



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Килинкарров Георгий Валерьевич**

Класс: 11

Технический балл: **84**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9152663

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>14</i>	<i>8</i>	<i>15</i>	84
Вопрос	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	

Задача 1.3.1.

Числовик

Вариант N=2

1/8

Дано:

$N = 2 \text{ ВТ}$

$M = 1 \text{ кг}$

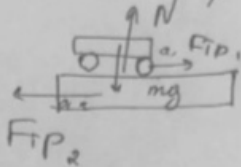
$n = 3$

$\mu = 0,3$

Найти - x?

Схема:

Составляем первую часть движения (пронизывания)



$|F_{тр}| = |F_{тр2}| = F_{тр}$

ОУ: $m y = N$

по 3-му закону Ньютона - А машина: $F_{тр} = N \mu = mg \mu$

в момент пронизывания (движение с пронизыванием) движение равноускоренное

$F_{тр1} = m a_1$

$F_{тр2} = M a_2$

$a_1 = \frac{mg \mu}{m}$

$a_2 = \frac{mg \mu}{M}$

$S_1 + S_2 = X = \frac{a_1 t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2} = \frac{g \mu t^2}{2} (1 + \frac{m}{M})$

$N = F \cdot t = F (a_1 t + a_2 t)$

пронизывание происходит в момент

$F = F_{тр} \Rightarrow \frac{N}{a_1 t + a_2 t} = mg \mu \Rightarrow t = \frac{N}{g \mu (1 + \frac{m}{M})}$

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

$= \frac{8}{18} \mu = \frac{1}{2} \mu$

Ответ: $x = \frac{8}{18} \mu$ $x = 0,5 \mu$

при установившемся движении - равн. дин
 $A = F_{тр} \cdot dx \Rightarrow$
 $N = F_{тр} \frac{dx}{dt} =$
 $= F_{тр} (v_1 + v_2)$
 (т.е. сумма скоростей пронизывания и движения груза)

Вопрос . 1.3.1 ^{тестовик}

2/18

Вопрос ?
 Ответ ?
 определяется импульс системы масс.
 Сформулируйте 3-и закон импульса.

$$\vec{P}_{\text{сист}} = \sum \vec{P}_{\text{масс. тела}} \quad \text{вектор}$$

импульс системы равен сумме векторов ~~векторов~~
^(векторной суммы) масс ^{масс}
~~импульсов~~ всех тел, входящих в эту систему

Закон сохранения импульса

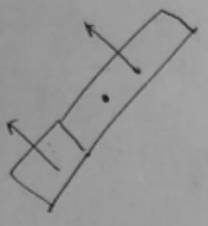
При отсутствии внешних сил, действующих ^{по некоторой оси} в шаре, ^{в шаре,}
^{на} систему масс. тел ^{масс} при условии, при ^{при}
^{котором} суперпозиция внешних сил на некоторую
 ось равна нулю импульс системы масс. тел
 на эту ось сохраняется.

$$\frac{dP_{\text{сист}}}{dt} = \vec{F}^{\text{внешние силы}}$$

участок
10/18

участок
11/18

$$\frac{m^3 \cdot m^2 \cdot m}{c^2 \cdot m^2 \cdot m \cdot m} = m$$



$$\frac{10^{-3} \cdot 5 \cdot 10}{10^{-2} (10^3 - 50)} = \frac{5}{950}$$

$$\frac{m \cdot J_1^2}{2} = mgh - A_{\text{FPP}}$$

$$\frac{950 \cdot 5}{45} = \frac{1}{190} m$$

$$\frac{m \cdot J_2^2}{2} = mgh - A_{\text{FPP}}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \overline{) 190} \\ - 950 \\ \hline 500 \\ - 380 \\ \hline 1200 \\ - 1040 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\frac{m \cdot J_2^2}{2} - \frac{m \cdot J_1^2}{2} = A_{\text{FPP}} (1 - \alpha)$$

