



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Миннибаев Альберт Раилевич**

Класс: 11

Технический балл: **84**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9655033

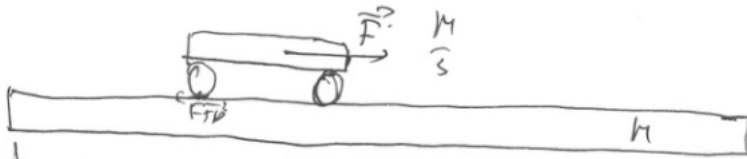
	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>11</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	84
Вопрос	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	

1

Условие (1)
Решение: 1.3.1.

Дано:
 $M = 1 \text{ м}$
 $m = \frac{1}{3} M$
 $\mu = 0,5$
 $N = 2 \text{ Н}$

$x = ?$



колёса перестают проскальзывать
 при $F = F_{тр}$ $A = F \cdot s$ ~~или~~ $A = N \cdot t$
 $F \cdot s = N \cdot t$ откуда $F = \frac{N \cdot t}{s} = \frac{N}{v}$

Имеем $F - F_{тр} = 0 \Rightarrow a = 0$, тело движется с постоянной скоростью. $\frac{N}{v} = \mu mg$

Откуда $v = \frac{N}{\mu mg} = \frac{2}{0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 10} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

v это скорость автомобиля относительно доски по ЗСЧ

$0 = m v_a - M v_g$ откуда $v_a = 3 v_g$
 $v = v_a + v_g$ $v_g = \frac{v}{4} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ для доски по D_z
 $M a = \mu m g$ $a = \frac{\mu m g}{M} = \frac{\mu \frac{1}{3} M g}{M} = \frac{0,5 g}{3} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ идеология

$S_g = \frac{v_g^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v_g^2}{2a} = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ м}$

Тогда $x = S_g + S_a = 4 S_g = 4 \cdot 0,125 = 0,5 \text{ м} = 50 \text{ см}$
 Ответ: 50 см.

Вопросы:

1) ~~Импульс~~ Суммарный импульс системы материальных точек, это векторная сумма импульсов каждой материальной точки. (для ЗСЧ используется проекция этих импульсов на конкретную ось)

2) ЗСЧ $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots + \vec{P}_n = \text{const}$
 Суммарный импульс замкнутой системы всегда остаётся постоянным (если проекция на ось системы их проекция также — на ось также постоянны)

Чистовик (2)

2

№ 2.2.1.

Решение:

Дано:

$$M = 5 \text{ мг}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

$$t = 100^\circ\text{C} = 373 \text{ К}$$

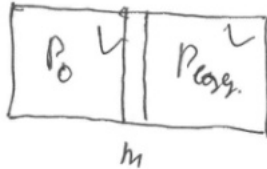
$$S_{\text{окл}} = 0,01 \text{ м}^2$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

x = ?

Т.к. $t = 100^\circ\text{C}$, то давление насыщенного пара равно атмосферному. $P_0 \cdot V = \nu R T$.

1)

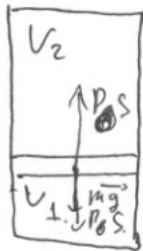


Ищем:

$$P_{\text{окл}} = P_0 = P_{\text{окл}} \quad P_0 = \frac{\nu R T}{V}$$

$$\text{Откуда } \nu R T = P_0 V$$

2)



Ищем по III и Ньютона.

$$P_0 S = P_{02} S + mg$$

$$P_0 S = \frac{\nu R T S}{V} + mg$$

$$P_0 S = \frac{P_0 V S}{V_2} + mg \quad P_0 S - mg = \frac{P_0 V S}{V_2}$$

$$V_2 = \frac{P_0 V S}{P_0 S - mg}$$

$$\Delta V = V_2 - V \quad \Delta h = x = \frac{V_2 - V}{S} = \frac{\left(\frac{P_0 V S}{P_0 S - mg} - V \right)}{S} = \frac{\left(\frac{10^5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{10^5 \cdot 10^2 - 50} - 10^{-3} \right)}{10^{-2}} =$$

$$= \left(\frac{1}{950} - \frac{1}{1000} \right) \cdot 10^{-2} = \frac{10}{95} - \frac{1}{10} = \frac{20 - 19}{180} = \frac{1}{180} \text{ м} = \frac{1}{50} \text{ см} \approx 1,1 \text{ см}$$

ответ: 1,1 см.

