



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Мубаракшин Ринас Айратович**

Класс: 11

Технический балл: **81**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9900564

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>6</i>	<i>81</i>
Вопрос	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	

Дано:
 $M = 1 \text{ кг}$
 $N = 2 \text{ ВТ}$
 $n = 2$
 $\mu = 0,3$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Рисунок



Решение:
 П.к. все колеса вращаются, то машина будет ехать за счет трения равнью:
 $F_{\text{тр}} = \mu N$, где $N = mg \cdot \frac{n}{n}$

Машина будет проскальзывать до тех пор, пока не наст. макс. кол. $N = F_{\text{тр}} \Delta t_{\text{пр}} = \mu \frac{Mg}{n} \Delta t_{\text{пр}} \Rightarrow \Delta t_{\text{пр}} = \frac{nN}{\mu Mg}$ - ск. машина отн-но доске, когда прекратится проскальзыв.

Это следует из основн. уравн. динамики Франц.

Если рассм. систему машинка и доска, то её импульс сохр. вдоль оси Ox, т.к. вдоль этой оси $\sum F_{\text{внешн.}} = 0$.

$$\frac{M}{n} \Delta v_M = M \Delta v_P$$

$$\Delta v_P \cdot \frac{M}{n} \Rightarrow \Delta v_{\text{тр}} \cdot \Delta v_M + \Delta v_P = \frac{n+1}{n} \Delta v_M \Rightarrow \Delta v_M = \frac{n \Delta v_{\text{тр}}}{n+1}$$

Рассм. машинку и её глвт. Запишу 2 ЗН,

$$m \frac{d^2 v_M}{dt^2} = \mu \frac{M}{n} g$$

$$\frac{M}{n} \frac{n}{n+1} \frac{d^2 \Delta v_{\text{тр}}}{dt^2} = \mu \frac{M}{n} g$$

$$\frac{n}{n+1} \frac{d^2 \Delta v_{\text{тр}}}{dt^2} = \mu g \Delta v_{\text{тр}} dt = dx \text{ - смещ. маш. отн-но доски.}$$

$$\frac{n}{n+1} \frac{d^2 \Delta v_{\text{тр}}}{dt^2} = \mu g x$$

$$\frac{n}{2(n+1)} \frac{n^2 N^2}{\mu^2 M^2 g^2} \mu g x \Rightarrow x = \frac{N^2 n^3}{2 \mu^3 g^3 M^2 (n+1)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{4 \cdot 27}{2 \cdot (0,3)^3 \cdot 10^2 \cdot 1^2 \cdot 4} = \frac{4 \cdot 27}{2 \cdot 10^3 \cdot 27 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 4} = \frac{1}{2} \text{ м} = 0,5 \text{ м}$$

Ответ: $x = 0,5 \text{ м}$

Вопрос: Если у нас задана система мат. точек, каждая из к-х кин. энерг. какин-то или p_1, p_2, \dots то система будет движ. импульсом равным:

$$\vec{\Sigma p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$$

Запишу 2 ЗН в импульсной форме:

$\vec{F} dt = d\vec{p} \Rightarrow$ Если сумм. сил равно 0, то импульс сохр. (числовк)

Дайте определение и напишите на карточке - то есть!
 $F_x dT = dp_x = 0$, но $dp_x = 0$.
 Этому газу можно приписать n газ сев. газ.

(18)

Решение:

Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.

$x = ?$
$P_0 = 10^5 \text{ Па}$
$S = 0,01 \text{ м}^2$
$T = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ К}$
$V = 1 \text{ л} = 0,001 \text{ м}^3$
$M = 5 \text{ кг}$
$\rho = 1$

Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.

Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.

$$P_0(V + \Delta h S) = pRT$$

$$P_0 V = (P_0 - \frac{Mg}{S})(V + \Delta h S)$$

$$P_0 V = P_0 V + P_0 \Delta h S - \frac{Mg}{S} V - \frac{Mg}{S} \Delta h S$$

$$\Delta h = \frac{Mg}{S(P_0 - P)}$$

$$x = \Delta h = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{10^5 - 10^4} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{9 \cdot 10^4} = \frac{1}{195} \text{ м}$$

$$\text{Объем } x = \frac{1}{195} \text{ м}^3$$

Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.

Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.

Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.
 Газ, состоящий из 2 частей γ и ν сев. газ.

Умножить

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \sqrt{1 + \frac{\sigma_1 \Delta n}{2 \epsilon_0 n_1 g \Delta n_1 \cos \alpha}} = \sqrt{1 + \frac{\sigma_1}{2 \epsilon_0 n_1 g \cos \alpha}} = \sqrt{1 + \frac{9 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}}$$

$$= \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3} + 1}}$$

Вопрос:

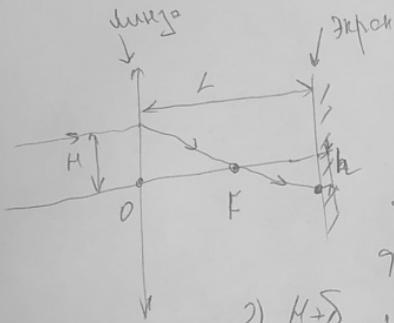
Электроёмкость - характер. способностью проводника накапливать заряд. Плотность это понятие применительно для системы проводников.