$$mg \cdot l \cdot \alpha$$

$$C = \frac{2 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \frac{q}{u} =$$

$$mg \cdot l \cdot \sin \alpha - \frac{mg \cdot M \cdot \cos \alpha}{2} = \frac{m \cdot J^2}{2}$$

$$\frac{Q \cdot S}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot d} = \Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$J_1^2 = 2g \cdot l \cdot \sin \alpha - g \cdot M \cdot \cos \alpha$$

$$J_2^2 = 2g \cdot l \cdot \sin \alpha - g \cdot M \cdot \cos \alpha \cdot \alpha$$

$$J_1^2 - J_2^2 = g \cdot M \cdot \cos \alpha (1 - \alpha)$$

$$J_1^2 = J_2^2$$

Задание 3.5.1 (пожалуйста) 13/18

② ОУ: $N_2 + F_3 = mg \cos \alpha =$

$$N_2 = mg \cos \alpha - \frac{6q}{2\epsilon_0}$$

$$h = \frac{l \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{mg \cos \alpha \cdot l}{2}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{mg \cos \alpha \cdot l}{2} + \frac{6q \cdot l \epsilon}{2 \epsilon_0 \cdot 2}$$

$$v_2^2 - v_1^2 = \frac{6q \cdot l \epsilon}{2 \epsilon_0} \Rightarrow \mu = \frac{2(v_2^2 - v_1^2) \epsilon_0}{6q \cdot l}$$

$$v_1^2 = 2gl \sin \alpha - \frac{2g \cos \alpha (v_2^2 - v_1^2) \epsilon_0}{6q}$$

$$v_2^2 = 2gl \sin \alpha - \frac{2g \cos \alpha (v_2^2 - v_1^2) \epsilon_0}{6q} +$$

$$0,5 + \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-9} \cdot \sqrt{3}}$$

0,5



$$0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{3}}$$

0,5

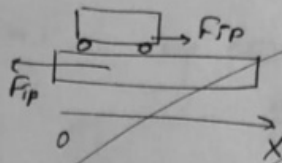
$$\frac{q \mu m}{M}$$

Задача 1.3.1.

теоретич

14/11

Дано:
 $N = 2 \text{ BT}$
 $M = 1 \text{ кг}$
 $n = 3$
 $\mu = 0.3$
 Найти - x ?



Решение:

в процессе всего движения по оси Ox сила и момент действуют

одинаково и разнонаправленной силой. Внимательно и $N = \text{const}$.

Перейдем в CO точки. В этой CO момент сил с постоянной скоростью

$N = \text{const}$

$$\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 = \frac{8}{9} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3}$$

$$\frac{8}{9} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3}$$

$$F'_x = FR$$

$N = \text{const}$

$N = F$

$N = F$

$N = F_{гр}$



F

$$M = Fx$$

$$A = F_{гр}x$$

$$N = \leftarrow \bigcirc \rightarrow$$

$$A = F \odot$$

$$V = hS \Rightarrow h = \frac{V}{S} = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 10 \text{ см.}$$

тепловизион

14 / 18

Задача 4.3.1.

тепловизион

15 / 18

Дано:

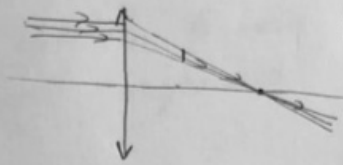
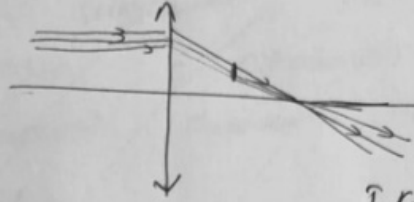
$l = 0,2 \text{ м}$

$\delta = 0,5 \text{ см}$

$\Delta = 1 \text{ см}$

$f = ?$

Сечение:



