Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

115056

Шифр ____________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету „ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ" физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Щедрин Владимир Владимирович

Город, № школы (образовательного учреждения) Липецкая обл., г. Задонск, МБОУ СОШ №3

Регистрационный номер 262

Вариант задания 14

Дата проведения “15” МАРТА 2020 г.

Подпись участника ____________________

44 (сорок четыре)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
5	12	6	6	9	6					44

115056

Шифр 115056

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 14

№3

Дано:

$v = 5$ м/с

$\alpha = 15^\circ$

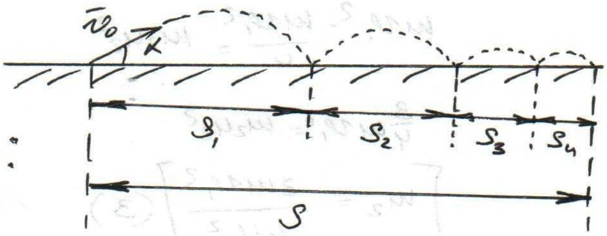
$S - ?$

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

$R = 0,95$

Решение

(1) $S = S_1 + S_2 + S_3 + \ldots + S_n$



Распишем общий случай полета шарика:

$$\begin{cases} S = v_0 \cos\alpha\, t \\ v_0 \sin\alpha = g\frac{t}{2} \end{cases}$$

$$S = \frac{2v_0^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$$

(2) $S_1 = \frac{2v_1^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$

(3) $S_2 = \frac{2(vR)^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$

(4) $S_3 = \frac{2(vR^2)^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$

(5) $S_n = \frac{2(vR^{(n-1)})^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$

0,5

Подставим формулы (2); (3); (4); (5) в (1):

$$S = \frac{2v^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g} + \frac{2(vR)^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g} + \frac{2(vR^2)\sin\alpha\cos\alpha}{g} + \ldots + \frac{2(vR^{(n-1)})^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$$

(6) $$\boxed{S = \frac{2v^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}\left(1 + R^2 + R^4 + R^6 + \ldots + R^{(n-1)\cdot 2}\right)}$$

Предположим, что мячик будет прыгать незначительно при $v = 0,5$ м/с, тогда: $\frac{0,5}{R^n} = 5 \Rightarrow 0,95^n = 0,1 \Rightarrow n = \log_{0,95} 0,1 \approx 45$ раз.

Подставим значения в формулу (6) и посчитаем:

Ответ: 2,57 метра

прогрессия ?

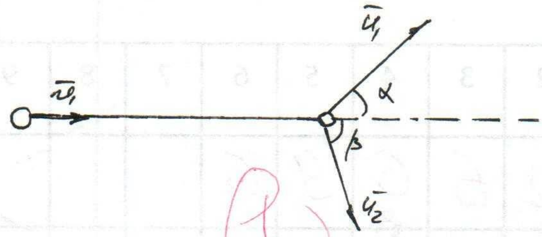
№ 2

Дано
$m_1 = m$
$\alpha = 60^\circ$
P_1
$P_1' = \frac{P_1}{2}$
$m_2 - ?$
$v_2 = 0$

Решение

Закон сохранения энергии:

$$\left[\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mu_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}\right] (1)$$



$P_1' = \frac{P_1}{2}$ – по условию

$$mu_1 = \frac{mv_1}{2}$$

$$\left[u_1 = \frac{v_1}{2}\right] (2)$$

$(2) \to (1)$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{m\left(\frac{v_1}{2}\right)^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

$$mv_1^2 - \frac{mv_1^2}{4} = m_2 u_2^2$$

$$\frac{3}{4} m v_1^2 = m_2 u_2^2$$

$$\left[m_2 = \frac{3mv_1^2}{4u_2^2}\right] (3)$$

Рассмотрев рисунок, понимаем, что:

$$\begin{cases} u_1 \cos\alpha + u_2 \cos\beta = v_1 \\ u_1 \sin\alpha = u_2 \sin\beta \end{cases}$$ – т.к удар абсолютно упругий

Подставим в систему формулу (2) и найдем u_2

$$\begin{cases} \frac{v_1}{2}\cos\alpha + u_2\cos\beta = v_1 \\ \frac{v_1}{2}\sin\alpha = u_2 \sin\beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_2\cos\beta = v_1\left(1 - \frac{\cos\alpha}{2}\right) \\ u_2 \sin\beta = \frac{v_1}{2}\sin\alpha \end{cases}$$