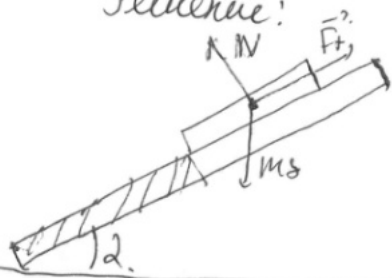
Вопросы!

- 1) Влажность — ~~количество~~ ^{масса} водяных паров содержащиеся в единице объёма воздуха.
- 2) Относительная влажность воздуха — отношение давления (плотности) водяных паров в воздухе, к давлению (плотности) насыщенного пара воды при данной температуре.

Числоиск (3) ~ 3.51

3

Дано:
 $m = 0,1 \text{ м.}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\varphi = 3 \cdot 10^{-6}$
 $q = 3 \cdot 10^{-6}$
 $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$



для $\alpha = 30^\circ$
 доска будет полностью
 на шершавой поверхности
 постоит.

Тогда

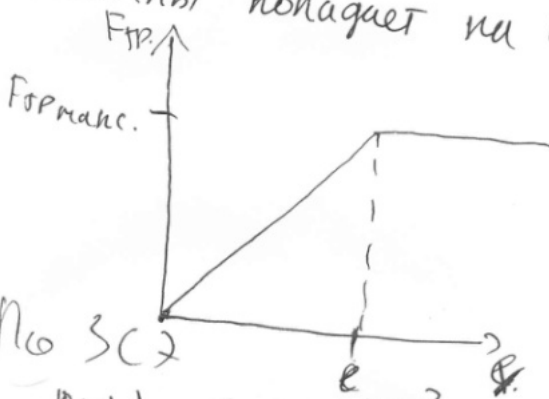
$$mg \sin \alpha = F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

$\frac{v_2}{v_1} = ?$

Почти длина пластины l

Обозначим за нулевой уровень потенциальной энергии, положение центра масс ~~середину~~ пластины, когда она полностью на шершавой области. Учим зависимость силы трения, ~~от~~ пройденного расстояния, т.к. всё большая часть пластины попадает на шершавую область



Тогда $A_{тр} = \frac{F_{тр макс} \cdot e}{2}$

~~По II закону Ньютона.~~

$$F_{тр макс} = \mu mg \cos \alpha$$

$$h = e \sin \alpha$$

По ЗСЭ

$$mgh = A_{тр} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$mgl \sin \alpha = \frac{2 \mu mg \cos \alpha e}{2} + \frac{mv_1^2}{2} \quad v_1^2 = 2gl (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

При появлении зарядов имеет электрическую силу. Сила направлена с N, тогда $N = mg \cos \alpha - F_{эл}$

$$F_{эл} = E_q = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \quad \text{Тогда} \quad F_{тр макс 2} = \mu \left(mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \right)$$

По ЗСЭ

$$mgl \sin \alpha = \frac{\mu e \left(mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \right)}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

отсюда $v_2^2 = \frac{2 mgl \sin \alpha - \mu e \left(mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \right)}{m}$

Чистовик (4)
 и з. в. л. (продолжение)

4

$$\frac{U_2^2}{U_1^2} = \frac{2mg\ell \sin\alpha - \mu e (mg \cos\alpha - \frac{6q}{2\epsilon_0})}{mg\ell \cdot (2\sin\alpha - \mu \cos\alpha)} =$$

$$= 1 + \frac{6q \cdot \mu}{2\epsilon_0 (2\sin\alpha - \mu \cos\alpha)} = 1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{10} (2\sin\alpha - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos\alpha)}$$

$$= 1 + \frac{1}{2\sqrt{3} (2\sin\alpha - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos\alpha)} \quad \text{при } \alpha = 30^\circ$$

$$= 1 + \frac{1}{2\sqrt{3} (1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})} = 1 + \frac{1}{2\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Тогда

$$\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{3 + \sqrt{3}}{3}}$$

ответ: $\sqrt{\frac{3 + \sqrt{3}}{3}}$

Вопросы:

1) Емкость — физическая величина, характеризующая способность конденсатора накапливать заряд. Измеряется в фарадах.