т.е. нужно
узнать все условия
рассмотреть
очень все

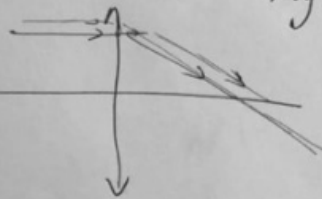
$\text{tg} \alpha = \frac{\Delta}{\delta}$

$m \cdot \cos \alpha \cdot l - m \cdot \sin \alpha \cdot l$

3.3

$2 \cdot g \cdot n \cdot l \cdot \cos \alpha = m \cdot \sin \alpha$

$m \cdot g$



$m \cdot g \cdot \cos \alpha - m \cdot g \cdot \sin \alpha$

$m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot l$

$\frac{m \cdot g \cdot \text{tg} \alpha \cdot l}{2}$

$\frac{m \cdot g \cdot \text{tg} \alpha \cdot l}{2} + m \cdot g \cdot \sin \alpha$

$\frac{\sin \alpha + \frac{\text{tg} \alpha}{2}}{\frac{\text{tg} \alpha}{2}}$

10/10

16/18

uprobur

0,5

10

$$\frac{69}{288} = \frac{3 \cdot 10^{10} \cdot 3 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{20}} = \frac{1}{2} \text{ M.}$$

mg



$$\frac{(1 + \frac{1}{3}) 3^2 2^2}{2 \cdot 331} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 2^2}{2 \cdot 3^3} = \frac{8}{9}$$

Вопрос 2.2.1

(7/18)

Влажность (абсолютная) - скалярная физическая величина, численно равная

Влажность (относительная) - скалярная физическая величина, численно равная отношению паров жидкости при данной температуре к давлению насыщенного пара при данной температуре

30gar teprobuk 18/18

ф
н
к
Т

числовик
Задача 2.2.1.

3/17

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

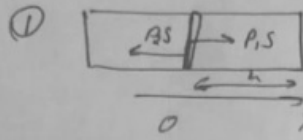
$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$S = 0,01 \text{ м}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

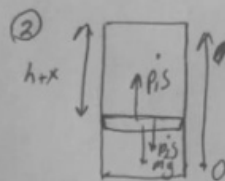
Решение



$$Ox: P_1 S = P_2 S \quad \text{т.р.} \Rightarrow$$

поршень находится в равновесии

$$P_1 = P_2 = P_0 \quad (\text{т.р. давление нал. пара при } t = 100^\circ \text{C} = P_0)$$



$$Oy: P_1' S = P_2' S + Mg$$

Если на наклонной поверхности

изоотермически насыщенный пар, то пар начнет конденсироваться и процесс будет протекать с посб. давлением \Rightarrow

$$P_1' = P_0 \quad (\text{т.р. } T \text{ неизменно и пар сжимается})$$

$$P_2' S = P_1' S - Mg = P_0 S - Mg \Rightarrow P_2' = P_0 - \frac{Mg}{S}$$

ур-е Менделеева-Клапейрона $(P_0 - \frac{Mg}{S}) V' = P_0 V$
объем во второй ситуации т.р. T-const

$$V' = (h+x) S$$

$$h S = V \quad (\text{по условию})$$

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

$$h = \frac{V}{S} = 10 \text{ см}$$

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

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

$$= \frac{5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{\text{с}^2 \cdot 10 \text{ м}^2 (10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 - 5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})}$$

$$x < h \Rightarrow$$

$$= 5,26 \text{ см}$$

ответ: $x = 5,26 \text{ см}$

Числовик
Вопрос 2.2.1.

4/18

Влажность воздуха (оболочная) - скалярная
ориз. величина, именно равная отношению массы
воздушных паров в некоторой ^{воздушной} объеме к этому
объему.

$$\varphi_{об} = \frac{m}{V} \left[\frac{кг}{м^3} \right]$$

Относительная влажность воздуха - скалярное
ориз. величина, именно равная отношению
оболочной влажности при ^{некоторой} данной температуре
к плотности насыщенного пара при
данной температуре.

$$\varphi_{отн} = \frac{\varphi_{об} t}{\rho_n}$$

Задача 3.5.1.

