



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Асташкин Фёдор Кириллович**

Класс: 11

Технический балл: **94**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9856817

	1	2	3	4	Σ
Задача	15	15	14	15	94
Вопрос	8	9	9	9	

7/3

Умножение
 Пропаганда $\sqrt{2}$

Умножение

1.3.1

Результат: $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

$\vec{p} = m \vec{v}$

$\sum \vec{F} dt = m \frac{d\vec{v}}{dt}$

$\sum \vec{F} dt = m d\vec{v} = d\vec{p}$

$S_1 + \dots + S_n = S_1 + S_2 + \dots + S_n$
 (аналог S (аналог g))

Здесь учтены
 все моменты импульса
 (универсальность)

$M = 1 \text{ кг}$
 $n=3$
 $m = \frac{M}{n} = \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \text{ кг}$

$P_{\text{до}} = 2 \text{ Вт}$

$M = 0.3$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\vec{v} = ?$ - найти
 направление движения.

Умножение:

$\vec{v}_{\text{цм}} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + \dots + m_n \vec{v}_n}{m_1 + \dots + m_n}$

$\vec{v}_{\text{цм}} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + \dots + m_n \vec{v}_n}{m_1 + \dots + m_n}$

$\vec{a}_{\text{цм}} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + \dots + m_n \vec{a}_n}{m_1 + \dots + m_n}$

$\vec{a}_{\text{цм}} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + \dots + m_n \vec{a}_n}{m_1 + \dots + m_n}$
 $= \frac{m_1 \frac{\sum \vec{F}_1}{m_1} + \dots + m_n \frac{\sum \vec{F}_n}{m_n}}{m_1 + \dots + m_n} = \frac{\sum \vec{F}_1 + \dots + \sum \vec{F}_n}{m_1 + \dots + m_n} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$

$\vec{p}_{\text{цм}} = \vec{v}_{\text{цм}} (m_1 + \dots + m_n) = m_1 \vec{v}_1 + \dots + m_n \vec{v}_n$ | $d\vec{p}_{\text{цм}} = m_1 d\vec{v}_1 + \dots + m_n d\vec{v}_n$

$d\vec{p}_{\text{цм}} = \frac{d\vec{p}_1 + \dots + d\vec{p}_n}{m_1 + \dots + m_n} = \frac{\sum \vec{F}_1 dt + \dots + \sum \vec{F}_n dt}{m_1 + \dots + m_n} = \frac{\sum \vec{F} dt}{m}$

$m_1 + \dots + m_n = M_{\text{цм}} = M$

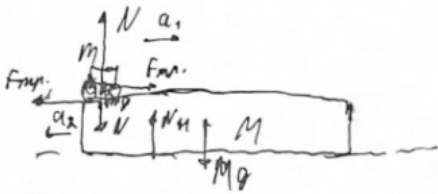
$d\vec{p}_{\text{цм}} = \sum \vec{F} dt = M_{\text{цм}} d\vec{v}_{\text{цм}}$

↑
 сумма всех внешних сил, действующих на систему тел.

2/7

Условием

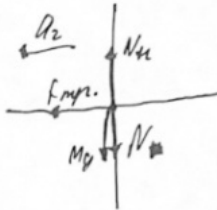
$N = mg$ т.к. лёд шероховатый, но
слепящая поверхность и льдом пренебрегаем



для поверхности:



для блока:



$N = mg$

$F_{mp} \leq \mu N$ т.к. м.к. пренебрегаем $\Rightarrow F_{mp} = \mu N = \mu mg$

$F_{mp} = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F_{mp}}{m} = \mu g = 3 \frac{m}{c^2}$ $v_n = a_1 t$

$F_{mp} = Ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{F_{mp}}{M} = \frac{\mu mg}{M} = \frac{\mu}{M} mg = 1 \frac{m}{c^2}$ $v_n = a_2 t$

$E_k = \frac{m_1 v_1^2}{2}$ $P_k = F_k \cdot v_1 = \frac{m_1}{2} \cdot 2 v_1 \dot{v}_1 = m_1 v_1 a_1$

