

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

115070

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Тимчук Александр Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва

1523

Регистрационный номер

1676

Вариант задания

16

Дата проведения " 15 " марта 20 20 г.

Подпись участника



|   |    |    |    |    |   |   |   |   |    |    |
|---|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|
| 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |    |
| 3 | 12 | 12 | 12 | 12 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0  | 57 |
|   |    |    |    |    |   |   |   |   |    |    |

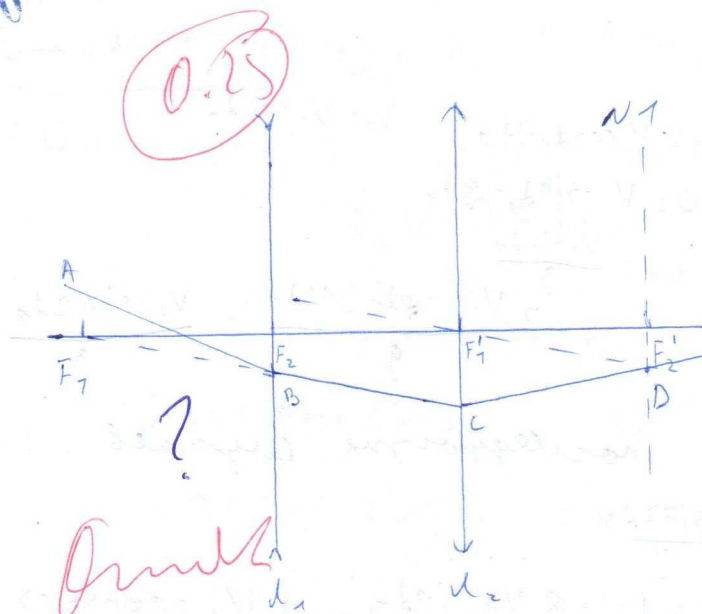
115070

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

115070

Вариант № 16



Для построения  
главного хода луча  
→ проведём линию  
 $F_1B$ ,  $\rightarrow$  преломлённый  
луч пересекает линзу  
 $L_2$  в м. C.

В собирающей линзе лучи  
преломляются в фокальную  
плоскость. Все параллельные собирающ.

сб. в одной точке фокальной плоскости.  $\Rightarrow$  проведём  
путь вспомогательный луч через оптический центр  
линзы, параллельный лучу BC. Вспомогательный  
луч не преломится и пересечёт фокальную плоскость  
в м. D. Из точки D ведем,  $\rightarrow$  заданной высоте луч  $\rightarrow$   
преломлённый луч BC.

Дано:

$$m_1 = m_2 = m$$

$$P_1' = \frac{P_1}{2}$$

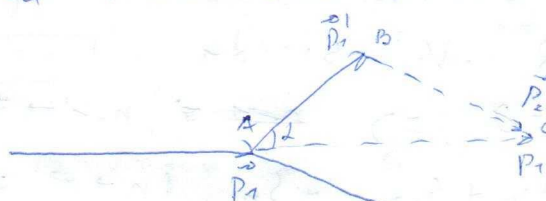
2-7

1

$V_0$  - скорость 1 галт. до столкновения

$V_1$  и  $V_2$  - скорости 1 и 2 галт. после столкновения

$$\vec{P}_1 = \vec{P}_2 + \vec{P}_1'$$



$V_2 \perp ABC$  по т. косинусов:

$$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB \cdot AC \cdot \cos \alpha$$

$$(mV_2)^2 = (mV_1)^2 + (mV_0)^2 - 2mV_1 \cdot mV_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_2^2 = V_1^2 + V_0^2 - 2V_1V_0 \cdot \cos \alpha$$

правильно параллелограмм

$$3 \text{ (a)}: \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} \quad m \cdot x, \text{ conservation of energy.}$$

$$V_0^2 = V_1^2 + V_2^2 \Rightarrow V_2^2 = V_0^2 - V_1^2$$

$$\Rightarrow V_0^2 - V_1^2 = V_0^2 + V_1^2 - 2V_1V_0 \cos \alpha$$

$$2V_1^2 = 2V_1V_0 \cos \alpha$$

$$V_1^2 = V_1V_0 \cos \alpha$$

$$P_1 = \frac{P_0}{2}$$

$$mV_1 = \frac{mV_0}{2}$$

$$V_1 = \frac{V_0}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{4} = \frac{V_0^2}{2} \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Answer:  $60^\circ$