$$2) C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

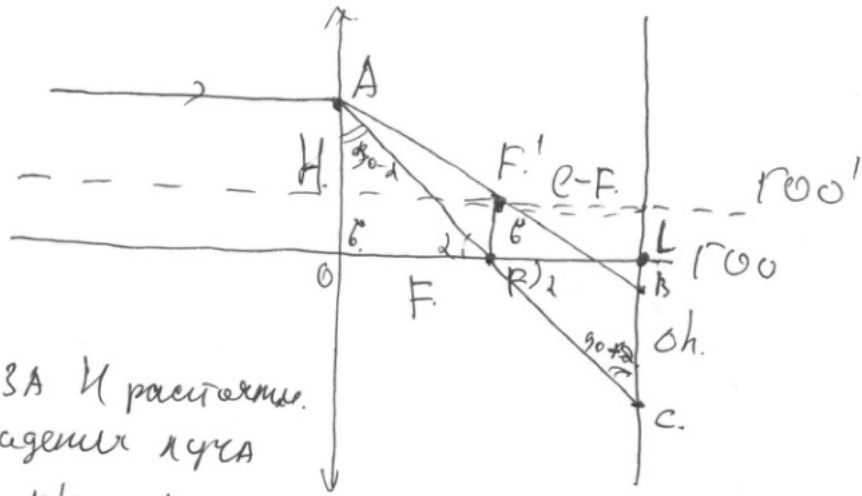
5

Число (5)

и ч. 3.1.
Решение!

Дано:
 $e = 10 \text{ см.}$
 $oh = 1 \text{ см.}$
 $b = 0,5 \text{ см.}$

$F = 1$



Обозначим за H расстояние от точки падения луча AO

$P'K = \frac{1}{2} BC$ значит $P'K$ - средняя линия треугольника ABC .

Тогда $AF = FC$
 $\angle AFO = \angle FLC$, но AF и FC - гипотенузы и стороны между ними.
 $\angle AFO = \angle FLC$ (верт. углы) $\angle OAF = \angle FCL$ (накрест. углы)

Тогда $OF = FL$
 Орлет: $F = 10 \text{ см.}$ $OF + FL = e \Rightarrow OF = \frac{e}{2} = F = \frac{20}{2} = 10 \text{ см.}$

Вопросы:

1) Фокусное расстояние - расстояние от ^{главного оптического центра линзы} ~~линзы~~ фокуса ^(фокальной плоскости) линзы. Через фокус линзы преломляются все лучи параллельные главной оптической оси линзы.

2) Оптическая сила линзы - ^{физическая} ~~математическая~~ величина характеризующая способность линзы преломлять лучи. Чем оптическая сила линзы выше, тем сильнее линза преломляет лучи и тем меньше фокусное расстояние линзы. Измеряется в диоптриях.

Углеводород.

1. Демонстрация:



$N = 2kT$ $A = N \cdot t$ $A_{\text{пр}} = \frac{F \cdot S}{T}$

$A = F \cdot s$ $F \cdot s = N \cdot t$ $N = \frac{F \cdot s}{t}$

$F = \frac{N \cdot t}{s}$

Дано:

$M = 1 \text{ м}$

$N = 2kT$

где

$M = 3 \text{ м}$

$m = \frac{1}{5} M$

$\mu = 0,5$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\nu = ?$

2. 2.1

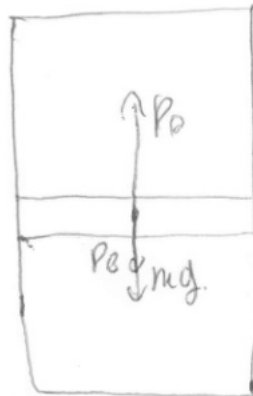
$m = 5 \text{ кг}$

$V = 1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

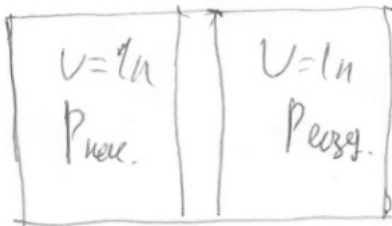
$t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$

$S_{\text{ген}} = 0,01 \text{ м}^2$

$P_0 = 10^5 \text{ Па} = P_{\text{атм}}$



$P = \frac{F}{S}$
 $F = PS$



$P_{\text{атм}} = P_{\text{возд}}$

$P_0 = \frac{\nu RT}{V}$ $\nu RT = \frac{P_0 V}{T}$

☞

$\nu RT = P_0 V$

Но II з. Углеводород.

