



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Васильев Иван Иванович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Санит. выход: 13:44 – 13:47 ✓

Дата

« 14 » февраля 2025 года

Подпись участника

Васильев

Задача 1.1

Чистовик

Дано:

$$m = 30 \text{ г} = 0,030 \text{ кг}$$

$$M = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$v_0 = 5 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

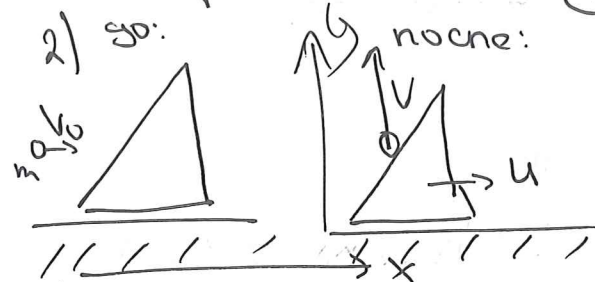
Найти:

1) Так как соударение абсолютно упругое выполняются законы

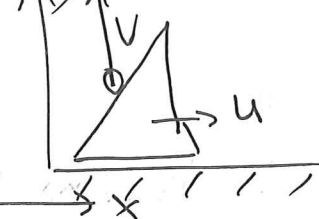
сохранения энергии и закон

сохранения импульса

2) до:



после:



3) З.С.Э сразу после удара

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$$

4) З.С.Д. по оси x

$$mv_0 = Mu \Rightarrow u = \frac{mv_0}{M}$$

$$5) mv_0^2 = mv^2 + \frac{M \cdot m^2 v_0^2}{M^2}$$

$$mv_0^2 = mv^2 + \frac{m^2}{M} v_0^2$$

$$v_0^2 \left(m - \frac{m^2}{M} \right) = mv^2$$

$$\Rightarrow v = v_0 \sqrt{1 - \frac{m}{M}}$$

6) В наименьшей точке траектории скорость шарика массой m будет равна нулю

7) Закон движения по оси y для шарика m

Черновик

$$\frac{k}{3}$$

$$\frac{2R \cdot R}{3R} = \frac{2}{3} R$$

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{3}{2R}$$

$$\frac{344}{200} = 1,72$$

$$0,02$$

$$\begin{array}{r} 1,02 \\ 0,99 \\ \hline 0,03 \end{array}$$

$$1,0098$$

$$0,0098$$

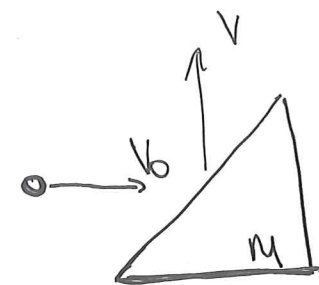
$$0,0049$$

$$0,0049$$

$$0,0245$$

$$\frac{16^2}{16} : \frac{32}{20} =$$

$$= \frac{16^2 \cdot 20}{3 \cdot 16} = \frac{20 \cdot 16}{3}$$



$$mv_0 = Mu$$

$$0,0245 \Rightarrow \frac{mv_0}{M} = u$$

$$0,0445$$

$$2000 \mu\text{с}$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$0,4$$

$$1,02$$

$$0,99$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$0,03$$

$$mV_0 = \mu \cdot u \quad u = \frac{m}{\mu} V_0$$

$$mV_0^2 = \mu u^2 + mV^2$$

$$mV_0^2 = \frac{\mu m^2 V_0^2}{\mu^2} + mV^2$$

$$mV_0^2 = \frac{m^2}{\mu} V_0^2 + mV^2$$

$$V_0^2 \left(\mu - \frac{m^2}{\mu} \right) = mV^2$$

$$V_0 \left(\sqrt{1 - \frac{m}{\mu}} \right) =$$

$$\frac{V_0}{g} \left(\sqrt{1 - \frac{m}{\mu}} \right)$$

$$S = \frac{m}{\mu} V_0 \cdot \frac{V_0^2}{10} \sqrt{1 - \frac{m}{\mu}} =$$

$$I = V \cdot e \cdot dt = 0,36 \cdot \frac{5 \cdot 5}{10} \cdot \sqrt{1 - 0,36} =$$

