



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Шомполов Максим Андреевич**

Класс: 11

Технический балл: **89**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9062331

	1	2	3	4	Σ
Задача	12	15	13	15	89
Вопрос	9	10	7	8	

Чистовик монт-1

Вариант №2
~1.3.1

Дано:

$M = 1 \text{ кг}$

$n = 3$

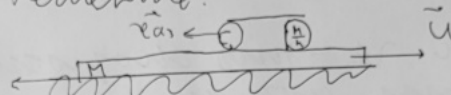
$N = 2 \text{ Вт}$

$\mu = 0,3$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

x-?

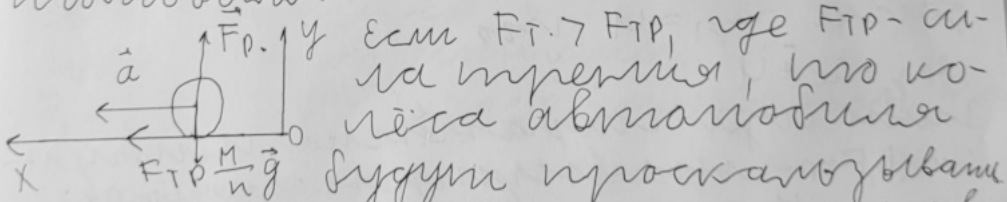
Решение:



Валик симметричен относительно оси вращения, концы конуса (без конуса - безупречно)

$N = F_T \cdot v$, где F_T - сила трения, а v - скорость вращения.

Второй закон Ньютона:



Если $F_T > F_{TP}$, где F_{TP} - сила трения, то конус вращения

будет прокатываться. Вторым законом Ньютона для вращения на ось Oy :

$$0 = F_p - \frac{M}{n} g, \text{ где } F_p \text{ - сила реакции опоры.}$$

По 3-му закону Ньютона-Курнона:

$$F_{TPM} = M F_p, \text{ где } F_{TPM} = \max F_{TP}$$

$F_{TP} = F_{TPM}$, т.к. конус прокатывается по оси.

Вторым законом Ньютона на ось Ox для вращения: $\frac{M}{n} a = F_{TP}$.

Циклограмм мот. 2

Винтов, колеса прокатываются по
носу:

$$\frac{N}{e} \approx m \frac{M}{h} g$$

При этом v — это скорость автомо-
биля или гонок

~~Закон сохранения энергии:~~

3-й элемент скорости:

$$\vec{v}_{az} = \vec{v}_{ag} + \vec{v}_{gz}$$

v_{az} — скорость автомобиля или

земли; $v_{ag} = v$; v_{gz} — гонок или

земли $v_{gz} = U$, но

$$v_{az} = v + U$$

Закон сохранения энергии (P, F, P — это ~~выражение~~ $U = v \cdot t$):

$$0 = v_{az} \cdot \frac{M}{h} - U M \Rightarrow U = \frac{v_{az}}{h}$$

$v_{az} = a t$; $U = v_{az} t$ — время, но

$$v = a t \left(1 + \frac{1}{h}\right) \quad (1)$$

$$v \leq \frac{N h}{m g}$$

$$t \left(1 + \frac{1}{h}\right) \cdot \frac{h}{M} \cdot \frac{M}{h} g \leq \frac{N h}{m g}$$

$$t \leq \frac{N h^2}{m g^2 M (h+1)} \Rightarrow T = \frac{N h^2}{m g^2 M (h+1)} - \text{вре-}$$

мя гонок, колеса прокатываются по
носу.

Числ +0 ВНК ман 3

$\mu_z(1) \Rightarrow$ гравитация $(a = \cos \theta t)$ \Rightarrow $x(t) = \frac{g \mu t^2}{2} \Rightarrow x = x(t) = \frac{g \mu}{2} \cdot \frac{V^2 h^4}{g^4 m^4 M^2 (h+1)^2}$

$$= \frac{V^2 h^4}{2 g^3 m^3 M^2 (h+1)^2} = 0,375 \text{ м}$$

ответ: $x = \frac{V^2 h^4}{2 g^3 m^3 M^2 (h+1)^2} = 0,375 \text{ м}$.

