



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Соколов Никита Павлович**

Класс: 11

Технический балл: **88**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9141333

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	88
Вопрос	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	

Упробук $\sqrt{2}$

$$mg \sin \alpha = mg \cos \alpha \mu$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\frac{6}{2\epsilon_0} = \frac{k\lambda u^2}{q\lambda u} = \frac{k\lambda}{q\lambda u} = \frac{k\lambda}{\frac{k\lambda}{B} \cdot u} = \frac{B}{u} = E$$

$$\frac{U}{d} = E$$

Найти

$$mg \quad \text{на} \quad \frac{mv^2}{2} = \cancel{mgl \sin \alpha} - N \mu \cdot l \cdot \frac{\mu}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgl \sin \alpha - Nl \frac{\mu}{2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu}{mg \sin \alpha - 1}}$$

Умножив на 4

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot s}{t} = F_{\text{тр}} \cdot v$$

$$Q = at$$

ω

$$Mu = \frac{M}{3}v$$

$$v = 3u$$

$$v_k = 4u$$



$$F_{\text{тр}} =$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{M}{3} \cdot \mu$$

$$F_{\text{тр}} = Ma_n = \frac{M}{3} a_n$$

$$N \cdot t = \frac{(3u)^2 M}{2} + \frac{u^2 M}{2}$$

$$u = g \mu t$$

$$Nt = \frac{3Mu^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{4Mu^2}{2} = 2Mu^2$$

$$a_n = 3a_n$$

$$Nt = 2M(g\mu t)^2 = 2Mg^2\mu^2 t^2$$

$$N = 2Mg^2\mu^2 t \Rightarrow t = \frac{N}{2Mg^2\mu^2}$$

$$\frac{N}{2Mg\mu} \cdot 3 = S$$

$$mg \sin d = mg \cos d \mu$$

Упробити д'с

$$\mu = \tan d$$

$$mg \sin d l = \frac{mv_2^2}{2} + mg \cos d \mu \frac{l}{2}$$

або

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{mg \sin d l - (mg \cos d \mu - \frac{\epsilon}{4\epsilon_0} q) \frac{l}{2} \mu}{mg \sin d l - mg \cos d \mu \frac{l}{2}}} =$$

$$= \frac{mg \sin d l - mg \cos d \frac{l}{2} \mu + \frac{\epsilon}{4\epsilon_0} q \frac{l}{2} \mu}{mg \sin d l - mg \cos d \frac{l}{2} \mu}$$

$$1 + \frac{\frac{\epsilon}{4\epsilon_0} q \mu}{mg (\sin d - \cos d \frac{\mu}{2})} = 1 + \frac{\frac{\epsilon}{4\epsilon_0} q \mu}{4\epsilon_0 mg (\sin d - \frac{\cos d \mu}{2})}$$

$$1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot \tan 30^\circ}{4 \cdot 10^{-12} \cdot (5 \sin 30^\circ - \frac{\cos 30^\circ \cdot \tan 30^\circ}{2})} = \frac{\tan 30^\circ}{4 \cdot \frac{\sin 30^\circ}{2}} = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{1}{2 \cos 30^\circ}$$

$$1 + \frac{1}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \sqrt{1 + \frac{1}{3}}$$

$$\sqrt{3} \approx$$

2	2
2 9	2 9
2 78	2 74
2 73	2 74
5 79	6 96
1 2 1 1	1 3 1 8
1 7 3	1 7 4
2 5 8 2 9	3 1 2 7 6

$$\sqrt{1,43} \approx$$

1,2	1,2
1,27	1,27
1,27	1,27
8 8 9	8 8 9
2 5 4	2 5 4
1,43	1,43
15	15
23	23
27	27
20	20
18	18

