



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Дроздов Тимофей Александрович**

Класс: 11

Технический балл: **97**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9762844

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	97
Вопрос	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	

Условие

n1.

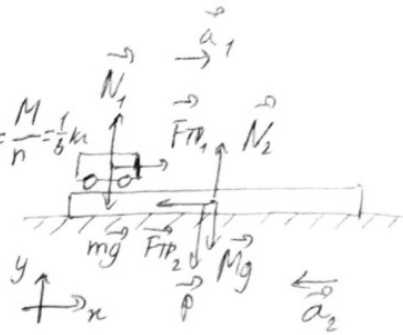
Найти: x - ?
 $M = 1 \text{ кг}$; $n = 3$
 $N = 2 \text{ Вт}$; $\mu = 0,3$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

Пусть m - масса колеса автомобиля; $m = \frac{M}{n} = \frac{1}{3} \text{ кг}$

По 2 закону Ньютона:

$$\vec{m}g + \vec{F}_{TP1} + \vec{N}_1 = m\vec{a}_1$$

OY: $N_1 = mg$



По 3 закону Ньютона: $\vec{F}_{TP1} = -\vec{F}_{TP2} \Rightarrow F_{TP1} = F_{TP2} = F_{TP} = \mu N_1 = \mu mg$

Сила, с которой автомобиль "отталкивается" от дороги не может превышать ~~максимально~~ силу трения скольжения \Rightarrow пока колеса автомобиля проскальзывают, на него действует посто~~янная~~ по величине сила трения скольжения \vec{F}_{TP} . По 3 закону Ньютона на дорогу действует такая же по модулю, но противоположная по направлению сила \vec{F}_{TP2}

По 2 закону Ньютона для ~~ко~~ колеса автомобиля: $m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{TP1} = m\vec{a}_1$; OX: $F_{TP} = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$

По 2 закону Ньютона для ~~ма~~шины: $M\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F} + \vec{F}_{TP2} = M\vec{a}_2$; OX: $-F_{TP} = -Ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{\mu mg}{M} = \frac{\mu g}{n}$

В системе отсчета, связанной с дорогой, пока колеса автомобиля проскальзывают, их движение с ускорением $a_1 + a_2$.

Мощность двигателя равна произведению скорости автомобиля на силу, передаваемую от двигателя к колесам: $N = F \cdot v$. В момент, когда колеса перестанут проскальзывать $F = F_{TP} = \mu mg \Rightarrow$ скорость автомобиля в этот момент равна $v = \frac{N}{F} = \frac{N}{\mu mg}$

$v - v_0 = a \cdot t$, где t - промежуток времени движения автомобиля до момента, когда его колеса перестанут проскальзывать. $\Rightarrow at = v$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{a v^2}{2a^2} = \frac{v^2}{2a} = \frac{a \left(\frac{N}{\mu mg}\right)^2}{2(\mu g + \frac{\mu g}{n})} = \frac{\left(\frac{2}{0,3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10}\right)^2}{2(0,3 \cdot 10 + \frac{0,3 \cdot 10}{3})} = \frac{4}{2 \cdot 4} = 0,5 \text{ м}$$

Ответ: $x = 0,5 \text{ м}$

Изменение импульса материальной точки равно количеству ее импульсов материальной точки, образующих данную систему.

Изменение импульса системы равно импульсу внешних сил: $\vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F} \cdot \Delta t$, где \vec{F} - равнодействующая ~~всех~~ действующих на данную систему сил \Rightarrow

\Rightarrow закон сохранения импульса: если импульсы внешних сил, действующих на систему, равны нулю, то ~~ее~~ импульс системы не сохраняется.

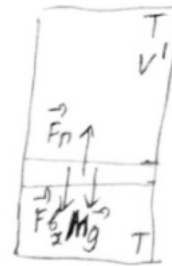
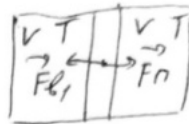
Условие

N2.

Найти: x - ?
 Дано: $m = 5 \text{ кг}$; $V = 10^{-3} \text{ м}^3$
 $t = 100^\circ \text{C}$; $S = 0,01 \text{ м}^2$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$; $p_0 = 10^5 \text{ Па}$

$T = 273 + 100 = 373 \text{ К}$

Давление насыщенного пара при температуре $t = 100^\circ \text{C}$ равно $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ и не зависит от объема, занимаемого паром \Rightarrow когда цилиндр перевернут, пар будет действовать на него с постоянной силой $F_0 = p_0 \cdot S$