Вопрос:

Импульс системы материальных точек — это сумма (векторная) импульсов всех материальных точек T -той системы, т.е.

$$\vec{p}_\Sigma = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right], \text{ где } \vec{p}_i - \text{импульсы материальных точек.}$$

Законом сохранения импульса если на систему материальных точек (замкнутая) не действуют никакие внешние силы (система замкнутая), то её импульс сохраняется.

$$\vec{p}_\Sigma = \text{const}$$

Чистовик монт 4

в 3.5.1

Решено:

Дано:

$m = 100 \text{ г}$

$\alpha = 30^\circ$

$q = +3 \text{ мкКл}$

$\sigma = +3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$

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

Будем рассматривать пластинку, как материальную точку. Во всех процессах, кроме зарядки на поверхности, пластинку можно считать равновесно с силой

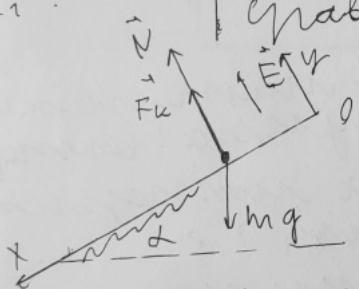
$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ - напр., созда-

ваемая пластиной, т.к. её можно считать бес-

конечной толщиной.

$\frac{u_2}{u_1} = ?$

1)



убто. $\Rightarrow F_k = Eq = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}$ - сила Кулона

2) II закон Ньютона на ось xy : $0 = N + F_k - mg \cos \alpha$

$\Rightarrow N = mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}$

На ось x ($M = \frac{e}{L}$ - сила индукции

или e - сила индукции на поверхность под $M \Rightarrow N_{\psi} = \frac{e}{L} N$ - сила реак-

ции поверхности под, т.к. масса не важна):

$a_m = -F_{TP}$ II закон Ньютона

Кулона $F_{TP} = F_{TPm} = \mu M N_{\psi}$, т.к. масса скрутки.

Устойчивость мембры

3) По Дав. аналитический метод. α - угол наклона мембры к горизонту. μ - коэффициент трения. q - поверхностная плотность заряда. ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость вакуума.

$U_{\text{ст.}} = \frac{L}{2} (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0})$

$A_{10} = \int_0^L F_{10} \cos(\alpha) dl =$

$= - \int_0^L F_{10} dl$

↑ направление
вдоль поверхности

$\Rightarrow A_{10} = - \frac{L}{2} (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0}) \mu$

Затем из условия равновесия:

$mgL \sin \alpha + A_{10} = \frac{m v_2^2}{2}$

аналогично для v_1 , отсюда $F_{\mu} = l \Rightarrow$

$A_{10} = - \frac{L}{2} mg \cos \alpha \mu$; $mgL \sin \alpha + A_{10} = \frac{m v_1^2}{2}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\sigma q \mu}{2 \epsilon_0} \cdot \left(\frac{mg \cos \alpha (\sin \alpha - \mu)}{2} \right)}$

небольшо, но эта величина зависит от α , который в условии не указан. Предполагаем, что $\alpha = \alpha_{\text{кр}}$, т.е.

$\frac{v_2}{v_1} \approx \sqrt{1 + \frac{\sigma q \mu}{2 \epsilon_0 mg \cos \alpha}} \approx 1,45$

Ответ: Числовик манис

$$\frac{v_2}{v_1} \approx \sqrt{1 + \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0 m g \rho \sin \alpha}} \approx 1,45$$
 при
 условии, что $\alpha = \alpha_{np}$

Вопросы:

Электроёмкость проводника — это отношение его заряда к потенциалу поверхности: $C = \frac{q}{\varphi}$ [Ф]

Электроёмкость конденсатора (индуктор) — это отношение ^{количества} заряда q на его обкладке к напряжению между обкладками:

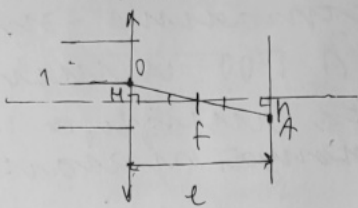
$C = \frac{q}{U}$ [Ф], где q — заряд ^[Кл] одной обкладки, U — напряжение между ними [В]

Чистовик

номер 7

Дано:
 $l = 29 \text{ см.}$
 $\delta = 0,5 \text{ см.}$
 $\Delta = 1 \text{ см.}$
 $A = ?$

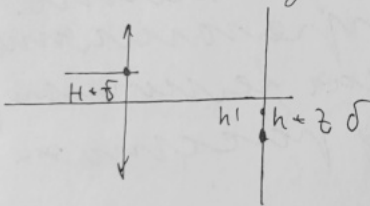
Решение:



Рассмотрим
 луч, проходя-
 щий 2(х) через
 центра и точка
 (луч 1)

т.к. $M \parallel FO$, то он прохо-
 дит ч/х фокус. вой. Получаем
 2 подобия $\Delta \Rightarrow \frac{f}{l-f} = \frac{H}{h} \Rightarrow h = \frac{H(l-f)}{f}$

Положим $H = \delta$ и $h = \delta$
 при $\delta = 0,5 \text{ см.}$
 Аналогично перво-
 му Δ .



