



**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**

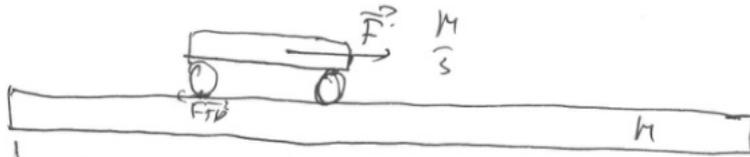
Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9655033

|        | 1         | 2         | 3         | 4         | $\Sigma$  |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Задача | <i>15</i> | <i>11</i> | <i>15</i> | <i>15</i> | <b>84</b> |
| Вопрос | <i>6</i>  | <i>9</i>  | <i>7</i>  | <i>6</i>  |           |

1

Условие (1)  
Решение: 1.3.1.



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

$x = ?$

Колёса перестают проскальзывать при  $F = F_{\text{тр}}$   $A = F \cdot s$   ~~$A = N \cdot t$~~   
 $F \cdot s = N \cdot t$  откуда  $F = \frac{N \cdot t}{s} = \frac{N}{s}$   
 Имеем  $F - F_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow a = 0$ , тело движется с постоянной скоростью.  $\frac{N}{s} = \mu mg$

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  $v_a = 3 v_g$

$v = v_a + v_g$

$M a = \mu mg$

$v_g = \frac{v}{4} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  для доски по  $D_z$   
 $a = \frac{\mu mg}{M} = \frac{\mu \frac{1}{3} M g}{M} = \frac{0,5 g}{3} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  Итого

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

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:

$$M = 5 \text{ мг}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

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

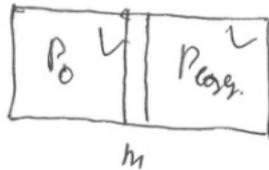
$$S_{\text{окл}} = 0,01 \text{ м}^2$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

x = ?

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

1)

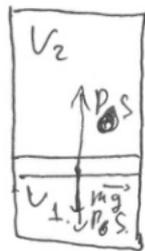


Учтем.

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

$$\text{Откуда } \nu R T = P_0 V$$

2)



Учтем, по III § Ньютона.

$$P_0 S = P_{\text{окл}} S + mg$$

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

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

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

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

$$= \left( \frac{1}{950} - \frac{1}{1000} \right) \cdot 10^{-2}$$

ответ: 1,1 см.

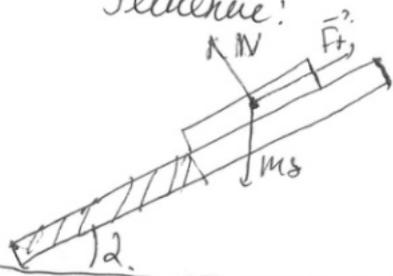
Вопросы!

- 1) Влажность — ~~количество~~ <sup>масса</sup> 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)  $\sim 3.51$

3

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

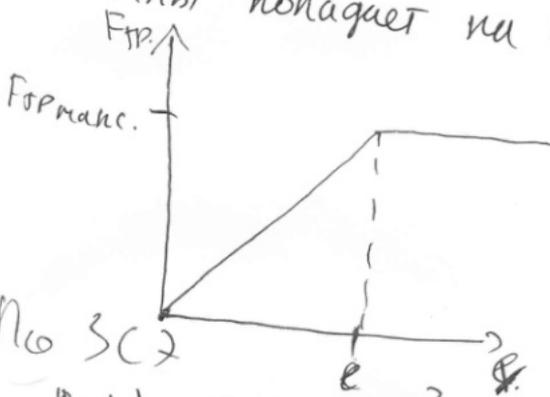


для  $\alpha = 30^\circ$   
 доска будет полностью  
 на шершавой поверхности  
 постоит.