$P_m(t) = m v_n \cdot a_1 = m a_1^2 t$ $P_M = M v_n a_2 = M a_2^2 t$

$P_{об} = P_m + P_M + P_{трени}$

Пренебрегаем трением, когда $P_{трени} = 0$ реформативы не считать (метод)

$P_{об} = P_m + P_M = t(m a_1^2 + M a_2^2) \Rightarrow t = \frac{P_{об}}{m a_1^2 + M a_2^2} = \frac{2 \text{ Вт}}{\frac{1}{3} \cdot 9 \frac{m^2}{c^4} + 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{m^2}{c^4}} = \frac{1}{2} \text{ с}$

$x_1 = \frac{a_1 t^2}{2}$ $x_2 = \frac{a_2 t^2}{2}$

$x = x_1 + x_2 = \frac{v^2}{2} (a_1 + a_2) = \frac{1}{8} c^2 (3 \frac{m}{c^2} + 1 \frac{m}{c^2}) = \frac{1}{2} \text{ м} = 0,5 \text{ м}$

Прежде чем рассчитать по формулам, как же де колесо

то $\sim \frac{1}{4} F_{mp}$, но если сумма моментов сил N и F_{mp} не равно нулю, то всё ОК (если есть трение колесо пойдёт с реакцией \rightarrow энергии)

3 17

ВЛК Числовик



2.2.1

$m = 5 \text{ кг}$
 $V = 7 \mu = 10^{-3} \text{ м}^3 = 0,007 \text{ м}^3$
 $t = 700^\circ \text{C}$
 $T = 343 \text{ K}$

$p_{\text{нн}}(100) = p_{\text{нн}} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$
 $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $S = 0,01 \text{ м}^2$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$x = ?$

$\varphi = \frac{p_{\text{нн}}}{p_{\text{нн}}} = \frac{g_{\text{нн}}}{g_{\text{нн}}}$ при заданной $T \rightarrow p_{\text{нн}}$

гидростатика

Влажность воздуха — это парциальное давление пара в смеси

Относительная влажность воздуха — это отношение парциального давления пара к максимально возможному давлению пара при заданной температуре

Менделеев-Клапейрон: $pV = \nu RT$ $\nu = \frac{m}{M}$

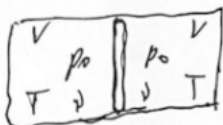
$p_{\text{пара}} V = \nu RT$
 $p_{\text{нн}} V = \nu RT$

$\varphi = \frac{p_{\text{пара}}}{p_{\text{нн}}}$

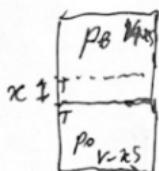
$pV = \frac{m}{M} RT$ $g = \frac{m}{V}$

$p = g \frac{RT}{M}$

$p = \frac{g_{\text{пара}}}{g_{\text{нн}}}$



слева и справа p_0 н.к. давление в равновесии, а слева $p_{\text{нн}} = p_0$ н.к. $t = 700^\circ \text{C}$



Или когда мы поставим ^{измер.} вертикально, то часть пара сконденсируется в воду, т.к. температура ниже точки росы (температура, в которой пар сконденсируется в избытке), но смесь остается равной $p_{\text{нн}}(100) = p_0$

$p_0 S = p_B S + mg$ н.к. равновесие

$p_B = p_0 - \frac{mg}{S} = 10^5 \text{ Па} - \frac{5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,01 \text{ м}^2} = 100000 - 5000$

то $\Delta p = \frac{mg}{S} = 5000 \text{ Па}$

$p_B = p_0 - \Delta p = 95000 \text{ Па}$

Рассчитаем расстояние:

$p_0 V = \nu RT$

$p_B (V + xS) = \nu RT$

$p_0 V = p_B (V + xS)$

$p_0 V = p_B V + p_B xS - \Delta p xS - \Delta p V$

$xS (p_0 - \Delta p) = \Delta p V$

$x = \frac{\Delta p V}{S(p_0 - \Delta p)} = \frac{V}{S(\frac{p_0}{\Delta p} - 1)} = \frac{0,007 \text{ м}^3}{0,01 \text{ м}^2 (\frac{10^5}{5000} - 1)} = \frac{0,7}{19} \text{ м} = \frac{70}{19} \text{ см} \approx 3,68 \text{ см}$