Аналогично перво-
 му Δ .

$$h' = \frac{(H + \delta)(l - f)}{f} \quad (\text{луч}$$

случае в группу стороны
 и там изменен знак оди-
 ному не меняется)

$$A = |h + \delta - h'| = \left| \delta + \frac{\delta(l-f)}{f} \right| = \frac{\delta l}{f} \Rightarrow$$

$$f = \frac{\delta l}{A} = 19 \text{ см.}$$

$$\text{ответ: } f = \frac{\delta l}{A} = 19 \text{ см.}$$

Чистовики машин

Вопросы:

Функционное расстояние - это расстояние $f_{in T-1 T00}$ и f_{out} до главного фокуса линзы, т.е. f_0 . Характеризуемой преломление лучей в линзе.

$F (M)$ - функционное расстояние.

Минимальная сила линзы - это физ. величина, характеризующая способность линзы изменять направление лучей (превратить их), численно равная величине, обратной функционному расстоянию.

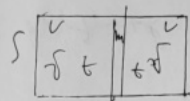
$D = \frac{1}{F}$ [дптр.] - минимальная сила

Чистовик манн 9

~ 2.2.1

Размерно:

Дано:
 $m = 5 \text{ кг}$
 $V = 1 \text{ л}$
 $t = 100^\circ \text{C}$
 $S = 0,01 \text{ м}^2$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
 $t = ?$



δ -кол-во б-ва
 По 2-му Менделеева-

Кранерона: $pV = \delta R t$ в двух
 случаях $\Rightarrow \delta$ - одинаковые

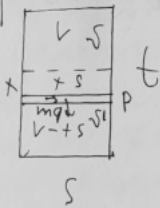
После поворота:

2-й Менделеева-

Кранерона:

$$p_0(V + xS) = \delta R t, \text{ где}$$

p_0 - давление воздуха



По 2-му 2-му Менделеева для ~~уравн~~
 равновесия: $0 = p_0 S - mg - p_0 S$, где p_0 - дав-
 ление пара. $\Rightarrow p_0 = p_0 + \frac{mg}{S}$

После поворота давление рас-
 тем \Rightarrow вода пар становится кон-
 денсироваться, при этом выхо-
 де не может оставаться насы-
 щенным (т.к. сдвиг пропорции
 в сторону перенасыщенного
 пара), тогда $\varphi = \frac{p_0}{p_H}$ $p_0 = \rho_H S t = p_H p_1$
 где p_0 - плотность пара; p_H - плот-
 ность насыщенного пара, то

Угловую скорость $\omega \approx 10$

$$\frac{m_{n0}}{v} = \frac{m_{n1}}{v+s}, \text{ где } m_{n0} = \sqrt{m_{0B}}; m_{n1} = \sqrt{m_{1B}} \Rightarrow$$

$\sqrt{s} = \frac{v+s}{v} \sqrt{s}$, но v и s — это масса
тела — K — Кинетическая

$$(v+s) \left(\frac{\sqrt{s} R t}{v+s} + \frac{mg}{s} \right) = \frac{v+s}{v} \sqrt{s} R t$$

Если $v+s=0$, то без разницы как будет
 $v+s \neq 0 \Rightarrow$

$$\frac{\sqrt{s} R t}{v+s} + \frac{mg}{s} = \frac{\sqrt{s} R t}{v}$$

$$\frac{mg}{s} = \frac{\sqrt{s} R t + s}{(v+s) v} \Rightarrow mg v^2 + mg v s = \sqrt{s} R t + s$$

$$x = \frac{mg v^2}{\sqrt{s} R t - mg v s} \quad \left(\sqrt{s} = \frac{p v}{R t} \right)$$

$$x = \frac{mg v^2}{p v s^2}$$

$p = p_H(t)$ — гидростатическое
 $\text{давление в момент } t$
 $\sqrt{s} = \frac{p_0 p_H(t) v}{R t} \Rightarrow$

$$x = \frac{mg v^2}{p_H(t) \cdot s^2 - mg s}$$

$p_H(t) \approx p_0$, т.к. $t = 100^\circ \text{C}$

$$x = \frac{mg v^2}{p_0 s^2 - mg s} \approx 5,93 \text{ м}$$

Ответ: $x = \frac{mg v^2}{p_0 s^2 - mg s} \approx 5,93 \text{ м}$.