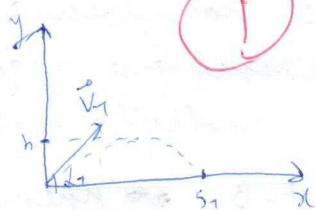
Given:

$$V = V_1 = 1 \text{ m/s}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$$

$$R = 0.99$$

S-7



Speed of gun and velocity

N/3

$$ox: S_1 = V_1 \cos \alpha_1 \cdot 2t_1$$

$$V_x = V_1 \cos \alpha_1$$

$$oy: 0 = V_1 \sin \alpha_1 - g t_1$$

$$t_1 = \frac{V_1 \sin \alpha_1}{g}$$

$$S_1 = \frac{2 V_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_1}{g} = \frac{V_1 \sin 2\alpha_1}{g}$$

Answer: given two non-parallel vectors

$$S_2 = \frac{V_2 \sin 2\alpha_2}{g}, \quad S_3 = \frac{V_3 \sin 2\alpha_3}{g}$$

$$R = \frac{V_{y2}}{V_{y1}} \Rightarrow V_{y2} = R V_{y1} \Rightarrow V_2 \sin \alpha_2 = R V_1 \sin \alpha_1, \quad V_x = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{given } V_x: V_x V_2 \sin \alpha_2 = R V_x V_1 \sin \alpha_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 \cos \alpha_2 \cdot V_2 \sin \alpha_2 = R V_1 \cos \alpha_1 \cdot V_1 \sin \alpha_1$$

$$V_2^2 \sin 2\alpha_2 = R V_1^2 \sin 2\alpha_1$$

Answer:

$$V_3^2 \sin 2\alpha_3 = R V_2^2 \sin 2\alpha_2 = R^2 \cdot V_1^2 \sin 2\alpha_1$$

$$V_4^2 \sin 2\alpha_4 = R V_3^2 \sin 2\alpha_3 = R^3 \cdot V_1^2 \sin 2\alpha_1$$

$$\vdots$$

$$V_n^2 \sin 2\alpha_n = R V_{n-1}^2 \sin 2\alpha_{n-1} = R^{n-1} \cdot V_1^2 \sin 2\alpha_1$$

Maximum remaining  $\Rightarrow V_n = 0$

$$0 = R^{n-1} \cdot V_1^2 \sin 2\alpha_1$$

$$R^{n-1} = 0 \Rightarrow n-1 \rightarrow \infty \quad (R < 1) \Rightarrow n \rightarrow \infty$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n, \quad n \rightarrow \infty \Rightarrow S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots =$$

$$= \frac{V_1 \sin 2\alpha_1}{g} + \frac{V_2 \sin 2\alpha_2}{g} + \frac{V_3 \sin 2\alpha_3}{g} + \dots = \frac{1}{g} (V_1 \sin 2\alpha_1 + R \cdot V_1 \sin 2\alpha_1 + R^2 \cdot V_1 \sin 2\alpha_1 + \dots) = \frac{V_1 \sin 2\alpha_1}{g} (1 + R + R^2 + \dots)$$



$R < 1 \Rightarrow$  ~~Р~~  $1 + R + R^2 + \dots$  — геометрическая прогрессия 2. ч.  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow 1 + R + R^2 + \dots = \frac{1}{1-R}$$

$$\Rightarrow S = \frac{V_1 \cdot \sin 2\alpha}{g(1-R)} = \frac{1 \cdot \sin 90^\circ}{10 \cdot 0,07} = \frac{1}{0,7} = 1,4 \text{ м.}$$

Ответ: 1,4 м.