$\frac{70}{19} = 3,684210526 \dots$

У 17

Умножил
3.5.1



Дано:

$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

$\alpha = 90^\circ$

$\frac{r_1}{r_2}$

$\sigma = +3 \frac{\text{МКл}}{\text{м}^2} = 3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$

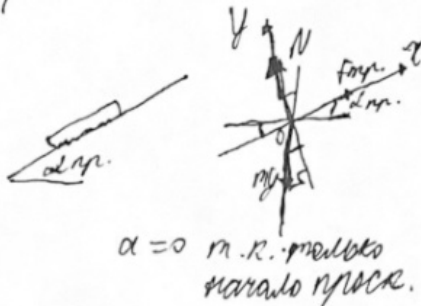
$\sigma = +3 \frac{\text{МКл}}{\text{м}^2} = +3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$

$\frac{r_2}{r_1}$

$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\frac{r_2}{r_1} = ?$



$N = mg \cos \alpha$

$F_{fr} \leq \mu N$, т.е. $F_{fr} = \mu N$
 $= \mu mg \cos \alpha$

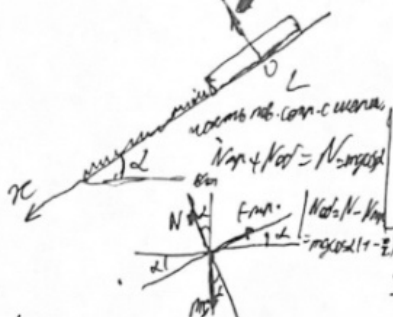
т.к. к. - горизонтально.

$F_{fr} = mg \sin \alpha$
 $\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$

$\mu = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

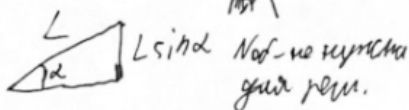
По условию с трением?
(так и надо считать)

$N_{mp} = mg \frac{x}{L} \cos \alpha$
 $F_{mp} = N_{mp} \mu = \mu mg \frac{x}{L} \cos \alpha$ - м.к. направо.



$\delta A_{mp} = -F_{mp} dx = -\frac{\mu mg \cos \alpha}{L} x dx$

$A_{mp} = -\int_0^L \frac{\mu mg \cos \alpha}{L} x dx = -\frac{\mu mg \cos \alpha}{L} \cdot \frac{1}{2} L^2 = -\frac{\mu mg L \cos \alpha}{2}$



ЭДС
вз сумм и ЭДС

$\Phi = \frac{\sum q}{\epsilon_0} = \int \epsilon_0 E_n dS$
- умножить на площадь
закрытой поверхности
внутри однородного
электрического поля

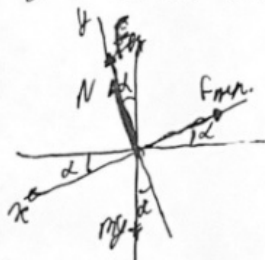
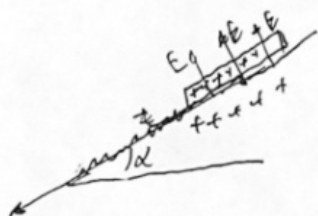
$2E_n S = \frac{\Delta S \sigma}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$A_{em} = \Delta W = W_k - W_n$

$A_{mp} = \frac{mv^2}{2} - mgL \sin \alpha = -\frac{\mu mg L \cos \alpha}{2}$

$mv^2 = 2mgL (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
 $v = \sqrt{2gL (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$

Векторная сумма сил равна нулю



$mg \cos \alpha = N - F_{fr} \Rightarrow F_{fr} = mg \cos \alpha - N$
 $N_{mp} + N_{of} = N_{mp}$
 $N = mg \cos \alpha - F_{fr} = mg \cos \alpha - \mu (mg \cos \alpha - N)$

1) $\mu \cos \alpha \geq \frac{1}{2} \Rightarrow N = mg (\cos \alpha - \frac{1}{2})$