Когда цилиндр перевернут, равнодействующая горизонтальных сил равна нулю \Rightarrow по условию равновесия: $\vec{F}_l + \vec{F}_p = 0$; Ox : $F_p = F_l \Rightarrow p_0 \cdot S = p_0 \cdot S \Rightarrow p_0 = p_0 = 10^5 \text{ Па}$.
 Когда цилиндр поставили вертикально, по закону Менделеева-Клапейрона:

$p_0 \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$

поршень отклонился, выполняется условие равновесия: $\vec{F}_0 + \vec{F}_2 + \vec{Mg} = 0$ (будем считать, что деформация пренебрежимо мала)

Oy : $F_0 = Mg + F_2 \Rightarrow p_0 S = Mg + p_2 \cdot S \Rightarrow p_2 = p_0 - \frac{Mg}{S}$

По закону Менделеева-Клапейрона: $p_2 \cdot V' = \nu \cdot R \cdot T \Rightarrow p_2 \cdot V' = p_0 \cdot V \Rightarrow V' = \frac{p_0}{p_2} \cdot V$

$x = \frac{V' - V}{S} = \frac{V \left(\frac{p_0}{p_2} - 1 \right)}{S} = \frac{V \left(\frac{p_0}{p_0 - \frac{Mg}{S}} - 1 \right)}{S} = \frac{10^{-3} \left(\frac{10^5}{10^5 - \frac{5 \cdot 10}{0,01}} - 1 \right)}{10^{-2}} = 0,1 \cdot \left(\frac{10^5}{10^5 - 5 \cdot 10^3} - 1 \right) = 0,1 \cdot \left(\frac{100}{95} - 1 \right) = 0,1 \cdot \frac{5}{95} = \frac{1}{190} \text{ м}$

Ответ: $x = \frac{1}{190} \text{ м}$

Влажность - это величина, равная плотности водяного пара, содержащегося в воздухе

Относительная влажность - это величина, равная отношению текущей влажности воздуха к влажности насыщенного водяного пара при данной температуре. Относительная влажность воздуха может ~~находить~~ определяться через отношение плотностей или давлений.

$\beta = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}} = \frac{\rho \cdot 100\%}{\rho_{\text{нас}}}$, где β - относительная влажность воздуха; p - давление водяного пара в воздухе; ρ - плотность водяного пара в воздухе; $\rho_{\text{нас}}$ - плотность насыщенного пара при данной температуре

Условие

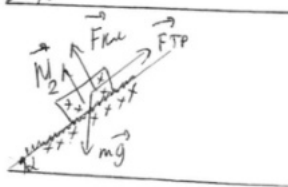
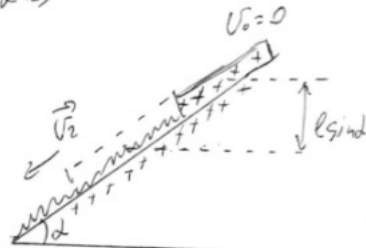
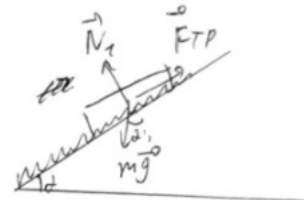
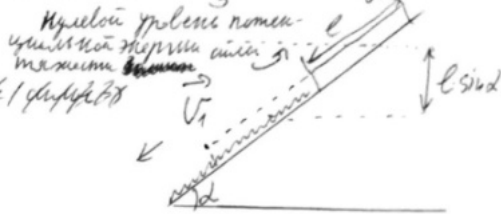
N3.

Найти $\frac{U_2}{U_1}$ - ?

Дано: $m = 0,1 \text{ кг}$;
 $\alpha = 30^\circ$; $\sigma = +3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$
 $q = +3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$;
 $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

1) Тело Δ на наклонной, расположенная на шероховатой поверхности, покоится \rightarrow выполняется условие равновесия: $\vec{N} + \vec{FTP} + m\vec{g} = 0$

OY: $N = mg \cdot \cos \alpha$; OX: $FTP = mg \cdot \sin \alpha$; $FTP = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \mu mg \cos \alpha = mg \cdot \sin \alpha \Rightarrow \mu = \tan \alpha = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$



I) Тело Δ - грузик на наклонной.