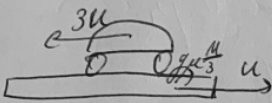
Упражнение 13

$$N \cdot t = \frac{M \cdot v}{3}$$

$$M u = \frac{M}{3} v$$

$$v = 3u$$

$$v_{\text{центр}} = 2u$$



$$a = g \mu$$

$$g \mu \cdot \frac{M}{3} = a \cdot g \mu \cdot \frac{M}{3} = \frac{a}{3} = \frac{g \mu}{3}$$

$$a t = 3u$$

$$t = \frac{3u}{a} = \frac{3u}{g \mu} = \frac{3u}{g \mu}$$

$$N \cdot t = \frac{3W \frac{M}{3}}{2} + \frac{u^2 \cdot M}{2} = \frac{3u^2 M}{2} + \frac{u^2 M}{2} = 2u^2 M$$

$$N \cdot t = \frac{2 \cdot g \mu \cdot M}{3}$$

$$N \cdot t = \frac{2 \cdot g \mu \cdot M}{3}$$

$$t = \frac{N \cdot g \mu}{2 M g^2 \mu^2}$$

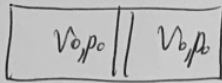
$$\frac{2^2 \cdot 2^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 10^2 \cdot \frac{2^2}{10^2}} = \frac{4}{2} = 2 \quad \frac{N^2 \cdot 2^2 \cdot 2^2}{u^2 g^3 \mu^3 M^2}$$

$$s = t \cdot 2u = t \cdot \frac{2 \cdot g \mu}{3} = t^2 \cdot \frac{2}{3} g \mu = \frac{N^2 \cdot 2^2 \cdot g \mu \cdot 2}{4 \cdot 2 \cdot M^2 \cdot g^3 \mu^3}$$

Черновики №1

$$\begin{array}{r} 72 \\ 725 \\ 5725 \\ \hline 6250 \frac{5}{4} \\ 250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7737 \\ 25 \overline{) 95766} \\ \underline{23} \\ \underline{27} \\ 20 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 12 \\ 725 \\ \times 725 \\ \hline 625 \\ 250 \\ \hline 725 \\ 15625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 226 \\ 71+6 \end{array}$$

$$p_0 = \frac{mg}{S} + p_1$$

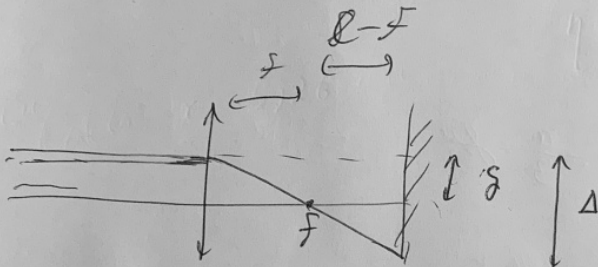
$$p_1 = p_0 \cdot \frac{V_0}{V_1}$$

$$\left(\frac{mg}{S} + p_1\right) V_0 = V_1 p_1$$

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

$$p_0 = \frac{mg}{S} + p_0 \cdot \frac{V_0}{V_1}$$

$$\frac{p_0 V_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} = V_1$$



$$x = \frac{V_0 - V_1}{S} = \frac{p_0 V_0 - p_0 \frac{V_0}{S}}{p_0 - \frac{mg}{S}} =$$

$$\frac{f}{l-f} = \frac{\delta}{\Delta - \delta}$$

$$= \frac{V_0 p_0 - V_0 \frac{mg}{S} - p_0 V_0}{S} =$$

~~$$f \Delta - f \delta = l \delta - f \delta$$~~

$$= \frac{S(p_0 - \frac{mg}{S})}{S(p_0 - \frac{mg}{S})} =$$

$$f \Delta = l \delta$$

$$f = \frac{l \delta}{\Delta} = \frac{0.5 \cdot 20}{1} = \frac{20}{2} = 10$$

$$= \frac{1.5 \cdot 70 \cdot 10^3}{999 - (20^2 \cdot 0.01 - 5 \cdot 20)} =$$

$$\begin{array}{r} 1000 \overline{) 790} \\ \underline{950} \\ 500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 500 \\ \times 190 \\ \hline 950 \\ 950 \\ \hline 290 \end{array}$$

$$= \frac{105000}{1000 - 50} = \frac{5000}{950} = \frac{1}{190}$$

Установки

Вариант №2

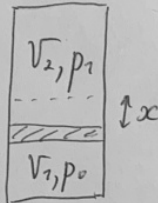
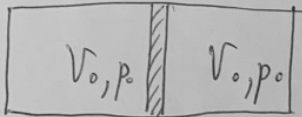
лист №1

№2.2.1

Абсолютная влажность воздуха - количество водяного пара в воздухе.