$$I = \frac{S \cdot \eta}{st} = \frac{0,36 \cdot 5 \cdot \sqrt{1 - 0,36}}{0,8 \cdot 0,18 \cdot 5} = \frac{98 \cdot 0,36 \cdot 5}{2}$$

$$0,18$$

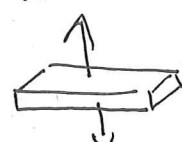
$$0,8$$

$$I = \frac{200 \cdot e \cdot V \cdot b \cdot e \cdot \eta}{0,024 \cdot 5}$$

$$1,440$$

$$None$$

$$0,0445$$



$$\frac{2000}{1780} \frac{445}{4200}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{35} + \frac{1}{C}$$

$$\frac{35 - 30}{30 \cdot 35} = \frac{1}{C}$$

$$\frac{2}{35} = \frac{x}{210}$$

$$x = \frac{2 \cdot 10}{35} \cdot 2 =$$

$$C = \frac{30 \cdot 35}{30 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 2} = 12$$

$$30 \cdot 7 = 210$$

$$\begin{array}{r} 2000 \overline{) 445} \\ 1780 \overline{) 0,449} \\ 2200 \overline{) 0,449} \\ 1780 \overline{) 0,449} \\ 4200 \overline{) 0,449} \\ 4005 \overline{) 0,449} \\ 1950 \end{array}$$

89-91-41-03
(4.2)

$$2) V_k = V_0 - gt, \text{ т.к. } V_k = 0 \quad \text{линейно}$$

$$V_0 = gt \Rightarrow t = \frac{V}{g} = \frac{V_0 \sqrt{1 - \frac{m}{\mu}}}{g}$$

$$9) S = u \cdot t$$

$$10) S = \frac{mV_0}{\mu} \cdot \frac{V_0 \sqrt{1 - \frac{m}{\mu}}}{g} =$$

$$= \frac{0,36 \cdot 25 \cdot \sqrt{1 - 0,36}}{10} =$$

$$= \frac{0,36 \cdot 25 \cdot 0,8}{10} =$$

$$= 0,36 \cdot 5 \cdot 0,4 = 9,72 \text{ м}$$

$$\text{отв: } 0,72 \text{ м}$$

$$\text{Задача 1.2}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Видно} & \text{Видно} \\ V \rightarrow & 1,02 \cdot V \\ p \rightarrow & 0,99 \cdot p \end{array}$$

$$\text{Дано:}$$

$$\mu(N_2) = 28 \cdot 10^{-3}$$

$$C_v = 745 / \text{кг} \cdot \text{град.}$$

$$k = 2,3 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$$

$$\text{Найти: } D = \frac{A}{Q}$$

1) Запишем уравнения состояния

$$p \cdot V = \nu R T_H \quad \text{конце} \quad \text{изменение}$$

$$\Rightarrow T_H = \frac{pV}{\nu R}$$

$$1,02V \cdot 0,99p = \nu R T_K \quad T_K = \frac{1,02V \cdot 0,99p}{\nu R}$$

$$2) Q = \Delta u + A + ; \quad A = p(V_K - V_H) \quad \text{так как}$$

$$3) \Delta u = C_v \cdot (T_K - T_H) \quad \text{можно пренебречь}$$

$$4) Q = C_v (T_K - T_H) + p(1,02V - V) =$$

$$= \frac{\nu p C_v}{\nu R} (1,02 \cdot 0,99 - 1) + p \cdot 0,02V$$

$$5) \eta = \frac{A}{Q} = \frac{\nu p \cdot 0,02}{\frac{\nu p C_v}{\nu R} (1,02 \cdot 0,99 - 1) + 0,02 \nu p}$$

$$6) C_v = \frac{i}{2} \cdot \nu \cdot k$$

Так как газ двухатомный $i = 5$

4) $\eta = \frac{0,02 \cdot V_p}{\frac{1}{2} (1,02 \cdot 0,999 - 1) + 0,02 \cdot V_p} = \frac{0,02}{\frac{1}{2} (1,02 \cdot 0,999 - 1) + 0,02}$ Числовик