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

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

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  $A_{тр} = F_{тр макс} \cdot e$

~~По II закону Ньютона.~~

$F_{тр макс} = \mu mg \cos \alpha$   
 $h = e \sin \alpha$

По ЗСЭ  $mg h = A_{тр} + \frac{mv_1^2}{2}$

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

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

$F_{эл} = E q = \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0}$  Тогда  $F_{тр макс 2} = \mu (mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0})$

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

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

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

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

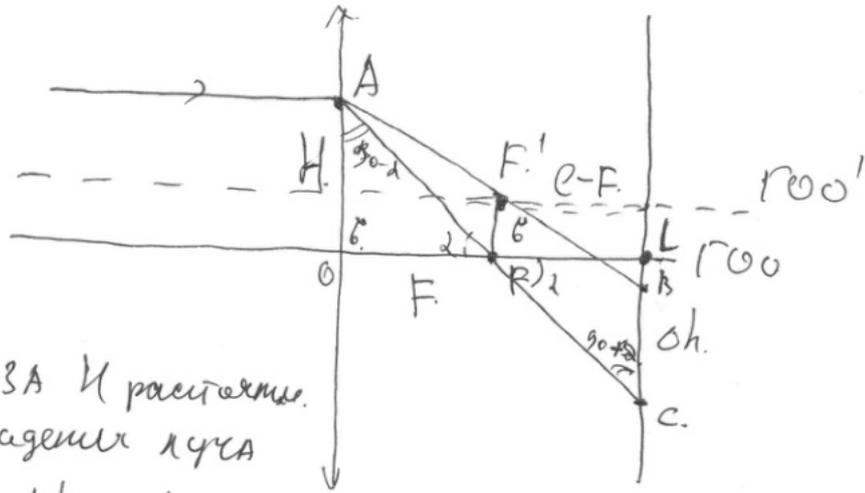
5

Число (8)

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

Вопросы:

1) Фокусное расстояние - расстояние от <sup>главного оптического центра линзы</sup> ~~линзы~~ фокуса <sup>(фокальной плоскости)</sup> линзы. Через фокус линзы преломляются все лучи параллельные главной оптической оси линзы.

2) Оптическая сила линзы - <sup>физическая</sup> ~~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

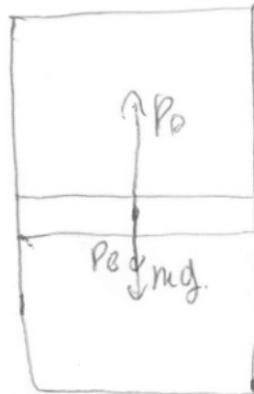
$m = 5 \text{ кг}$

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

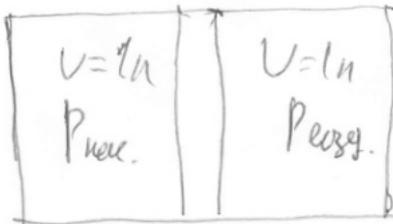
$t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$

$S_{\text{ген}} = 0,01 \text{ м}^2$

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



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



$P_{\text{атм}} = P_{\text{возд}}$

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

$\nu RT = P_0 V$

По II з. Уравнению.

$P_{\text{возд}} S + mg = P_0 S$

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

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

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

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

Черновик  
1.3.1.

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

$F_{тр}$  где  $ограничение$ .

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

$F - F_{тр} = ma$   
 $a = \frac{F - F_{тр}}{m} =$

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

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

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

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

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

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

$v_a$  ~~огранич.~~  $v_y$

$F = F_{тр} \Rightarrow \frac{N}{v} = \mu mg$

$\frac{N}{v} = \frac{3 \cdot 10}{\frac{1}{3}} = 1 \frac{1}{3} a$

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

$s' = \frac{dt \cdot v}{ds}$

$1 - 1 = 0 \Rightarrow a = 0$

~~$\frac{N}{v \cdot dt} = \frac{\mu mg}{dt} \Rightarrow N dt = \mu mg v \cdot dt$~~

№3 Чертов...