Относительная влажность - отношение текущей ~~абсолютной~~ ^{текущей} влажности пара к ~~текущей~~ ^{максимальной} влажности пара при ~~данной~~ ^{такой же} температуре. Или же отношение ~~абсолютной~~ ^{текущей} влажности пара к давлению насыщенного пара. $\eta = \frac{p_p}{p_{\text{нп}}} = \frac{p_p}{p_{\text{нп}}}$.

После перевертывания ~~давления~~ ^{давление} пара должно увеличиться, но это невозможно, так как он насыщенный \Rightarrow часть пара конденсируется и его объем уменьшится.



$$p_0 = 10^5 \text{ Па} = p_{\text{нп}}$$

$$V_0 = 1 \text{ л}$$

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

$$S = 0,01 \text{ м}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$p_1 + \frac{mg}{S} = p_0$$

$$p_0 V_0 = \nu R T = V_2 p_1 \Rightarrow p_1 = \frac{p_0 V_0}{V_2}$$

$$V_0 + V_0 = V_1 + V_2 \Rightarrow V_2 = 2V_0 - V_1$$

$$\frac{p_0 V_0}{V_2} + \frac{mg}{S} = p_0$$

$$\frac{p_0 V_0}{V_2} = p_0 - \frac{mg}{S}$$

$$V_2 = \frac{p_0 V_0}{p_0 - \frac{mg}{S}}; \quad x = \frac{V_2 - V_0}{S} = \frac{\frac{p_0 V_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} - V_0}{S} = \frac{V_0}{S} \cdot \left(\frac{p_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} - 1 \right) \ominus$$

~~$$x = \frac{V_2 - V_0}{S} = \frac{\frac{p_0 V_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} - V_0}{S}$$~~

Объем конденсировавшейся воды \ll объема сосуда \Rightarrow пренебрежён или.

Условие

участок №2

№2.2.1. прогнание

$$\ominus \frac{V_0}{S} \cdot \frac{p_0 - p_0 + \frac{mg}{S}}{p_0 - \frac{mg}{S}} = \frac{V_0}{S} \cdot \frac{\frac{mg}{S}}{p_0 - \frac{mg}{S}} = \frac{V_0}{S} \cdot \frac{mg}{p_0 S - mg} \approx 9,00526 \mu$$

$$x = \frac{0,001}{0,01} \cdot \frac{5 \cdot 10}{10^5 \cdot 0,01 - 5 \cdot 10} = 0,1 \cdot \frac{50}{1000 - 50} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \mu \approx 0,00526 \mu$$

$$\text{Ответ } x = 5,26 \mu$$

$$\text{Ответ } x = 5,26 \mu$$

$$\text{Ответ } x = 5,26 \mu$$

Числовик
№ 4.3.1

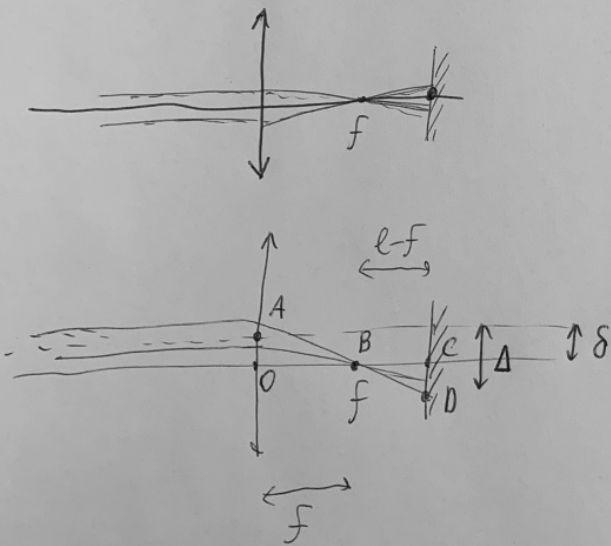
лист № 3

Фокусное расстояние ~~оптической~~ тонкой линзы — расстояние от линзы до фокуса. Фокус — точка главной оптической оси, где сходится лучи преломленные линзой, которые до прохождения через линзу были параллельны её главной оптической оси.

