



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Ибрагимова Ксения Рамилевна**

Класс: 10

Технический балл: **94**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

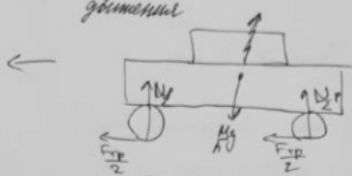
ШИФР РАБОТЫ 8986816

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	94
Вопрос	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	

Вариант №2 Числовик

Задача 1.3.1.

На колеса действует сила трения по направлению движения



N_p - сила реакции опоры
 N - масса
 проскальзывание

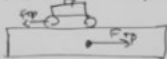
$$\frac{Mg}{2} = N_p$$

$$\frac{F_{тр}}{2} = \mu \frac{Mg}{2}$$

$$F_{тр} = \mu N_p = \mu \frac{M}{n} g$$

т.к. все колеса вращаются

По закону Ньютона на доску действуют $F_{тр}$ в противоположном направлении.



Закон Ньютона для доски:

$$Ma_d = F_{тр} = \frac{M}{n} g \mu \Rightarrow a_d = \frac{g \mu}{n}$$

где a_d - ускорение доски.

Для машинки:

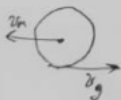
$$\frac{M}{n} a_m = F_{тр} = \frac{M}{n} g \mu \Rightarrow a_m = g \mu$$

где a_m - ускорение машинки

Перевод в ω доски:

(т.к. a_d и a_m противоположны)
 ускорение машинки $a_{отн} = a_m - a_d = \frac{g \mu (n-1)}{n}$
 т.е. в ω доски машинка идет равноускоренно.
 Когда проскальзывание прекратится, скорость машинки относительно доски и колеса будет v_d .

Итого:



$$N = F_{тр} \cdot \omega$$

$$v_{отн} = v_d + v_m$$

$$F_{тр} \leq \mu N, \text{ т.к. проскальзывает нет.}$$

Но т.к. в этот момент проскальзывание не имеет

проскальзывание закончилось, то $F_{тр} = \mu N_p = \mu \frac{Mg}{n}$

$$x = \frac{v_{отн}^2}{2a_{отн}} = \frac{N^2 n^2 \cdot n}{\mu^2 M^2 g^2 \cdot 2 \cdot \mu (n-1) g} \Rightarrow \frac{N^2 n^3}{\mu^3 M^2 g^3 \cdot 2 (n-1)} = \frac{4 \cdot 2^3}{0.3^3 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 4} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ м}$$

Ответ: 0,5 м

(1)

1.3.1

Числовая

Вопрос.

Используя систему координатных точек равна векторной сумме параллелограммой материальной точки, определяем эту систему.

$$P = \sum_{i=1}^{10^n} \vec{F}_i = \sum_{i=1}^{10^n} m_i \vec{v}_i \quad [\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}]$$

Если векторная сумма внешних сил, действующих на систему материальной точек, равна нулю, то систему можно считать свободной.

Задача 2.2.1

Условие

 γ_2 - кол-во массы воздуха

Если бы после परिवорачивания насыщенней пар не конденсировался, а расширялся, то его объем был бы больше.

Влажность \Rightarrow объем верхней части уменьшался бы (V_1')
 \Rightarrow P_1 -давление (верхней части)

$$P_1' = P_0 - \frac{\mu_2}{S} < P_0 \Rightarrow T_2 P_1' V_1' = \gamma_2 R T - P_0 V, \text{ то } V_1' > V \Rightarrow \text{расширение,}$$

Внизу пар конденсировался, и $P_0' = P_1 = P_0$.
 $P_0 S \cdot \mu_2 = P_0 S$ P_1 -давление в верхней части сосуда
 $P_1 = \frac{P_0 S - \mu_2}{S}$ V_1 - объем \Rightarrow верхней части.

$$P_1 V_1 = \gamma_2 R T = P_0 V$$

$$V_1 = \frac{P_0 V}{P_0 - \frac{\mu_2}{S}}$$

$$V_1 - V = x \cdot S$$

$$\frac{P_0 V}{P_0 - \frac{\mu_2}{S}} - V = x \cdot S$$

$$x = \frac{V \mu_2}{S (P_0 - \mu_2)} \Rightarrow x$$

$$x = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{10^{-2} \cdot (10^5 \cdot 10^{-2} - 10^3)} = \frac{5}{950} \approx \frac{1}{190} \approx 0,5 \text{ см.}$$

Ответ: 0,5 см.

Влажность - погонная содержание водяного пара в воздухе
 Абсолютная влажность - физическая величина, показывающая массу водяного пара в единице объема воздуха.
 Относительная влажность - физическая величина, равная отношению давления паров при данной температуре к давлению насыщенного пара при той же температуре

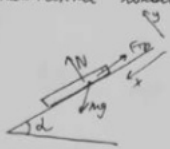
$$\gamma = \frac{P}{P_1} = \frac{P}{P_0}$$

2

21

300 3.5.1

Когда пластинка покоится на шероховатой части:



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

$$Oy: F_{тр} = mg \sin \alpha$$

$$F_{тр} \leq \mu N.$$

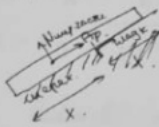
$$mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha$$

$$\tan \alpha \leq \mu$$

$$\alpha_{кр} = 30^\circ \Rightarrow \mu = \tan \alpha_{кр} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Когда пластинка заехала на расстоянии x шероховатой части.