$P_{\text{возд}} S + mg = P_0 S$

$\frac{\nu RT}{V_2} S + mg = P_0 S$

$\frac{P_0 V S}{V_2} + mg = P_0 S$

$\Delta V = V_2 - V$ $\Delta h = \frac{V_2 - V}{S} =$

$\frac{P_0 V S}{V_2} = P_0 S - mg$
 $V_2 = \frac{P_0 V S}{P_0 S - mg}$

Черновик
1.3.1.

$N = F \cdot v$ когда $F > F_{тр}$ происходит.
проскальзывание.

$F_{тр}$ для сухого контакта.

$F_{тр} = \mu mg =$
 $F = \frac{N}{v} = \frac{N \cdot t}{s}$

$F - F_{тр} = ma$

$a = \frac{F - F_{тр}}{m} =$

$\frac{N \cdot t}{s} = \mu mg$

$\frac{N}{s} v_a = \dot{N} v_d$

$\frac{1}{3} v_a = v_d$

$\frac{N}{v} = \mu mg$

$v = \frac{N}{\mu mg} = \frac{2B \cdot 3}{0,5 \cdot 1 \cdot 10} =$

$\frac{6}{0,5 \cdot 10} = \frac{6}{5} = 2 \frac{2}{5} \frac{m}{s}$

v_a скорость гоним.

$F = F_{тр} \Rightarrow \frac{N}{s} - F_{тр} = m a$
 $\frac{N}{s} = \mu mg$
 $\frac{N}{s} = \frac{3 \cdot 10}{0,5 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{1}{5} a$

$s' = \frac{dN}{ds} = 1 - 1 = 0 \Rightarrow a = 0$
 $\frac{N}{v \cdot dt} = \frac{\mu mg}{dt} \Rightarrow N dt = \mu mg v \cdot dt$

№3 Чертов...

$m = 0,1 \text{ кг}$

$\alpha_{np} = 30^\circ$

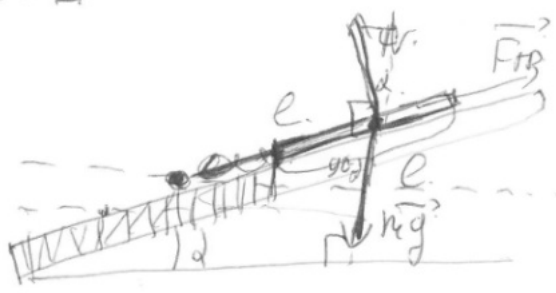
v_1

$\rho = 3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кВ}}{\text{м}^2}$

$q = 3 \cdot 10^{-6} \text{ кВ}$

v_2

$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$



Пусть длина пластины l .

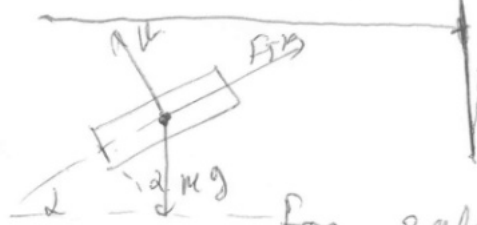
$F_{тр} = \mu mg$ $F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$A = F_{тр} \cdot s$

Одн: $mg = mg \sin \alpha - F_{тр} =$
 $= mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha =$
 $= \mu mg \cos \alpha$

зависит от расстояния пройденного пластины.

$A_{тр} = F_{тр} \cdot l =$
 $= \frac{F_{тр \max} \cdot l}{2}$



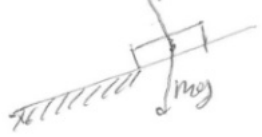
$mg \sin \alpha = F_{тр}$
 $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$
 $\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$