Оптическая сила — величина обратная фокусному расстоянию линзы.

$D = \pm \frac{1}{F}$ (у рассеивающей линзы с "-", а у собирающей с "+").

~~$\frac{1}{d} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F}$~~



Из подобия ΔAOB и ΔBCD :

$$\frac{OB}{BC} = \frac{AO}{CD} \Rightarrow \frac{F}{l - F} = \frac{\delta}{\Delta - \delta} \Rightarrow (l - F)F = \delta l - \delta F \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4 \cdot F = \delta \cdot l \Rightarrow F = \frac{\delta \cdot l}{\Delta} \Rightarrow F = \frac{0,5 \cdot 20}{1} = 10 \text{ см.}$$

Ответ: $F = 10 \text{ см.}$

Электроемкость — величина, характеризующая отношение заряда к напряжению на нём.

Условие №3.5.1.

лист №4
уединённого проводника

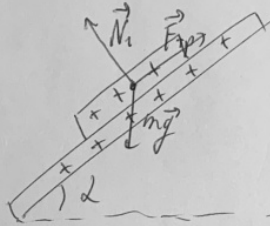
$$C = \frac{q}{U} = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$F_{\sin \alpha} = F_{\text{тр}} \\ mg \sin \alpha_{\text{др}} = mg \cos \alpha_{\text{др}} \mu$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha_{\text{др}}}{\cos \alpha_{\text{др}}} = \text{tg } \alpha_{\text{др}}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$F = q \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$



$$N_2 = N_0 - F = mg \cos \alpha - q \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

ЗСЭ:

$$mgh = \int F_{\text{тр}} dl + \frac{mv^2}{2}$$

$$mgl \sin \alpha = \int F_{\text{тр}} dl + \frac{mv^2}{2}$$

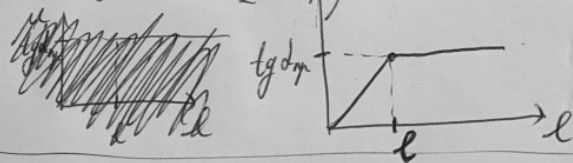
$$\frac{mv_1^2}{2} = \int_0^l (mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}) dl = l(mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu) = l(mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu)$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \int_0^l (mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}) dl = l(mg \sin \alpha - N_2 \mu) = l(mg \sin \alpha - (mg \cos \alpha - q \frac{\sigma}{2\epsilon_0}) \mu)$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{l(mg \sin \alpha - (mg \cos \alpha - q \frac{\sigma}{2\epsilon_0}) \mu)}{l(mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu)}} \quad \text{⊖}$$

$$A_{\text{тр}} = \int_0^l F_{\text{тр}} dl = mg \cos \alpha \cdot \int_0^l \mu dl \quad \text{⊖}$$

$$= mg \cos \alpha \mu l \quad \text{⊖ } N \cdot \mu \cdot \frac{l}{2}$$



Ускорение

вектор $\sqrt{5}$. $\sqrt{3,57}$ програмерие

$$\textcircled{=} \frac{mg \sin d - (mg \cos d - q \frac{6}{2\epsilon_0} \mu \cdot \frac{6}{2\epsilon_0}) \cdot \mu \frac{1}{2}}{mg \sin d - mg \cos d \cdot \mu \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{1 + \frac{q \frac{6}{2\epsilon_0} \mu}{mg \sin d - mg \cos d \frac{\mu}{2}}}$$