Норм. сила реакции, действующая на часть пластинки, находящейся на шероховатой части.



$$N_{шерох. части} = \frac{mg \cos \alpha}{2} \cdot x$$

$$F_{тр} = N_{шерох. части} \mu = \frac{mg \cos \alpha}{2} \mu \cdot x.$$

Запишем ЗСЗ:

$$\frac{mV^2}{2} = mg \ell \cdot \sin \alpha + A_{тр}.$$

$$A_{тр} = - \int_0^{\ell} F_{тр} dx = - \int_0^{\ell} \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} x dx =$$

$$= - \frac{\mu mg \cos \alpha \ell^2}{2} = - \mu mg \cos \alpha \frac{\ell}{2}.$$

Когда всё зарядили от лампы создается поле

$$E = \frac{\varphi}{2\epsilon_0}.$$

И на пластинку действует сила $F_E = \frac{\delta q}{2\epsilon_0}$ при этом,

на x части пластинки x действует $F_{Eх} = \frac{\delta q x}{2\epsilon_0 \ell}$



$$N_{шер} + F_{Eх} = mg \cos \alpha \frac{x}{2}.$$

$$N_{шер} = mg \cos \alpha \frac{x}{2} - \frac{\delta q x}{2\epsilon_0 \ell}$$

$$F_{тр шер} = \mu N_{шер} = \mu mg \cos \alpha \frac{x}{2} - \frac{\mu \delta q x^2}{2\epsilon_0 \ell}.$$

$$A_{тр} = - \int_0^{\ell} F_{тр} dx = - \int_0^{\ell} \left(\mu mg \cos \alpha \frac{x}{2} - \frac{\mu \delta q}{2\epsilon_0 \ell} x^2 \right) dx =$$

$$= - \left(\mu mg \cos \alpha - \frac{\delta q}{2\epsilon_0} \right) \frac{\ell}{2}.$$

307:

Условие

$$\frac{mv_2^2}{2} = mg \sin \alpha \cdot l - \mu mg \cos \alpha \frac{l}{2} + \frac{3q \cdot q}{4 \epsilon_0}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mg \sin \alpha \cdot l - \mu mg \cos \alpha \frac{l}{2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{mg \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} + \frac{3q}{4 \epsilon_0}}{mg \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha}{2}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,10 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{15} \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot \frac{15}{2 \cdot 2} + \frac{1}{4}}{0,1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{15} \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot \frac{15}{4}}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}}} = \sqrt{2}$$

Ответ: $\sqrt{2}$ раз v_1 меньше v_2 .вопр.

Электроёмкость — физическая величина, характеризующая способность проводника накапливать электрический заряд равна отношению заряда на одной из обкладок конденсатора к разности потенциалов на обкладках.

Для плоск. конденсатора

$$C = \frac{q}{\Delta \varphi} = \frac{q}{Ed} = \frac{q \cdot 2 \cdot \epsilon}{2d} = \frac{2 \cdot \epsilon \cdot S}{d}$$

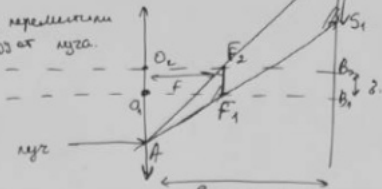
S — площ. пластин конденсатора

d — расстояние между пластинами.

(5) (6)

Задача 4.3.1.

Если перемещать линзу от глаза.



$$F_1 F_2 \parallel S_1 S_2 \Rightarrow \angle A F_2 F_1 = \angle A S_2 S_1 \quad \angle F_2 F_1 A = \angle S_2 S_1 A$$

Тогда $\frac{F_2 F_1}{S_2 S_1} = \frac{A F_2}{A F_1} = \frac{\delta}{l}$

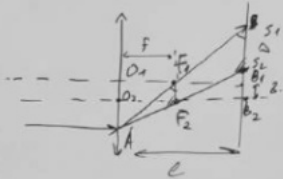
$$\frac{A F_2 + F_2 S_1}{A F_2} = \frac{\delta}{l} \cdot \frac{l}{\delta} \Rightarrow \frac{F_2 S_1}{A F_2} = \frac{\delta - l}{\delta} = 1$$

$$\angle Q_1 F_2 A = \angle S_1 F_2 B_1 \Rightarrow \triangle A O_2 F_2 \sim \triangle S_2 B_2 F_2 \Rightarrow \frac{O_2 F_2}{l - f} = \frac{A F_2}{F_2 S_2}$$

$$\angle Q_2 F_2 A = \angle S_2 F_2 B_2 \Rightarrow \delta$$

$$f = l - f \Rightarrow f = \frac{l}{2} = 10 \text{ см.}$$

Если перемещать линзу к глазу:



Аналогично предыдущему способу.

$$F_1 F_2 \parallel S_1 S_2 \Rightarrow \triangle A F_1 F_2 \parallel \triangle A S_1 S_2 \Rightarrow$$

$$\frac{A F_1}{A S_1} = \frac{F_1 F_2}{S_1 S_2} = \frac{\delta}{l}$$

$$1 + \frac{F_1 S_1}{A F_1} = \frac{l}{\delta}$$

$$\frac{F_1 S_1}{A F_1} = \frac{\delta - l}{\delta} = 1$$

$$\triangle A F_1 O_1 \sim \triangle S_1 F_1 B_1 \Rightarrow \frac{O_1 F_1}{F_1 B_1} = \frac{A F_1}{F_1 S_1} = 1$$

$$f = l - f \Rightarrow f = \frac{l}{2} = 10 \text{ см.}$$

Ответ: 10 см

4.3.1 Вопросы

Фокусное расстояние — расстояние от точки, в которой параллельные лучи, выходящие из оптического центра линзы, пересекутся, до оптического центра линзы. $D = \frac{1}{F} \text{ Дп}^{-1}$

6