



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№5

$$p \cdot S_{\text{сф}} = \sum F_{B3}$$

$$F_{B3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_i Q}{R^2} \Rightarrow$$

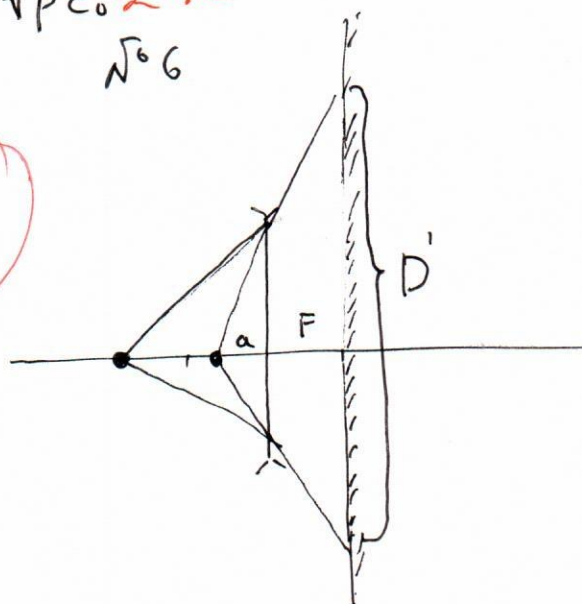
$$\Rightarrow \sum F_{B3} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \sum q_i = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = p \cdot 4\pi R^2 \Rightarrow Q^2 = 16\pi^2 R^4 \cdot p \epsilon_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 4\pi R^2 \sqrt{p \epsilon_0}$$

Ответ: $Q = 4\pi R^2 \sqrt{p \epsilon_0 \cdot 2!}$ ⊖

№6



Из геометрии: $\frac{D'}{D} = \frac{F+a}{a}$

Формула тонкой линзы: $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{a}$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№5

$$p \cdot S_{\text{сф}} = \sum F_{B3}$$

$$F_{B3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_i Q}{R^2} \Rightarrow$$

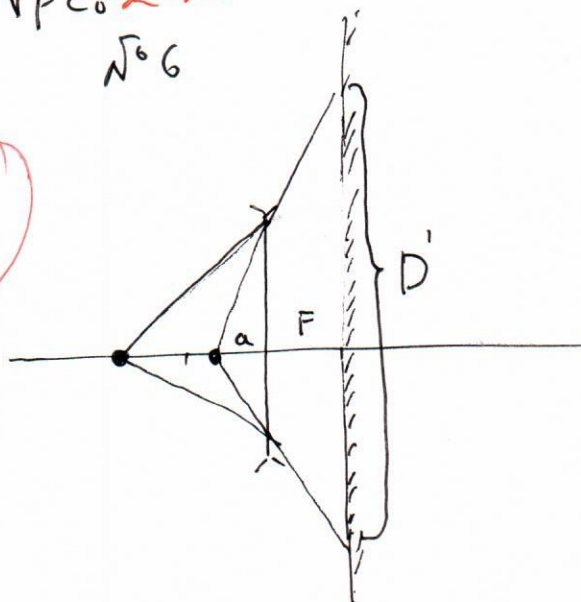
$$\Rightarrow \sum F_{B3} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \sum q_i = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} = p \cdot 4\pi R^2 \Rightarrow Q^2 = 16\pi^2 R^4 \cdot p \epsilon_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 4\pi R^2 \sqrt{p \epsilon_0}$$

Ответ: $Q = 4\pi R^2 \sqrt{p \epsilon_0 \cdot 2!}$ ⊖

№6



Из геометрии: $\frac{D'}{D} = \frac{F+a}{a}$

Формула тонкой линзы: $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{a}$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 4 (продолжение 2):

$$V_1 + u_1 \frac{1-n}{1+\sqrt{n}} = V_1 + u_1 (1-\sqrt{n})$$

$$n \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} \Rightarrow n u_1^2 = u_2^2$$