$mgh = A_{тр} + \frac{mv^2}{2}$ $h = \frac{1}{2} l$

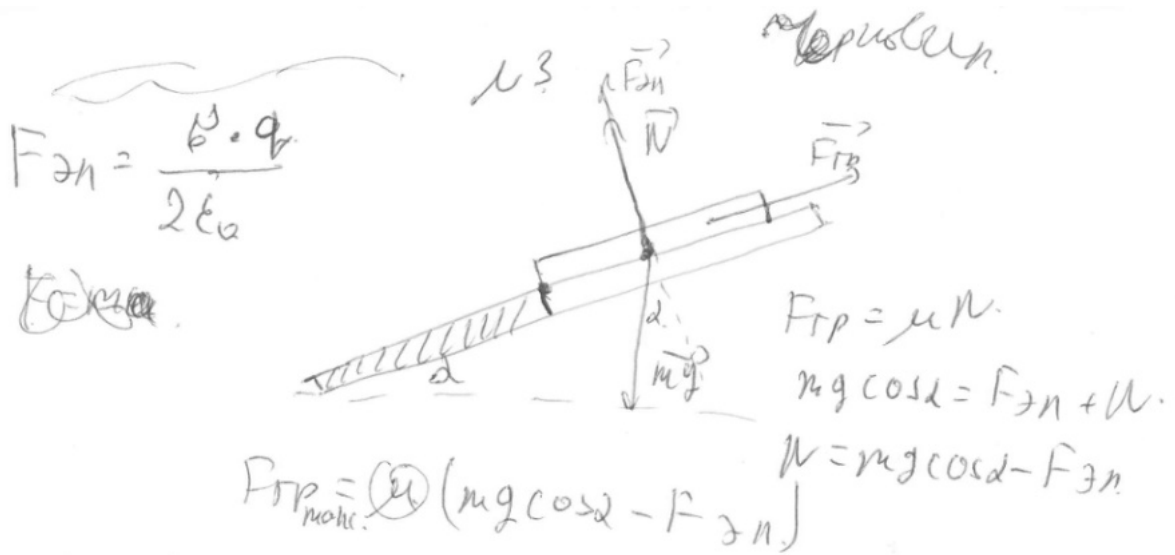
$mg \cdot \frac{1}{2} l = \frac{mg \mu \cos \alpha \cdot l}{2} + \frac{mv^2}{2}$

$v^2 = gl - g \mu \cos \alpha l = gl(1 - \mu \cos \alpha)$

$v^2 = gl(1 - \mu \cos \alpha)$ $F = Eq$ $E = \frac{\rho}{2\epsilon_0}$



$F_{эл} = \frac{\rho}{2\epsilon_0}$



$$\frac{mgl}{2} = \frac{\mu (mg \cos \alpha - F_{\text{Эн}}) l}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{mgl - \mu l (mg \cos \alpha - F_{\text{Эн}})}{m} = v_2^2$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mg - \mu (mg \cos \alpha - F_{\text{Эн}})}{mg (1 - \mu \cos \alpha)}$$