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}, \text{ где } d - \text{расст. между пл.}$$

$$S - \text{площадь обкладок.}$$

$$\epsilon - \text{диэлектрич. велич. внутри конд.}$$

(V)



$$1) \frac{H}{F} = \frac{h}{L-F} - \text{где первое излуч}$$

Опред. из радиусов кривизны.

• Излуч. II П.О.О. проходит через фокус после преломления

$$2) \frac{H+\delta}{F} = \frac{h+\Delta}{L-F}$$

$$\frac{H}{F} + \frac{\delta}{F} = \frac{h}{L-F} + \frac{\Delta}{L-F}$$

$$\delta L - \delta F - F \Delta \Rightarrow F = \frac{\delta L}{\Delta + \delta} = \frac{0,5 \cdot 20}{1,5} = \frac{10}{1,5} = \frac{100}{15} = \frac{20}{3} \text{ см}$$

Ответ: $f = F = \frac{20}{3} \text{ см}$

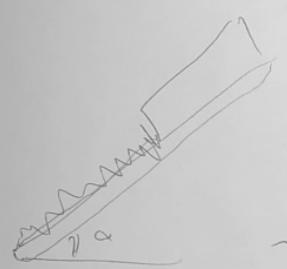
Вопрос! Фокусное расстояние - раст. от линзы до точки, где фокусируется лучи, идущие II П.О.О. (параллельно оптич. оси линзы)

Оптическая сила линзы - величина обратн. фокусн. раст., характер. способностью линзы преломлять лучи.

Чистовин
H

Ось сим. в. воздуха $\mu_{\text{возд}} = \mu < 1$
 Вязкость в воздухе существенно меньше чем в воде
 (или гранич. нечеткости)

(13)



1) $\mu \cos \alpha = \mu \sin \alpha$
 $\mu \cos \alpha = \mu \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

2) $F_{\text{уп}} = \mu mg \cos \alpha = \frac{x}{L}$ $\mu < \tan \alpha$

$\mu mg \cos \alpha \frac{x}{L} = \frac{mv_1^2}{2} + mgH - \mu g(H + L \sin \alpha)$

$\mu mg \cos \alpha \frac{x}{L} = \frac{mv_1^2}{2} - mgL \sin \alpha$

$\mu g L \sin \alpha = \frac{mv_1^2}{2} + mgL \sin \alpha$

$\frac{\mu g L \sin \alpha}{\mu} = \frac{mv_1^2}{2}$

$v_1 = \sqrt{2 \mu g L \sin \alpha}$

2) $Q = \frac{q}{L} x$ $E = \frac{q^2}{2 \epsilon_0}$

$N_{\text{поле}} = F + mg \cos \alpha = \frac{q^2}{2 \epsilon_0 L} x + mg \cos \alpha \frac{x}{L}$

$(mg \cos \alpha \frac{x}{L} - \frac{q^2}{2 \epsilon_0 L} x)$

$F_{\text{уп}} = \mu N = \mu (mg \cos \alpha - \frac{q^2}{2 \epsilon_0 L}) \frac{x}{L}$

$-\mu (mg \cos \alpha - \frac{q^2}{2 \epsilon_0 L}) \frac{x}{L} = \frac{mv_2^2}{2} - mgL \sin \alpha$

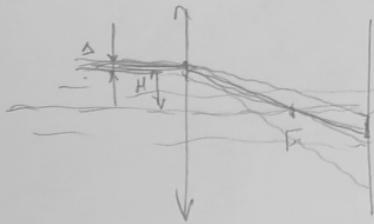
$\frac{L q^2}{2 \epsilon_0} \mu \tan \alpha + mgL \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2}$

$\sqrt{\frac{L q^2 \mu \tan \alpha}{2 \epsilon_0 m}} + gL \sin \alpha = v_2$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{q^2 \mu \tan \alpha}{2 \epsilon_0 m}} + gL \sin \alpha}{\sqrt{2 \mu g L \sin \alpha}}$

$x = \sqrt{\frac{m g \cos \alpha}{2 \epsilon_0 \mu}} \frac{L}{\mu \cos \alpha} + \dots = \sqrt{\frac{q^2}{2 \epsilon_0 \mu g \cos \alpha} + \dots}$ репробук 5 мм