$\eta = 45\%$

Отв: $\eta = 45\%$ Решено

Задача 1.4

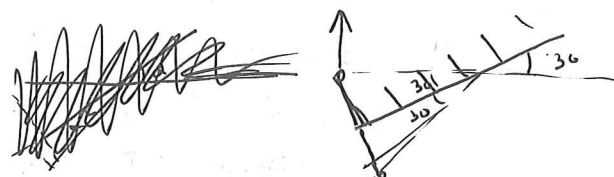
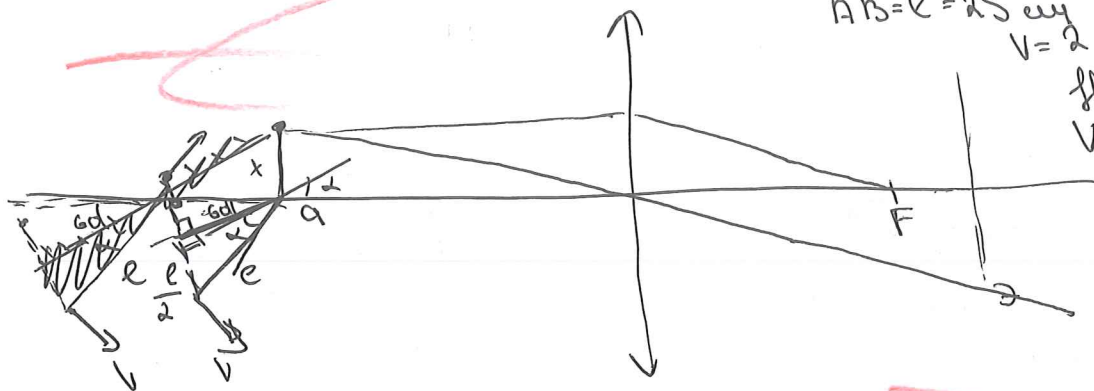
Дано: $\alpha = 30^\circ$

$BC = a = 10 \text{ см}$

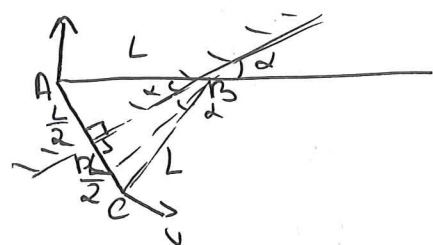
$AB = l = 25 \text{ см}$

$v = 2 \text{ см/с}$

Найти:
 $v_{\text{изб}}$

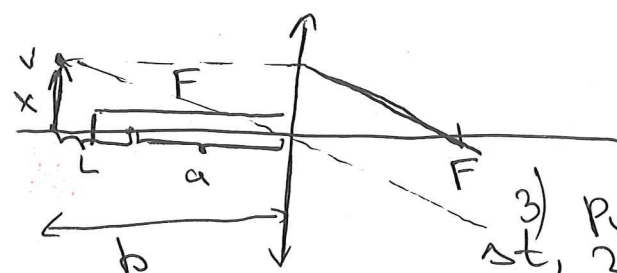


1) Изображение мухи будет находиться на той же оптической оси



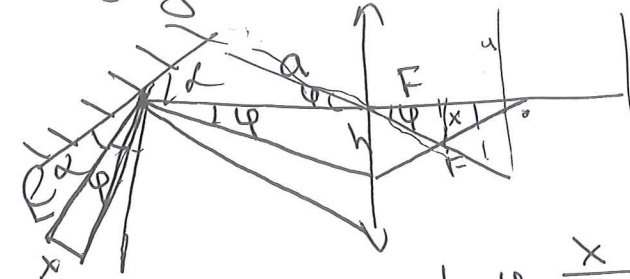
Так как треугольники ABD и BCD равны и отражение мухи будет двигаться 1 той же оптической осью