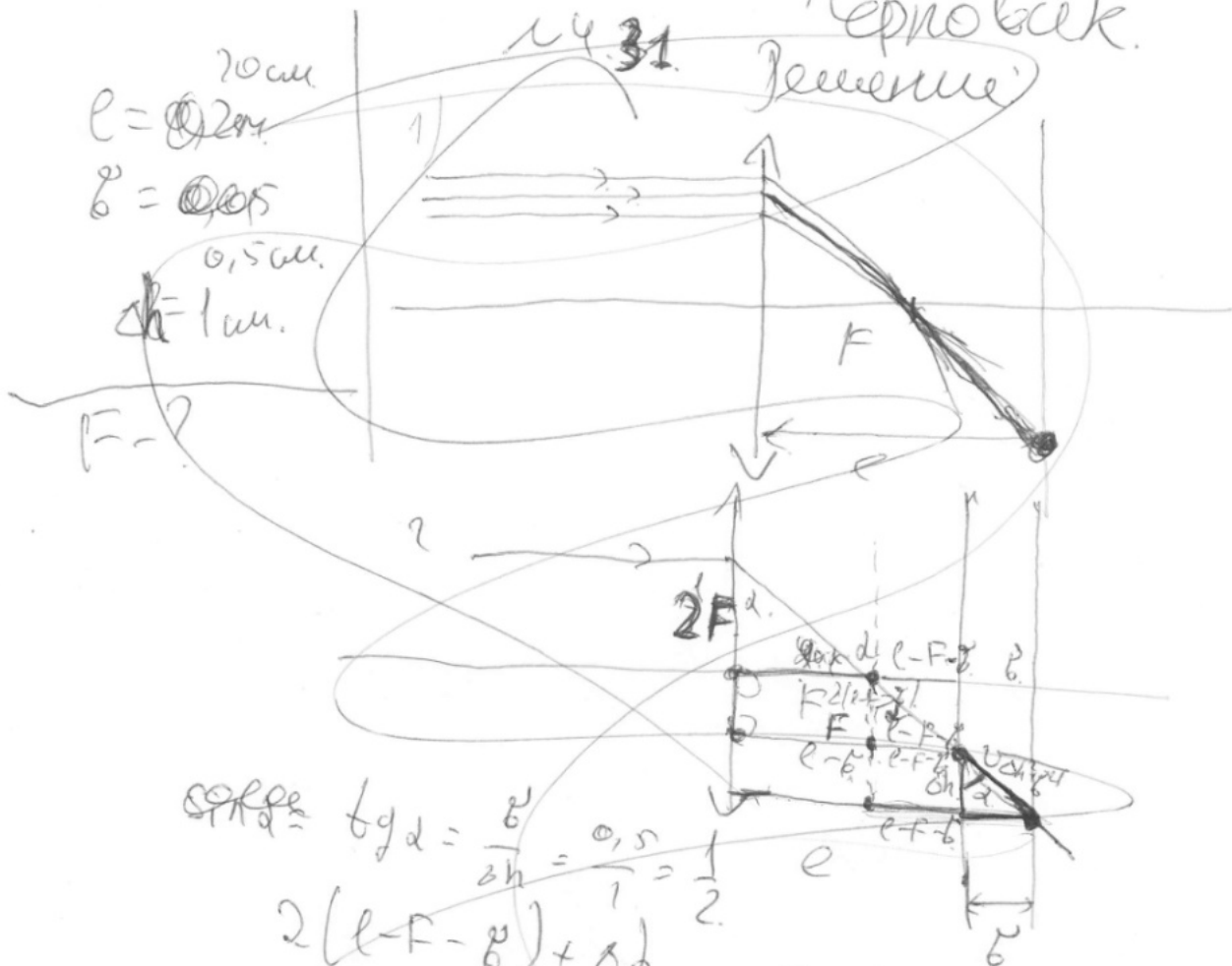
$$= \frac{mg - \mu mg \cos \alpha + \mu F_{\text{Эн}}}{mg - \mu mg \cos \alpha} = 1 + \frac{\mu F_{\text{Эн}}}{mg (1 - \mu \cos \alpha)}$$

$$= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot F_{\text{Эн}} = \frac{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v_3^2}{2} \cdot F_{\text{Эн}}}{mg (1 - \sin \alpha)} = \frac{2 \cdot F_{\text{Эн}}}{v_3^2 mg}$$

$$= \frac{2 \cdot \beta \cdot q}{2 \epsilon_0 v_3^2 mg} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-12} \cdot v_3^2 \cdot 0,1 \cdot 10} = \frac{1}{v_3^2}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{1}{v_3^2} = \frac{v_3^2 + 1}{v_3^2} \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{1}{v_3^2}}$$

репробек.



~~ср~~ $\text{tg } \alpha = \frac{b}{2h} = \frac{0,5}{1} = \frac{1}{2}$

$2(l - F - b) + 2h$

$3h = \frac{20 - F - 0,5}{1}$

$2(20 - 0,5 - F) + 1 = \frac{20 - F}{19,5 - F}$

$(2 \cdot 19,5 - 2F + 1)(19,5 - F) = 20 - F$ $F < 20$

$(40 - 2F)(19,5 - F) = 20 - F$ $1) F = 20$

$2 \cdot (20 - F)(19,5 - F) = 20 - F$

200

~~$2 \cdot (19,5 - 2F) = 1$~~

$3 \cdot 8 = 2F$ $F = 12$

Оценка
не выставлена
2022
me

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
ученика 11 Г класса
МБОУ «Лицея №153» городского
округа города Уфы Республики
Башкортостан
Миннибаева Альберта Раилевича

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы 84 за мою работу заключительного этапа по физике поскольку считаю, что написал работу лучше и не совсем согласен с выставленными баллами. Также прошу перепроверить вторую задачу в которой я допустил арифметическую ошибку. Большое спасибо!

Дата

24 Марта 2022 г.

(подпись)

Альберт