Дано:

$$A_{12} = 800 \text{ Дж}$$

$$Q_{23} = 800 \text{ Дж}$$

$$Q_{12} = ?$$

1-2:  $C = \text{const} \Rightarrow \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$

$$Q_{12} = Q_2 - Q_1$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$2-3: P = 2V \quad A_{23} = \int_{V_2}^{V_3} 2V dV = \frac{1}{2} V^2 \Big|_{V_2}^{V_3} = \frac{1}{2} V_3^2 - \frac{1}{2} V_2^2$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2; \quad P_3 V_3 = \nu R T_3; \quad P_2 = 2V_2; \quad P_3 = 2V_3; \quad T_3 = T_1$$

$$\frac{1}{2} V_2^2 = \nu R T_2$$

$$\frac{1}{2} V_3^2 = \nu R T_1$$

$$\Rightarrow A_{23} = \frac{\nu R T_1}{2} - \frac{\nu R T_2}{2}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{\nu R T_1}{2} - \frac{\nu R T_2}{2} + \frac{3}{2} \nu R T_1 - \frac{3}{2} \nu R T_2 =$$

$$= 2 \nu R T_1 - 2 \nu R T_2 \Rightarrow T_1 - T_2 = \frac{Q_{23}}{2 \nu R} \Rightarrow T_2 - T_1 = \frac{-Q_{23}}{2 \nu R}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = A_{12} - \frac{3}{2} \frac{\nu R \cdot Q_{23}}{2 \nu R} = A_{12} - \frac{3}{4} Q_{23}$$

$$Q_{12} = 800 - \frac{3}{4} \cdot 800 = 200 \text{ Дж}$$

Ответ: 200 Дж

Дано:

$$A, D, R$$

$$B = ?$$



$$m a_{y-z} = F_n$$

$$m a_{y-z} = F_n$$

$$\frac{m V^2}{R} = q B \sin \alpha$$

$$\frac{m V}{R} = q B \sin \alpha$$

экстремум функции

$$\frac{m V}{R} = q B = e B$$

но экстремум  $\Rightarrow \alpha = 90^\circ$

$e B = \text{const} \Rightarrow$  При постоянном радиусе экстремум будет

наблюдаться  $\Rightarrow$  направление движения  $h D = A + \frac{m V^2}{2}$

$$2 h D - 2 A = m V^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 h D - 2 A}{m}}$$

$$B = \frac{m V}{e R} = \frac{\sqrt{m(2 h D - 2 A)}}{e R}$$

, где  $m$  — масса эл.,  $e$  — заряд эл. —

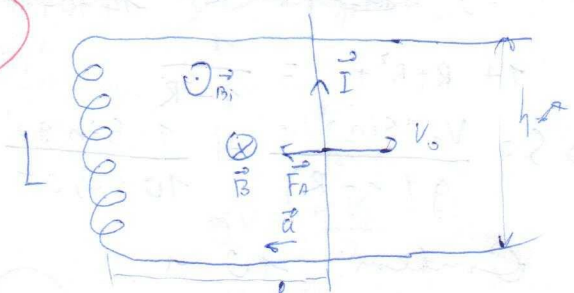
константа

$$\text{Ответ: } \frac{\sqrt{m(2 h D - 2 A)}}{e R}$$

Дано:  
 $L, h, V_0$   
 $t_1 = ?$   
 $V_0 = ?$   
 $S = ?$

$m \vec{a} = \vec{F}_A$   
 or.  $ma = F_A = B I h$   
 $q = B \cdot S$   
 $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B \cdot dS}{dt} = \frac{B \cdot h \cdot dl}{dt} =$   
 $= B h V$

0.2



$\Phi = B S$

$S$  увеличивается  $\Rightarrow \Phi$  увеличивается  $\Rightarrow$  возникает поле, препятствующее увеличению  $\Phi$ , т.е.  $B$  направлено из листа.  $\Rightarrow$  с увеличением времени работы  $\Rightarrow$  на энергиях гравитации сила тяжести, направленная вниз.

$P_0 = 2 P_1$       $m V_0 = 2 m V_1 \Rightarrow V_0 = 2 V_1$   
 $V = \int_{t_0}^{t_1} a dt$  ;      $S = \int_{t_0}^{t_1} V dt$

$\Phi_i = L I$       $\Phi_i = B_i S = B_i h (l_0 + V t)$   
 $L I = B_i h (l_0 + V t)$   
 $I = \frac{B_i h (l_0 + V t)}{L}$

все соберу  
 до конца