2) Расстояние до линзы равно $b = a + L = 35 \text{ см}$



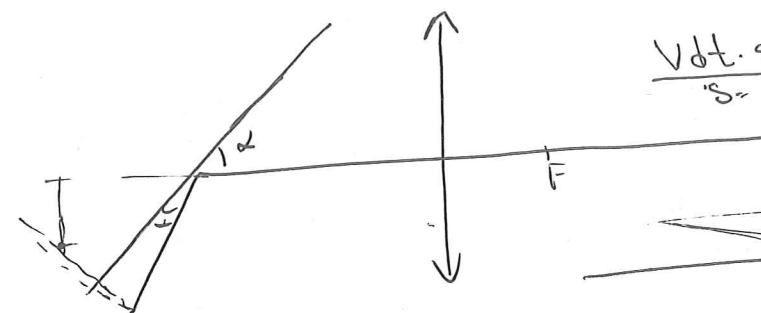
3) Рассмотрим промежуток Δt , за который муха пройдет расстояние x и окажется на той же осью

Черновик
Задача 1.4



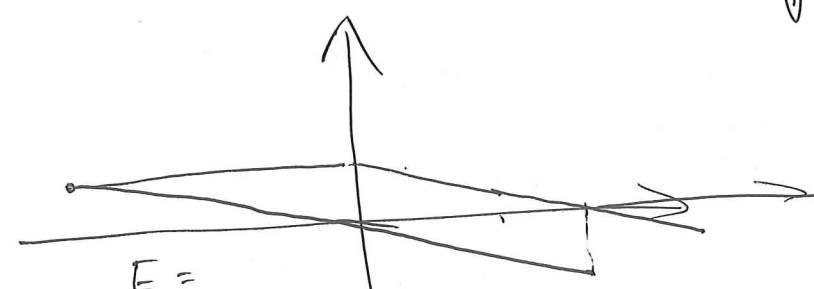
$$\tan \varphi = \frac{x}{F} \quad x = F \tan \varphi$$

$$\tan \varphi = \frac{h}{a} \Rightarrow h = \tan \varphi \cdot a$$



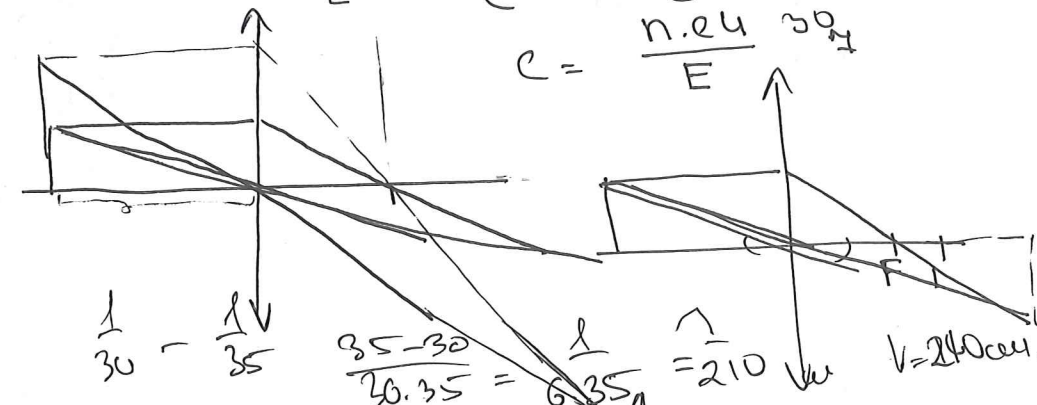
$$\frac{v \cdot dt \cdot s \cdot b}{s} = v \cdot dt \cdot b \cdot x$$

$$b \Rightarrow v \cdot dt \cdot b = \frac{n}{b}$$



$$I = \frac{q \cdot \eta \cdot e \cdot v}{E} = \frac{q \cdot \eta \cdot e \cdot v}{c} = \frac{n \cdot e \cdot v \cdot a}{c}$$