Разделим обе части друг на друга:

$$\frac{u_2 \sin\beta}{u_2\cos\beta} = \frac{\frac{v_1 \sin\alpha}{2}}{v_1\left(1 - \frac{\cos\alpha}{2}\right)}$$

$$\mathrm{tg}\,\beta = \frac{\sin\alpha}{2\left(1 - \frac{\cos\alpha}{2}\right)}$$

найдем з-е β:

$$\boxed{\beta = 30^\circ}$$

Подставим з-е β во второе у-е системы:

$$\frac{v_1 \sin\alpha}{2\sin\beta} = u_2$$

$$\left[u_2 = \frac{v_1\sqrt{3}}{2}\right] (4)$$

$(4) \to (3)$

$$m_2 = \frac{3mv_1^2}{4 \cdot \frac{v_1^2 \cdot 3}{4}} = m$$

Ответ: $m_2 = m$

№5

Дано

A

λ

B

$R - ?$

Решение

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} - A = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

$$vqB = \frac{mv^2}{2}$$

$$RqB = mv \quad (2)$$

Пояснение ?

0,75

$(2) \to (1)$

$$\frac{hc - A\lambda}{\lambda} = \frac{m\left(\frac{RqB}{m}\right)^2}{2}$$

$$\frac{\sqrt{2m(hc - A\lambda)}}{\lambda qB} = R$$

Ответ: $\frac{\sqrt{2m(hc - A\lambda)}}{\lambda qB}$

+

№6

Дано

L

h

B

v_0

$m - ?$

$t_1 - ?$

$v = \frac{v_0}{2}$

S

Решение

$$JBh = F \quad (1)$$

$$F = ma \quad (2)$$

$(2) \to (1)$

$$JBh = ma \quad (3)$$

$$\begin{cases} S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \\ v = at \end{cases}$$

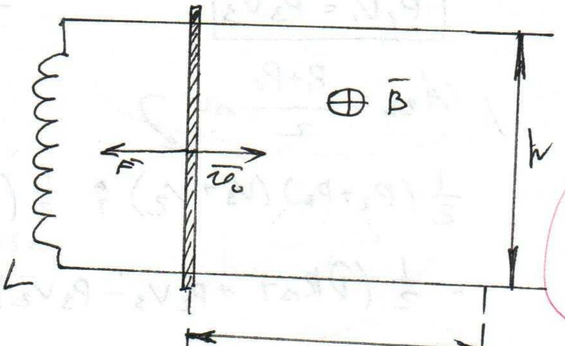
$$S = \frac{v_0^2}{2a} \quad (4)$$

$$a = \frac{v_0^2}{2S} \quad (4.1)$$

$(4.1) \to (3)$

$$JBh = m\frac{v_0^2}{2S}$$

$$\frac{2JBhS}{v_0^2} = m \quad (5)$$



0,25

$$\varphi = BS'\cos\alpha$$

$$(6) \quad \varphi = BS' \quad \text{т.к } \alpha = 0°$$

$$(7) \quad J = \frac{\varphi}{L}$$

$(6) \to (7)$

$$J = \frac{BS'}{L} \quad (8)$$

$(8) \to (5)$?

$$\boxed{m = \frac{2B^2S'hS}{v_0^2 L}}$$

$$v = v_0 - at_1$$

$$\frac{v_0}{2} = at_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{2a} \quad (9)$$