2) $\mu \cos \alpha < \frac{1}{2} \Rightarrow N = 0$ - не существует

закрытой поверхности (принцип Гаусса)

применяем закон сохранения энергии

5/7
~~N = mg~~

Учреждение

⊙ $\cos \alpha \geq \frac{1}{2} \quad \alpha \leq 60^\circ$

$N = T(\cos \alpha - \frac{1}{2}) = mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}$

$N_{\text{нп}} = N_{\text{од}} = N$

$N_{\text{нп}} = \frac{\pi}{L} N = \frac{\pi}{L} (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0})$

Исходная формула нп. $F_{\text{нп}} = \mu N_{\text{нп}} = (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}) \frac{\mu \pi}{L}$

~~$A_{\text{нп}} = - (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}) \frac{\mu \pi}{L}$~~ $\Delta A_{\text{нп}} = - \int F_{\text{нп}} dx = - (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}) \frac{\mu}{L} \pi dx$

$A_{\text{нп}} = - (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}) \frac{\mu L}{2} = - \frac{\mu mg L \cos \alpha}{2} + \frac{\sigma q \mu L}{4\epsilon_0}$

$- (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}) \frac{\mu}{2} = \frac{m v^2}{2} = mg L \sin \alpha$

$v^2 = mg L (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \frac{\sigma q \mu L}{2\epsilon_0 m}$

$v^2 = \sqrt{g L (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \frac{\sigma q \mu L}{2\epsilon_0 m}}$

$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$
 $\frac{\sigma q}{2\epsilon_0 m g} = \frac{1}{2}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{g L (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \frac{\sigma q \mu L}{2\epsilon_0 m}}{g L (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$

$= \sqrt{1 + \frac{\sigma q \mu L}{2\epsilon_0 m g L (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$

$= \sqrt{1 + \frac{\mu}{2(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$

$\mu \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \cos 30^\circ$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{1}{2(2 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \sqrt{1 + \mu}$ — ~~more complicated, simplify~~

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\sqrt{3}}{3}}$

Заметим, что $2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha \leq 0 \quad v_1 = 0$

Это условие нп $2 \sin \alpha \leq \mu \cos \alpha$

!!! Визуально это означает, что $\tan \alpha \leq \frac{1}{2} \mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$

b 14

② $\cos \alpha < \frac{1}{2}$ $\alpha > 60^\circ$ ^{umomota} u $\alpha < 90^\circ$ umoda zagarda uvlita calbora.

$N_2 = 0$ ~~Frax~~

— cilyroui ulbumasyun

$N_{mp2} = 0$ $F_{mp2} = 0$ $A_{mp2} = 0$

$\frac{mv_2^2}{2} = mgL \sin \alpha$

$v_2 = \sqrt{2gL \sin \alpha}$

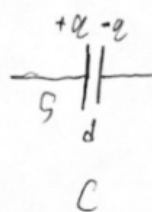
$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2gL \sin \alpha}{2gL(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} = \sqrt{\frac{2 \sin \alpha}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1 - \mu \cot \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\mu}{1/3}}}$

ragu $\alpha > 60^\circ$ $\cot \alpha < \frac{1}{1/3}$
 $\alpha < 90^\circ$

$q = CU$

~~umomota~~
 $\epsilon_0 \approx 9 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$

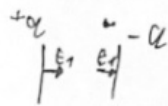
$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$



2 probna zaxay m.

$\sigma = \frac{q}{S}$

$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ — bohqun panel



$E = 2E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{S\epsilon_0}$

$U = E \cdot d = \frac{q/d}{S\epsilon_0} \cdot d$ | $q = U \frac{S\epsilon_0}{d}$
 $= UC$

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»

◆ ектору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему

11"В" класс

ГБОУ школа №1568, пр. Шокальского д.7 к.2)

Асташкин Фёдор Кириллович

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы 94 за
мою работу заключительного этапа по
физике, поскольку считаю, что:

Я не понимаю, как 42 человека могли написать на фул финал
этой олимпиады! Но в общем и целом у меня хорошая работа,
поэтому прошу поднять баллы с 94 до 97.

Вуенка
не упусти
год

?