}{2M} \cdot v \frac{dv}{dt} = \frac{m(m+M)}{2M} \cdot v \cdot \mu g = N$~~

~~$a_m = \frac{2M \cdot N}{m(m+M) \cdot v}$~~

~~$v = \frac{2M \cdot N}{m(m+M) \cdot \mu g}$~~

~~$M a_g = m a_m$~~

~~$E_k = \frac{M \cdot U^2}{2} + \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m^2 v^2}{2M} + \frac{m \cdot v^2}{2}$~~

~~колеса перестанут~~



$m(a_m + a_g) = m \cdot \mu g \Rightarrow a_m + a_g = \mu g$

$a_g = \frac{m}{M} a_m$

$a_m = \frac{\mu g}{1 + \frac{m}{M}} = \frac{\mu g M}{m + M}$

Вариант № 2

задание № 6 из 6

$$\vec{E}_0 = 0 = A_{\text{тр}} + E_k$$

$$E_k = \frac{Mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{m(m+M)}{2M} \cdot v^2$$

условие отсутствия

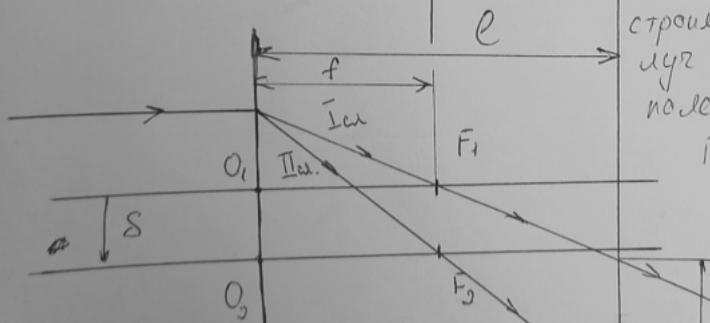
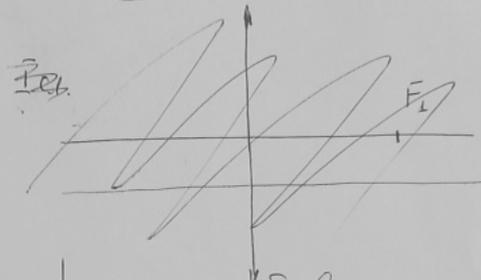
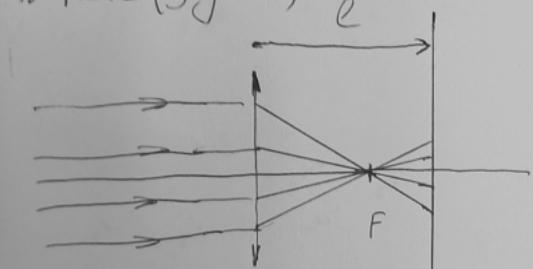
$$\text{проскальзывает: } N = \frac{dE_k}{dt} = \frac{(m+M)m}{2M} \cdot 2v \frac{dv}{dt} = \frac{(m+M)m}{M} \cdot a_{\text{ш}} =$$

$$= \frac{(m+M)m}{M} \cdot \frac{\mu g M}{m+M} = \mu g m \Rightarrow \text{проскальзывает не}$$

$$\text{будет при } v_{\text{кр}} = \frac{N}{\mu g m} \quad \left(t = \frac{v_{\text{кр}}}{a_{\text{ш}}} = \frac{N}{\mu g M} = \frac{N(m+M)}{(\mu g)^2 \cdot m M} \right)$$

$$x = \frac{(a_{\text{ш}} + a_g) t^2}{2} = \frac{\mu g \cdot N^2 \cdot (m+M)^2}{(\mu g)^4 \cdot m^2 \cdot M^2 \cdot 2} = \frac{N^2 (m+M)^2}{2(\mu g)^3 \cdot (mM)^2}$$

№ 4.3.1 (задача)



$f = F = \text{фокусное расстояние.}$

Для удобства
вместо узкого пучка
строим только центральный
луч пучка, чтобы знать
положение центра пятна.

При сдвиге линзы на
 ΔS , на Δ сдвинулась
и главная
оптическая ось.

$$\text{Тогда из подобия} \\ \Delta \frac{l}{f} = \frac{\Delta}{\delta} \Rightarrow f = \frac{l \delta}{\Delta} = 10 \text{ см}$$

Ответ: $F = 10 \text{ см}$

Вариант №2

герцовик.

$$C = \frac{q}{U} = \frac{\sigma \cdot S}{E \cdot l} =$$

$$= \frac{S \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon}{e}$$



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



отношение заряда, создающего
на сфере потенциал φ к этому потенц.

$$\frac{kq}{R} = \varphi \quad C = \frac{q}{\varphi} = \frac{R}{k} = 4\pi \epsilon_0 R$$

$$\frac{\frac{4\pi^2}{c^2} \cdot k^2}{2 \cdot \frac{u^3}{c^6} \cdot k^2} = \frac{u^2 \cdot u^2}{\frac{u^3}{c^4} \cdot k^2} = \frac{k^2 \cdot \frac{u^2}{c^4} \cdot u^2}{\frac{u^3}{c^4} \cdot k^2}$$

Половичук Н.А. 899207

Нет разбалловки по задачам, поэтому буду считать баллы за каждую из задач исходя из критериев.

Оценка
не учтена
50%

1. Вопрос: всё верно и чётко

- 10б

2. Вопрос: абсолютная влажность определена верно, т.к. указано, что это именно плотность, что также является показателем содержания воды в теле или воздухе, лишь несколько неточно. Определение относительной влажности верно

- 9б (4б за абсолютн. влажность и 5б за относит.)

3. Вопрос: определение электроёмкости не совсем точно, формула плоского конденсатора верна

- 9б (4б за эл-ть и 5б за формулу)

4. Вопрос: определение фокусного расстояния не совсем верно, определение оптической силы верно (под "фокус" естественно подразумевается "фокусное расстояние")

- 8б (3б + 5б)

1. Задача: путь решения отличается от авторского, верно записаны законы сохранения импульса и энергии (-3б), верно найдено ускорение (-2б), формульно указано, что доски разгоняются мощностью машины (-2б), ошибка лишь в определении мощности

- 7б

2. Задача: полностью верно $1/190\text{м} = 5.3\text{мм}$

- 15б

3. Задача: полностью верно $\text{Sqrt}(1 + 1/\text{Sqrt}(3)) = 1.26$, где $\text{Sqrt}(x)$ - квадратный корень из x

- 15б

4. Задача: также полностью верно (в своей работе не рассматривал случаи $s > l$ и $f < l$, т.к. из правил построений геометрической оптики очевидно, что от этого ничего не зависит)

- 15б

Итого: $10 + 9 + 9 + 8 + 7 + 15 + 15 + 15 = 88$