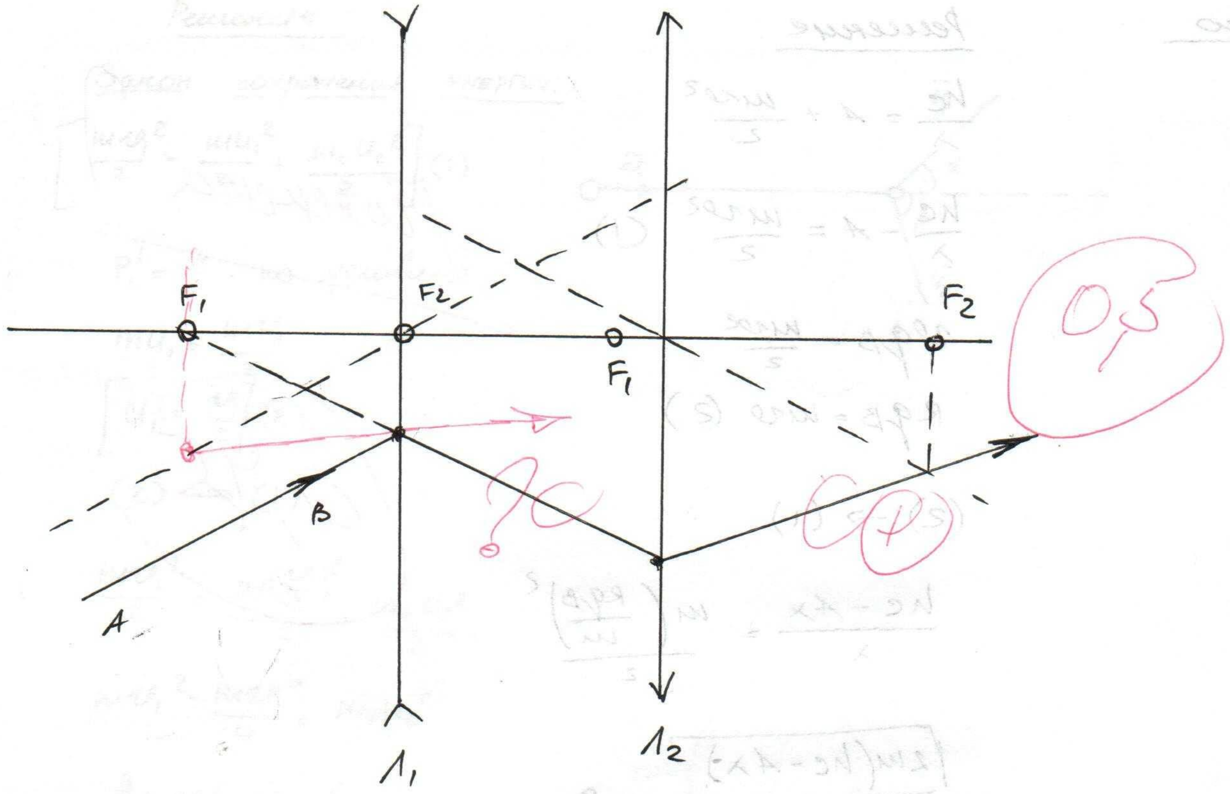
$(4.1) \to (9)$

$$t_1 = \frac{v_0}{2 \cdot \frac{v_0^2}{2S}} = \frac{S}{v_0}$$

$$\boxed{t_1 = \frac{S}{v_0}}$$?

Ответ: $m = \frac{2B^2S'Sh}{v_0^2 L}$; $t_1 = \frac{S}{v_0}$.

№1



№4

Дано

$\nu = 1$ моль

$A_{12} = 200$ Дж

$Q_{23} = 200$ Дж

$P = \cancel{k}V$

$T_1 = T_3$

$Q_{12} - ?$

Решение

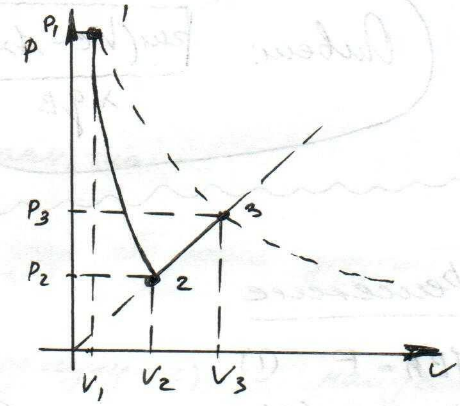
$P_1V_1 = \nu RT_1$

$P_2V_2 = \nu RT_2$

$P_3V_3 = \nu RT_1$

$\boxed{P_1V_1 = P_3V_3}$

$A_{23} = \frac{P_1+P_2}{2}\Delta V$



$\frac{1}{2}(P_2+P_3)(V_3-V_2) = \frac{1}{2}(V_3P_2 + P_3V_3 - P_2V_2 - P_3V_2) =$

$= \frac{1}{2}(\nu R\Delta T + P_2V_3 - P_3V_2)$

$Q_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T - \frac{1}{2}\nu R\cancel{T}\Delta T$

$Q_{23} = \nu R\Delta T + \frac{1}{2}(P_2V_3 - P_3V_2)$

$P_2 = \alpha V_2$

$P_3 = \alpha V_3$

$P_2V_3 - P_3V_2 = 0$

$Q_{12} = \frac{3}{2}Q_{23} + A_{12} = 500$ Дж

0,5

Ответ: 500 Дж