~~$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{q \frac{6}{2\epsilon_0} \mu \cdot \frac{6}{2\epsilon_0}}{4\epsilon_0 mg (\sin d - \cos d \frac{\mu}{2})}}$$~~

$$= \sqrt{1 + \frac{q \frac{6}{2\epsilon_0} \mu \cdot \frac{6}{2\epsilon_0}}{4\epsilon_0 mg (\sin d - \cos d \frac{\mu}{2})}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{3 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot \text{tg } 30^\circ}{4 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot (\sin 30^\circ - \cos 30^\circ \cdot \text{tg } 30^\circ)}} = \sqrt{1 + \frac{\sqrt{3} \cdot 3}{4 \cdot (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3})}}$$

$$= \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot (\frac{1}{2} - \frac{1}{4})}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot \frac{1}{4}}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} \approx \sqrt{1 + \frac{\sqrt{3}}{3}} \approx$$

$$\approx \sqrt{1 + \frac{3,43}{3}} \approx \sqrt{2,143} = \sqrt{1,577} \approx 1,26$$

Ответ: v_1 меньше v_2 в $\frac{1,26}{1}$ раз.

Числовик

лист №6

№1.3.1

Импульс системы материальных точек определяется как сумма импульсов всех материальных точек системы.

$$\vec{P}_c = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \vec{p}_4 + \dots$$

Закон сохранения импульса: Начальный импульс системы равен конечному импульсу системы, если на систему не действуют внешние силы (или действие этих сил скомпенсировано).

$$\vec{P}_{нач} = \vec{P}_{кон}$$

З.С.И: $P_{кон} = \frac{M}{n} v - Mu$

$$M \cdot u = \frac{M}{2n} \cdot v \Rightarrow v = u \cdot n$$

ЗСЭ:

$$N \cdot t = \frac{\frac{M}{n} \cdot v^2}{2} + \frac{M \cdot u^2}{2}$$

$$N \cdot t = \frac{M \cdot u^2 \cdot n^2}{2n} + \frac{M u^2}{2}$$

$$N \cdot t = \frac{M u^2 (n+1)}{2}$$

~~$$N \cdot t = \frac{M u^2 (n+1)}{2}$$~~

$$N \cdot t = \frac{M g^2 \mu^2 t^2 (n+1)}{2n^2}$$

$$N = \frac{M g^2 \mu^2 t (n+1)}{2n^2}$$

$$t = \frac{N \cdot 2n^2}{M g^2 \mu^2 (n+1)}$$

~~$$N \cdot t = \frac{M g^2 \mu^2 t^2 (n+1)}{2n^2}$$~~

$$x = (a_u + a_v) \frac{t^2}{2} = g \mu \left(\frac{1}{n} + 1 \right) \frac{t^2}{2} = \frac{N^2 \cdot 4n^4}{M^2 g^4 \mu^4 (n+1)^2} \cdot \frac{g \mu (1+n)}{2n} = \frac{N^2 \cdot 2n^3}{M^2 g^3 \mu^3 (n+1)}$$

Учебник


уч. № 4

№ 1.3.1 преобразование

$$x = \frac{2^2 \cdot 2 \cdot 3^3}{1^2 \cdot 10^3 \cdot 0,3^3 \cdot (3+1)} = \frac{8 \cdot 27}{\frac{1000 \cdot 27}{1000} \cdot 4} = 2 \text{ м.}$$

Ответ: $x = 2 \text{ м.}$

Оценки
не учтены
2019



Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов» Ректору
МГУ имени М. В. Ломоносова академику В. А.
Садовничему от ученика 11-А2 класса
Университетского Лицея №1511
предуниверситария НИЯУ МИФИ г. Москвы
Соколова Никиты Павловича

Апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные 88 технических баллов за мою работу заключительного этапа олимпиады «Ломоносов» по физике, поскольку считаю, что я допустил незначительную ошибку в задаче №1, забыв домножить работу двигателя $A=N*t$ на $\frac{1}{2}$ в законе сохранения энергии, так как работа двигателя, распространяющаяся на движение машины линейно возрастает от 0 (работа как площадь под графиком). Я считаю это единственной ошибкой в моей работе, за которую должны снять меньше, чем 12 баллов.