(20)



$$\frac{H}{F} = \frac{h}{L}$$

$$\frac{H + \delta}{F} = \frac{h + \Delta}{L}$$

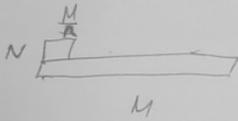
$$\frac{H + \delta}{F} = \frac{h + \Delta}{L}$$

$$\left| \frac{F \cdot \delta L}{\Delta} \right|$$

репродукция

7 мет

(M)



Заменим это все протек. на шар \Rightarrow

До того момента, пока сцепные элементы от н-го слоя не станут равны 0



1000/ $M = \mu mg \sigma$
 $\sigma = \frac{N}{\mu mg}$

$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$
 $\mu g t = \sigma$

$\frac{M}{n} D_n = \mu D_g$
 $D_g = \frac{D_n}{n}$

$(D_n + D_g) \mu mg = N$

$D_n = \mu mg t$ $D_{отн} = \frac{N}{\mu mg}$

$D_{отн} - D_n + D_g = D_n + \frac{D_n}{n}$

$m \frac{dD_n}{dt} = \mu mg$

$m \frac{d(D_{отн})}{dt} = \mu mg t$

$D_n = \frac{n+1}{n} D_{отн}$

$\frac{n}{n+1} m D_{отн} dD_{отн} = \mu mg dx$

$\frac{n}{n+1} \frac{D_{отн}^2}{2} = \mu g x S$

$2 \frac{M}{n+1} \mu \left(\frac{N}{\mu mg} \right)^2 = \mu g x S$

$2 \frac{M}{n+1} \frac{N^2 n^2}{\mu^2 n^2 g^2} = \frac{M \mu g S}{n}$

$S = \frac{N^2 n^3}{2(n+1) \mu^3 g^3 M^2}$

1) Если жогор камгай торк в отн $\vec{p}_1, \vec{p}_2 \dots$ Тогда импульс системы нем-торк равна $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$
 $F dt = d\vec{p}$ Если равна 0, вышедших см равна нулю, то импульс сохр.

$P_{нас} = 10^5 \text{ Па}$

$P_{нас} V = PRT$

$P_{нас} V = (V + \Delta h S) (P_{нас} = \frac{Mg}{S})$

$P_{нас} V = P_{нас} V + P_{нас} \Delta h S - \frac{Mg}{S} V - Mg \Delta h$
 $\frac{Mg}{S} (V + \Delta h S) = (P_{нас} S - Mg) \Delta h = \frac{Mg}{S} V$

Микрометр Гипс

2)



$\Delta h = \frac{Mg V}{S(P_{нас} - Mg)}$



Когда пластинка начнет на шероховат. пов., на неё действуют силы трения:

$F_{\text{тр}} = \mu N$, где N - сила реакц. опоры по ту часть пл., которая лежит на шер. поверхности.

$$N = \mu mg \cos \alpha \frac{x}{L}, \quad L - \text{длина пластинки}$$

Заменим Закон об укл. мех. Энерг. для ^{пластинки} ~~фрагмента~~

$$\Delta E_{\text{мех}} = E_2 - E_1 = \Delta E_k + \Delta E_{\text{п}}$$

$$\Delta E_{\text{п}} = -mgL \sin \alpha$$

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$dA_{\text{мех}} = -F_{\text{тр}} dx = -\mu mg \cos \alpha \frac{x}{L} dx$$

$$A_{\text{мех}} = -\mu mg \cos \alpha \frac{L}{2} \Rightarrow -\mu mg \cos \alpha \frac{L}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mgL \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha \frac{L}{2}$$

$$v_1^2 = 2gL \sin \alpha - \mu g \cos \alpha L$$

Рассчитаем теперь если пласт. закрепл., а плита скользит.

Сила тяжести найдём по формуле

$$F = Eq, \quad \text{где } Q - \text{заряд пл., ком. площадь и шер. поверхность} = \sigma \frac{x}{L}$$

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

$$F = \frac{\sigma q x}{2\epsilon_0 L} \Rightarrow N = \frac{x}{L} mg \cos \alpha - \frac{\sigma q x}{2\epsilon_0 L} - \text{сила реакц. опоры на шер. часть пл.}$$

пл.: во 2-ой случае.

$$A_{\text{мех}} = \int dA_{\text{мех}} = -\int F_{\text{тр}} dx = -\mu \int_0^L \left(mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0 L} \right) \frac{x}{L} dx = -\mu mg \cos \alpha \frac{L}{2} + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0} L$$

$$-\mu mg \cos \alpha \frac{L}{2} + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0} L = \frac{mv_1^2}{2} - mgL \sin \alpha$$

$$mgL \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \frac{L}{2} + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0} L = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0} L = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_1^2 + \frac{\mu \sigma q L}{2\epsilon_0 m} = v_2^2$$

$$\text{Пусть } \alpha = 30^\circ = \alpha_0 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gL \sin \alpha_0 - gL \cos \alpha_0}, \quad v_2 = \sqrt{gL \sin \alpha_0}$$

(числовое)
3