На наклонной грузик движется равномерно \rightarrow выполняется условие равновесия $E_0 = E_1$

$E_0 = 0$; $E_1 =$

$A_{TP1} = E_1 - E_0$; $E_0 = 0$; $E_1 = \frac{m v_1^2}{2} + (-mg l \sin \alpha)$

Была бы считано, что вся масса наклонной соприкасается с её поверхностью $\rightarrow A_{TP1} = -\mu N_1 \cdot \frac{l}{2}$

По 2 закону Ньютона: $m \vec{a}_1 = \vec{N}_1 + \vec{FTP}_1 + m\vec{g}$

OY: $N_1 = mg \cdot \cos \alpha$; OX: $-\mu mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos \alpha = \frac{m v_1^2}{2} - mg l \sin \alpha \Rightarrow v_1^2 = 2gl \sin \alpha - \mu gl \cos \alpha$; $l = \frac{v_1^2}{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}$

II) $A_{TP2} = E_1' - E_0'$; $E_0' = W$, где W - работа электрического поля относительно заряженной наклонной и наклонной

$E_1' = W + \frac{m v_2^2}{2} - mg l \sin \alpha$; $A_{TP2} = -\mu N_2 \cdot \frac{l}{2}$

По 2 закону Ньютона: $m \vec{a}_2 = \vec{N}_2 + \vec{FTP}_2 + \vec{F}_{Кл} + m\vec{g}$

OY: $N_2 + F_{Кл} = mg \cdot \cos \alpha$; $F_{Кл} = q \cdot E$

Была бы считано, что вся масса наклонной соприкасается с её поверхностью \rightarrow тогда $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow F_{Кл} = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow N_2 = mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}$, тогда

$-\mu \frac{q\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{l}{2} + \mu \frac{q\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \frac{l}{2} = W + \frac{m v_2^2}{2} - mg l \sin \alpha - W \Rightarrow v_2^2 = 2gl \sin \alpha - \mu gl \cos \alpha + \mu l \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 m} = v_1^2 + \mu \frac{l \cdot q\sigma}{2m \cdot \epsilon_0} = v_1^2 \left(1 + \frac{\mu \cdot q\sigma \cdot l}{2m \cdot \epsilon_0 \cdot (2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)} \right) \Rightarrow \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = 1 + \frac{\mu}{2g(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)m}$

$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\mu}{2g(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)m}}$ При $\alpha = \alpha_{кр} = 30^\circ$: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}}{2 \cdot 10 \cdot (2 \cdot \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}) \cdot 91}} = \sqrt{1 + \frac{\sqrt{3}}{10 \cdot 3}}$

Электрическое - это величина, численно равная св-во тела характеризовать электрические заряды. Обозначается буквой C; $[C] = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{В}}$

$C = \frac{q}{U}$ } - формула электрической емкости конденсатора, где q - заряд на обкладках конденсатора; U - напряжение на конденсаторе; ϵ_0 - электрическая постоянная; ϵ - диэлектрическая проницаемость среды; S - площадь обкладок плоского конденсатора; d - расстояние между обкладками плоского конденсатора.

Умова бер

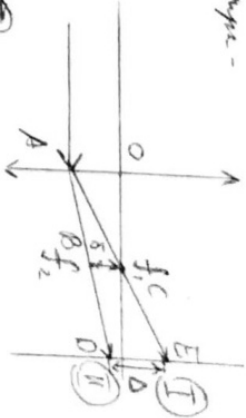
№ 4.

Задача F?

Дано: $\angle C = 20^\circ$,
 $\angle E = 0,5 \text{ см}$, $\angle D = 1 \text{ см}$

Докажи, что $\angle A = \angle B$ и $AC = BC$.

Решение: $\angle C = 20^\circ$, $\angle E = 0,5 \text{ см}$, $\angle D = 1 \text{ см}$



рассмотрим $\triangle ADE$ и $\triangle CDF$ и докажем, что $AD = CD$ и $\angle ADE = \angle CDF$.
 Так как $\angle C = 20^\circ$, $\angle E = 0,5 \text{ см}$, $\angle D = 1 \text{ см}$, то $\triangle ADE \sim \triangle CDF$ по двум сторонам и углу между ними.
 Тогда $AD = CD$ и $\angle ADE = \angle CDF$.
 Следовательно, $\angle ADC = 180^\circ - \angle ADE - \angle CDF = 180^\circ - 2 \cdot \angle ADE$.
 Так как $AD = CD$, то $\triangle ADC$ равнобедренный, следовательно, $\angle DAC = \angle DCA$.
 Тогда $\angle A = \angle B$ и $AC = BC$.

Решение: $\angle C = 20^\circ$, $\angle E = 0,5 \text{ см}$, $\angle D = 1 \text{ см}$
 $\angle A = \angle B$ и $AC = BC$

Решение: $\angle C = 20^\circ$, $\angle E = 0,5 \text{ см}$, $\angle D = 1 \text{ см}$
 $\angle A = \angle B$ и $AC = BC$

Решение: $\angle C = 20^\circ$, $\angle E = 0,5 \text{ см}$, $\angle D = 1 \text{ см}$
 $\angle A = \angle B$ и $AC = BC$