$m = 0,1 \text{ кг}$

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

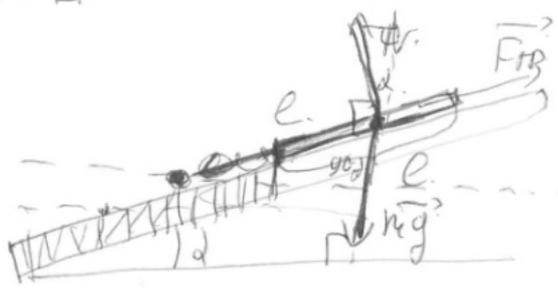
$v_1$

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

$q = 3 \cdot 10^{-6} \text{ кВ}$

$v_2$

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



Пусть длина пластины  $l$ .

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

$A = F_{тр} \cdot s$

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

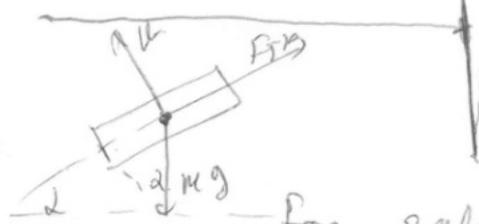
$= mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha =$

$= \mu mg$

зависит от расстояния пройденного пластиной.

$A_{тр} = F_{тр} \cdot l =$

$= \frac{F_{тр \text{ макс}} \cdot l}{2}$



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

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

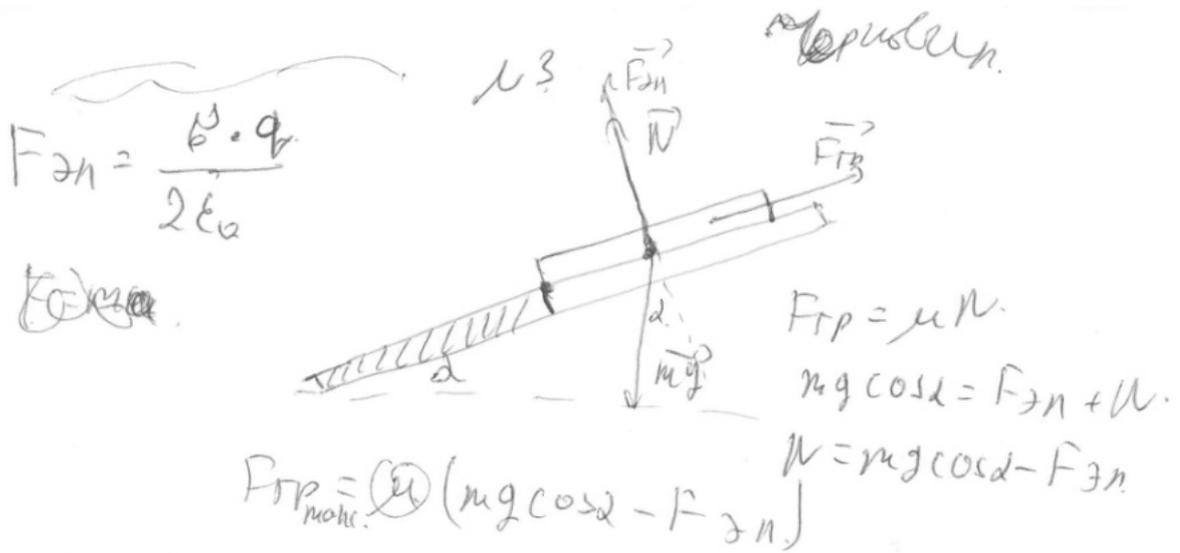
$mg \cdot \frac{1}{2} l = \frac{mg \mu \cos \alpha \cdot l}{2} + \frac{mv^2}{2}$