$$c = \frac{n \cdot e \cdot v \cdot a}{E}$$

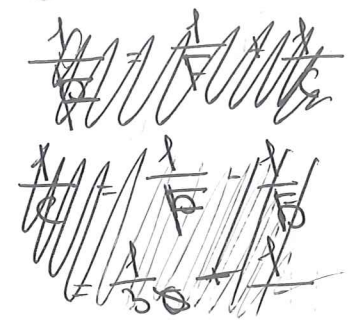
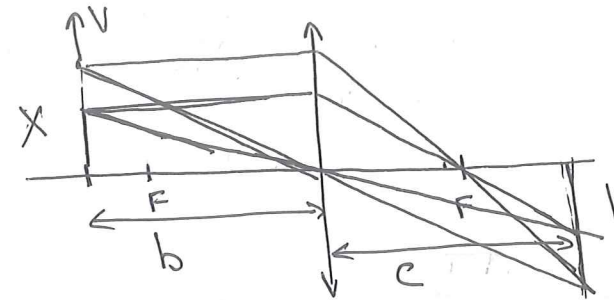


$$\frac{s \cdot c \cdot \eta \cdot e}{2 \cdot e \cdot v} = \frac{e \cdot n \cdot e}{2 \cdot e \cdot v}$$



ко этому расстоянию

4) Число Формула тонкой линзы:



4) Формула тонкой линзы для собирающей линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \Rightarrow \frac{1}{c} = \frac{1}{F} - \frac{1}{b} =$$

$$= \frac{1}{30} - \frac{1}{35} =$$

$$= \frac{1}{5.6} - \frac{1}{5.4} =$$

$$= \frac{4-6}{5.6 \cdot 4} = \frac{1}{210}$$

5) Так как изображение шуми движется только // линзе, то и изображение

будет просто двигаться по экрану

6) Для наибольшей резкости изображения, нужно поместить экран в точку, где находится изображение: $c = 210$ см

7) Из подобия треугольников следует:

$$\frac{x}{b} = \frac{h}{c}, \text{ где } x = v \cdot t$$

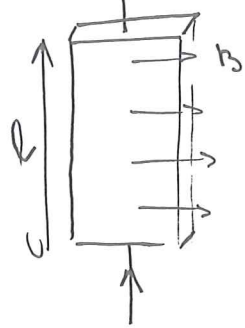
$$\frac{v \cdot t}{b} = \frac{v_{из} \cdot t}{c} \Rightarrow v_{из} = \frac{c \cdot v}{b} = \frac{210}{35} \cdot 2 =$$

$$= \frac{5.6 \cdot 4 \cdot 2}{4 \cdot 5} = 12 \text{ см/с}$$

Ответ: 12 см/с +

Верно

Задача 1.5



Дано: Число
 $b = 0,1$, $I = 1 \text{ A}$; $b = 5 \text{ мм}$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$
 Найти: n

1) $e \cdot l \cdot b \cdot v$

Рассмотрим движение электронов в проводнике

2) $I = \frac{q}{dt}$

3) где $q = l \cdot S \cdot n =$

4) $S = l \cdot dt \cdot b \cdot e$
 5) $I = \frac{e \cdot l \cdot dt \cdot b \cdot e \cdot n}{dt} = e \cdot l \cdot b \cdot e \cdot n$

6) Поле создаваемое пластиной

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

7) $\sigma = n \cdot e$

8) $E = \frac{n \cdot e \cdot l}{2\epsilon_0} = \frac{n \cdot e \cdot l \cdot dt}{2\epsilon_0}$

9) Разница потенциалов пластины равна U

Тогда:

$E = \frac{U \cdot q}{l} \Rightarrow E = \frac{U \cdot l \cdot dt \cdot b \cdot e \cdot n}{l} =$
 $q = n \cdot e \cdot l \cdot dt$
 $= U \cdot l \cdot dt \cdot b \cdot e \cdot n$