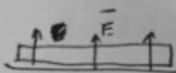
тросовик

5/18

Дано:

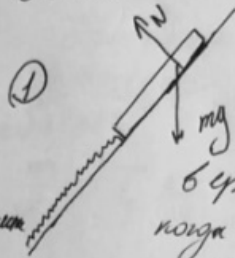
- $m = 0,1 \text{ кг}$
- $\alpha_{кр} = 30^\circ$
- $q = +3 \text{ мксКа}$
- $\sigma = +3 \text{ мксКа/м}^2$
- $g = 10 \text{ м/с}^2$
- $\epsilon = 9 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$

Найти: $\frac{z_2}{z_1} - ?$



$F_z = Eq$ и
напр. по нормали
к поверхности

Решение:



Электрическая сила
 $F_z = Eq$

напр. по нормали
 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$

Эта формула
верна для случая,
когда мы смотрим
под углом $\alpha - 90^\circ$, т.е.
линия зрения эта формула
выполняется

$F_z = \frac{\sigma q}{2\epsilon\epsilon_0}$ $\epsilon = 1$

F_z действует на массу
в процессе всего движения

$A_{Fz} = \int_0^l Fz dx$

$F_{тр} = \mu N$

Разделим на маленькие кусочки в процессе
движения на горизонтальную поверхность шириной dx

$F_{тр} = N_{пероз} \mu$ (по 3-му закону Ньютона)

$F_{тр} = \frac{N l}{l_0} \mu \Rightarrow$



реакция опоры
на ширин dx
 $N_{пероз} =$
 $= N' z =$
 $= \frac{N z}{z_0} = \frac{N l'}{l} =$

$A_{Fтр} = \int_0^l \frac{N l'}{l_0} \mu dl = \frac{N \mu l}{2}$

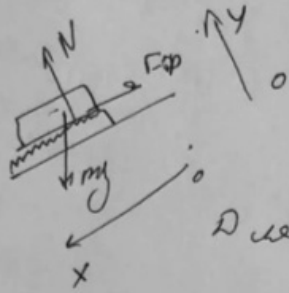
① ЗСЗ: $\frac{m v_1^2}{2} = m g h - \frac{N \mu l}{2}$ (1)

② $\frac{m v_2^2}{2} = m g h - \frac{N_2 \mu l}{2}$ (2)

Условие.

6/18

Задача 3.5.1 (непрямая)



$$OY: N - mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} \leq N \mu$$

3-й закон Ньютона - А.А.А.

Для равновесия груза верно

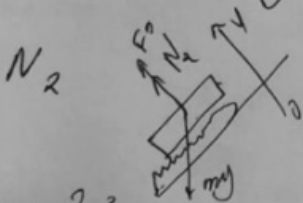
$$F_{тр} = N \mu$$

$$OX: F_{тр} = mg \sin \alpha \mu = mg \cos \alpha \mu \Rightarrow$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$h = l \sin \alpha$$

$$\textcircled{1} \frac{m v_1^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{mg \cos \alpha \mu l}{2}$$



$$OY: N_2 + F_{тр} = mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$N_2 = mg \cos \alpha - \frac{6g}{2 \epsilon_0} \Rightarrow$$

$$\textcircled{2} \text{ найти } \frac{J_2}{J_1} = \frac{2gl \sin \alpha - g \cos \alpha \mu l + \frac{6g}{2 \epsilon_0} \mu l}{2gl \sin \alpha - g \cos \alpha \mu l} =$$

$$= \frac{2g \sin \alpha - g \sin \alpha + \frac{6g}{2 \epsilon_0} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}{2g \sin \alpha - g \sin \alpha} =$$

$$\frac{J_2}{J_1} = \sqrt{\frac{g \sin \alpha + \frac{6g}{2 \epsilon_0} \tan \alpha}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{g \sin \alpha - \frac{6g}{2 \epsilon_0} \tan \alpha}{g \sin \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{3}}}{0,5}} = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}{1}} = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{3}}{\sqrt{3}}}$$

Ответ: $\frac{J_2}{J_1} = \sqrt{\frac{3+1}{3}}$

Тесовик

Вопрос 3.5.1.