Чистявик мамн 11

Вопросы:

✓ ~~Физическая~~ влажность воздуха - это плотность водяного пара в этом воздухе.

✗ $\rho \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$

2
3
4
Температурная влажность воздуха - это физ. величина, численно равная температурно-влажностности водяного пара к температурно-влажностности насыщенного пара при той же температуре или давлении водяного пара к давлению насыщенного пара при той же температуре.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} = \frac{p}{p_{\text{нп}}} \quad \text{безразмерна.}$$

ρ - плотность ~~во~~ пара $\left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$
 $\rho_{\text{нп}}$ насыщенного пара

p - давление пара

$p_{\text{нп}}$ насыщенного пара $[\text{Па}]$

man 13

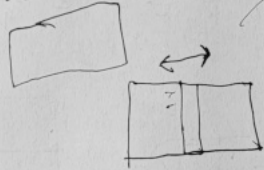
репродук.

$\frac{M}{\text{Fip.}} = \text{re}$

$v_{t+1} = V$
 \times
 \times 2. p
 \times
 \times
 p
 p

$PV = \sum R_t$
 $\left(\frac{\sum R_t}{v+s} + \frac{mg}{s}\right) \cdot (v+s) = \sum R_t$
 $\frac{\sum R_t + s}{v(v+s)} = \frac{mg}{s}$

$p = \frac{375 \cdot 1.21 \cdot X}{9001}$



$\frac{0.5 \cdot 20}{1} = 10$

$\frac{4}{3} + \frac{2}{1}$

$t = 1.5$

$\frac{p_1}{p}$
 $\frac{p}{p_1}$

$\frac{16 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 0.1 \cdot 27}{8} = \frac{3}{29}$

0.5
 $\frac{0.5 \cdot 0.3}{2}$

$7 + \frac{9 \cdot 10^{-12}}{12 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}$

$\frac{9}{8}$

$= \sqrt{7 + \frac{2\sqrt{3}}{3}}$

$P_0 \cdot v = \frac{P \cdot R \cdot D}{m_0 \cdot 1 + \frac{L \cdot a \cdot 1}{4 \cdot 10}}$

$\sqrt{3} \approx 1.7$

$7 + \frac{34}{30}$

$D = P_0 \cdot m_0$

D 1.5 1.4 $\frac{17}{30}$

$\frac{62}{30} = \frac{32}{15}$

$R \cdot v \cdot t$

$\frac{47}{30}$

$4 \sqrt{\frac{2}{15}} \sqrt{2}$

репробук $n \approx 14$



$N = v F$

$P_M = \rho g M \frac{M}{2h} =$

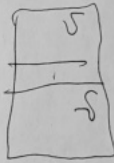
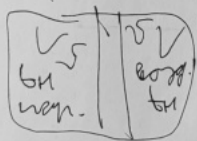
$= 10 \cdot 0.3 \cdot \frac{1}{3} = 12l$

$v F_{TP} = N$
 $v = \frac{N}{F_{TP}} = \frac{2m}{c}$

$p = v M \Rightarrow P \approx M = \frac{v}{h}$

$p_0 = \frac{\rho M a}{v}$

$a = 3$

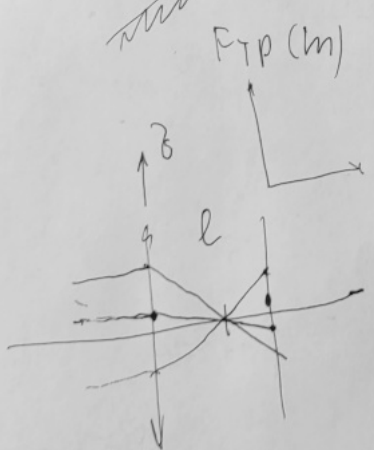


$P = \frac{\rho R T}{v + \frac{v}{2} + S} + \frac{\rho g h}{S}$

$P = \frac{\rho R T}{v}$

$\frac{\rho R T}{v}$

$\left(\frac{\rho R T}{v + \frac{v}{2}} + \frac{\rho g h}{S} \right) (v - \frac{v}{2}) = \frac{\rho R T}{v}$



$P = \frac{\rho R T}{v}$

$\Psi = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{P}{P_0}$

$\frac{\rho_0}{v - \frac{v}{2}} = \frac{\rho_0 v m}{v m_0}$