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

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



$F_{эл} = \frac{\rho}{2\epsilon_0}$



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

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

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

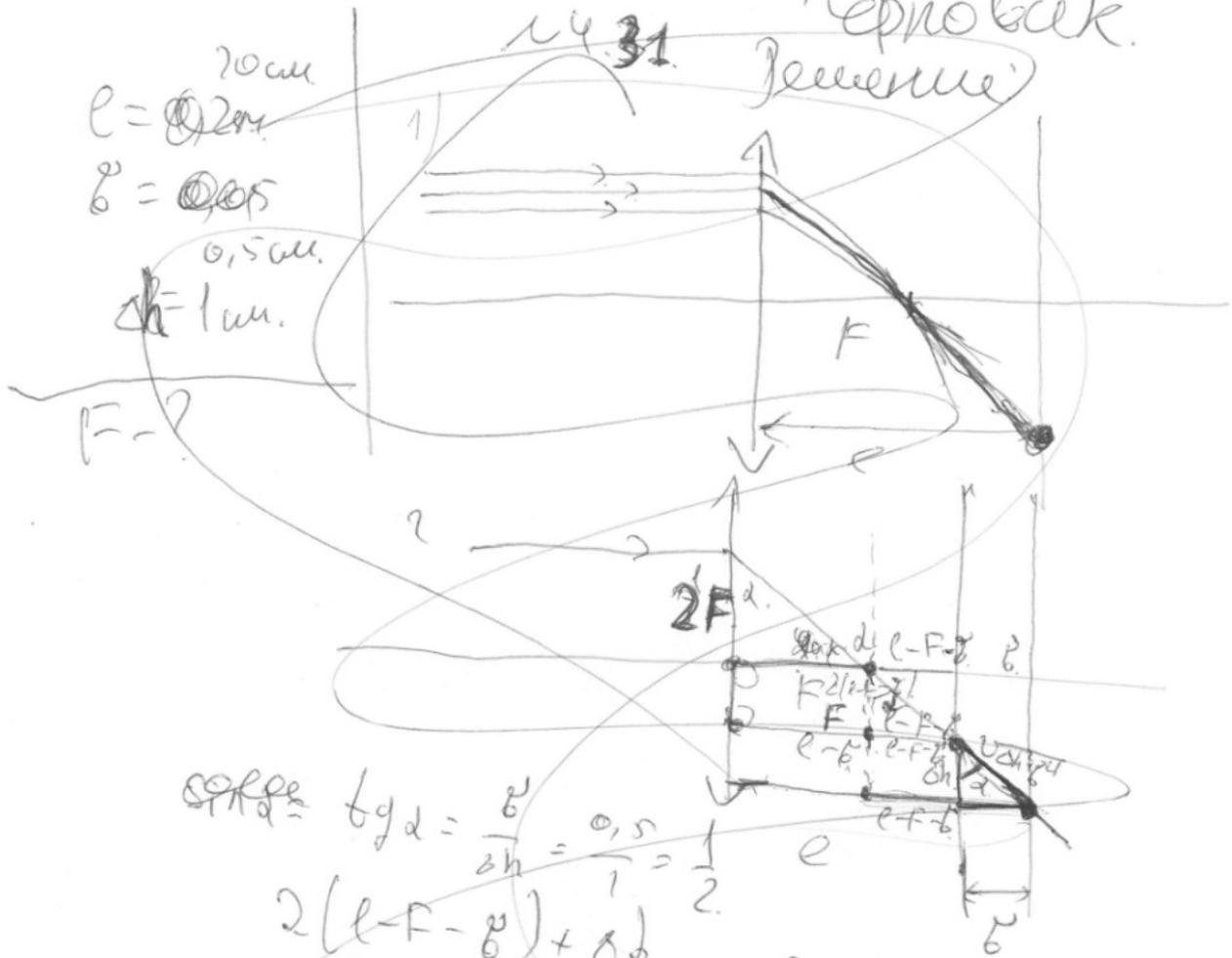
$$= \frac{mg - \mu mg \cos \alpha + \mu F_{EH}}{mg - \mu mg \cos \alpha} = 1 + \frac{\mu F_{EH}}{mg (1 - \mu \cos \alpha)}$$

$$= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot F_{EH} = \frac{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{v_3^2}{2} \cdot F_{EH}}{mg} = \frac{2 \cdot F_{EH}}{v_3^2 mg}$$

$$= \frac{2 \cdot \beta \cdot q}{2 \epsilon_0 v_3^2 mg} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-12} \cdot v_3^2 \cdot 0.1 \cdot 10} = \frac{1}{v_3^2}$$

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

репробек.



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

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

$\frac{2(l - F - b) + 2h}{3h} = \frac{l - F - b}{l - F - b}$

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

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

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

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

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

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