7/18

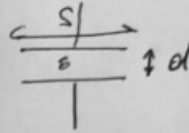
Емкость - скалярная физическая величина, характеризующая способность проводника накапливать заряд. Численно равна отношению накопленного заряда на проводнике к приложенному напряжению к проводнику.

иногда плоского конденсатора

$$C = \frac{q}{U} \quad [\text{Ф}]$$

$$C_{пл} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \quad [\text{Ф}]$$

S - площадь обкладок пл. конденсатора
 d - расст. между обл. плоского конденсатора.



Вопрос 4.3.1. ^{тестовик}

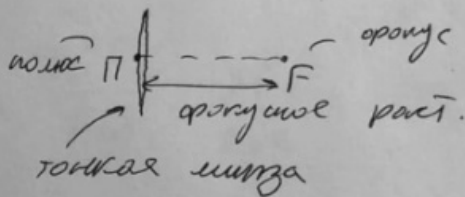
9/18

Орточное расстояние - расстояние от центра тонкой линзы до фокуса.

Фокус - это точка в которой собираются лучи (или их продолжение); параллельные прохождение главной оптической оси ^{линзы} после ~~преломления~~ ^{прохождения} в ~~ней~~ ^{ней} через линзу ~~и~~ -

Оптическая сила - скалярная физическая величина, показывающая, насколько сильно преломляет линза при прохождении через нее лучи. Оптическая сила линзы равна обратной величине орточного расстояния.

$$D = \frac{1}{F} \text{ [дптр]}$$



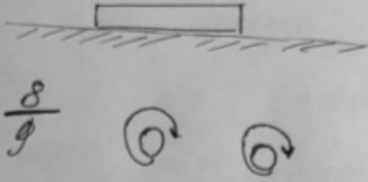
устройство
депробер

Дано:

$$\frac{3(4) \cdot 2^{10/18}}{2 \cdot 3^3}$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F_{\text{пр}} \cdot x}{t}$$

$$\frac{3 \cdot 4 \cdot 2^2}{2 \cdot 3^3} = \frac{8}{9}$$



$F \cdot \rho = \text{const}$

$$F = ma$$

$ma \cdot \rho = \text{const}$

$F_{\text{пр}} = m \cdot v$ скорость
пробур.
глубина

$$\frac{H^2 \cdot m^2}{c^2 \frac{m^3}{c^6}}$$

$$t = \frac{c^4 \cdot m \cdot \rho \cdot m}{c \cdot m^2 \cdot \rho \cdot c^2}$$

$$F \cdot \rho = N$$

$$\frac{N}{F} = \frac{m \cdot v \cdot \rho}{c \cdot c^2 \cdot \rho}$$

$$F \cdot a \cdot t = N$$

$$F \cdot g \cdot m \cdot t = N$$

$$t = \frac{N}{F \cdot g \cdot m}$$

$$c = \frac{\rho \cdot m \cdot m \cdot c^4}{c \cdot c^2 \cdot \rho \cdot m^2}$$

$$t = \frac{N}{F \cdot g \cdot m}$$

$$F = \frac{N}{t \cdot g \cdot m}$$

$$\frac{\rho \cdot m \cdot m}{c \cdot c^2 \cdot m} = \frac{\rho \cdot m}{c^2}$$

$$\frac{N}{g \cdot m \cdot t} =$$

$$\frac{\rho \cdot m \cdot m \cdot c^4}{c^2 \cdot c^4 \cdot \rho \cdot m^2} = \frac{N}{a \cdot t}$$

$$= m \cdot g \cdot m$$

$$\frac{\rho \cdot m \cdot m \cdot c^6}{c^2 \cdot c^4 \cdot \rho \cdot m^2} =$$