Пусть $\frac{m_1}{m_2} = \alpha$

$$\alpha u_1 (1+\sqrt{n}) = V_1 + V_2$$

$$\frac{V_1 + V_2}{u_1} = \alpha (1+\sqrt{n})$$

$$\alpha u_1^2 (1-n) = V_2^2 - V_1^2$$

$$\alpha u_1^2 (1-n) = u_1 (1-\sqrt{n}) (V_1 + V_2)$$

$$\alpha u_1 (1-n) = (1-\sqrt{n}) (V_1 + V_2)$$

$$\alpha (1-n) = (1-\sqrt{n}) \cdot \frac{V_1 + V_2}{u_1}$$

$$\alpha (1-n) = (1-\sqrt{n}) \cdot \alpha (1+\sqrt{n})$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 6 (продолжение):

$$D'a = FD + Da \Rightarrow a(D' - D) = FD \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{FD}{D' - D}$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{D' - D}{FD} \Rightarrow -1 = \frac{F}{d} - \frac{D' - D}{D} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F}{d} = \frac{D' - D}{D} - 1 = \frac{D' - D - D}{D} = \frac{D' - 2D}{D} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{d}{D} (D' - 2D)$$

Ответ: $F = \frac{d}{D} (D' - 2D)$ ✓

№ 2

Дано:

$$a = 2 \text{ м}$$

$$M = 8000 \text{ м}$$

$$\Delta h = 1 \text{ мм}$$

$$T = 290 \text{ К}$$

$$\mu = 84 \frac{\text{г}}{\text{ммоль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{ммоль}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\varepsilon = 5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$$

$$p_k = ?$$

Решение:

$\frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$ - на столько увеличился давление на поршень

$$p_k = \frac{p_k \mu_k}{RT}, p_k = ?$$

Условие равновесия поршня:

$$Mg + p_{\text{ст}} \cdot a^2 = p_k \cdot a^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_k = \frac{Mg + p_{\text{ст}} \cdot a^2}{a^2} = \frac{Mg}{a^2} + p_{\text{ст}} =$$

$$= \frac{Mg}{a^2} + \frac{\Delta h \cdot a^2}{a^2} \cdot \frac{1}{\varepsilon} = \frac{Mg}{a^2} + \frac{\Delta h}{a \varepsilon} \Rightarrow$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

$$u = \frac{v}{c}$$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 1 (продолжение)

$$\frac{m V_3^2}{2} = \frac{m V_4^2}{2} \Rightarrow V_3^2 = V_4^2 \Rightarrow V_4 = \frac{V_3}{\sqrt{k}} = \frac{10}{\sqrt{10}} \cdot \frac{39}{3} = \frac{10 \cdot 13}{3} = \frac{130}{3} \text{ (м/с)}$$

6) Время полета 1-ого шарика после столкновения с землей: t_2 :
 $-V_3 = -V_2 - g t_2 \Rightarrow V_3 = V_2 + g t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{V_3 - V_2}{g} =$

$$= \frac{\frac{39}{3} - \frac{29}{3}}{10} = \frac{10}{3} : 10 = \frac{1}{3} \text{ (с)}$$

7) Второй шарик после столкновения с первым:

$$u_3 = u_2 - g t_2 = \frac{7}{3} - 10 \cdot \frac{1}{3} = \frac{7}{3} - \frac{10}{3} = -1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ скорость смотрит в противоположную сторону $\Rightarrow$

$$\Rightarrow u_3 = 1 \text{ м/с}$$

8) Высота h при скорости u_3 (2-ой шарик):

$$h - y_1 = u_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \Rightarrow h = y_1 + u_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} =$$

$$= \frac{34}{9} + \frac{7}{3} \cdot \frac{1}{3} - \frac{10 \cdot 1}{9 \cdot 2} = \frac{34}{9} + \frac{7}{9} - \frac{10}{18} = \frac{68}{18} + \frac{14}{18} - \frac{10}{18} = \frac{72}{18} = 4 \text{ (м)}$$

9) y_3 - высота, на которой произойдет встреча:

$$y_3 = V_4 t_4 - \frac{g t_4^2}{2} \Rightarrow V_4 t_4 - \frac{g t_4^2}{2} = h - u_3 t_4 - \frac{g t_4^2}{2} \Rightarrow$$

$$y_3 - h = -u_3 t_4 - \frac{g t_4^2}{2}$$

$$\Rightarrow V_4 t_4 = h - u_3 t_4 \Rightarrow t_4 = \frac{h}{V_4 + u_3} = \frac{4}{\frac{130}{3} + 1} = \frac{4}{\frac{133}{3}} = \frac{12}{133} = \frac{120}{537} \text{ (с)}$$

$$= \frac{120}{537} \text{ (с)}$$

10) Скорость первого шара перед ударом:



$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 4 (продолжение):

$$\Rightarrow m_2 = m_1 \cdot \frac{u_1 \sqrt{n} + u_1}{V_1 + V_2} = m_1 \cdot \frac{u_1 (\sqrt{n} + 1)}{V_1 + V_2}$$

$$V_2 - V_1 = u_1 (1 - \sqrt{n}) \Rightarrow V_2 = V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})$$

$$\begin{cases} m_1 (u_1 + u_1 \sqrt{n}) = m_2 (2V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})) \\ m_1 (u_1^2 - n u_1^2) = m_2 ((V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n}))^2 - V_1^2) \end{cases}$$

$$\frac{1 + \sqrt{n}}{u_1 (1 - \sqrt{n})} = \frac{2V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})}{(2V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})) (u_1 (1 - \sqrt{n}))}$$

$$\frac{1 + \sqrt{n}}{u_1 (1 - \sqrt{n})} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})}$$

$$\frac{u_1 + u_1 \sqrt{n}}{u_1^2 - n u_1^2} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})}$$

$$\frac{u_1 (1 + \sqrt{n})}{u_1 (u_1 - n u_1)} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})}$$

$$\frac{1 + \sqrt{n}}{u_1 - n u_1} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})} \Rightarrow u_1 (1 - n) = u_1 (1 - n)$$

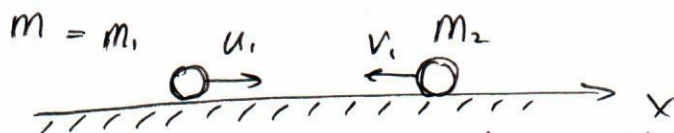
$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{u_1^2 - u_1^2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{u_1^2 - n u_1^2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{u_1^2 (1 - n)}{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{u_1 (1 + \sqrt{n})}{V_1 + V_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{u_1^2 (1 - n)}{V_2 - V_1} = u_1 (1 + \sqrt{n}) \Rightarrow V_2 - V_1 = u_1 \frac{1 - n}{1 + \sqrt{n}}$$

$$V_2 = V_1 + u_1 \frac{1 - n}{1 + \sqrt{n}}$$



№ 4



3. с. и: $0x: m_1 u_1 - m_2 v_1 = m_2 v_2 - m_1 u_2$
 $m_1 (u_1 + u_2) = m_2 (v_1 + v_2) \quad (1) \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{u_1 + u_2}{v_1 + v_2}$

3. с. э: $\frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$
 $m_1 (u_1^2 - u_2^2) = m_2 (v_2^2 - v_1^2) \quad (5)$
 $m_1 (u_1 - u_2)(u_1 + u_2) = m_2 (v_2 - v_1)(v_2 + v_1) \quad (2)$

$\frac{(2)}{(1)}: u_1 - u_2 = v_2 - v_1 \quad (3)$

После столкновения первый шар потерял η долю своей кинетической энергии:

$\eta \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} \Rightarrow \eta u_1^2 = u_2^2 \Rightarrow u_2 = u_1 \sqrt{\eta} \rightarrow (5):$

$m_1 (u_1^2 - \eta u_1^2) = m_2 (v_2^2 - v_1^2)$

$m_1 u_1^2 (1 - \eta) = m_2 (v_2^2 - v_1^2)$

$(4) \rightarrow (3): u_1 - u_1 \sqrt{\eta} = v_2 - v_1 \Rightarrow v_2 - v_1 = u_1 (1 - \sqrt{\eta})$

$(1) \rightarrow v_1 + v_2 = \frac{m_1}{m_2} (u_1 + u_2) = \frac{m_1}{m_2} (u_1 + u_1 \sqrt{\eta}) = \frac{m_1}{m_2} u_1 (1 + \sqrt{\eta})$

$m_1 u_1^2 (1 - \eta) = m_2 (v_2 - v_1)(v_1 + v_2) = m_2 \cdot u_1 (1 - \sqrt{\eta}) \cdot \frac{m_1}{m_2} u_1 (1 + \sqrt{\eta})$

$m_1 u_1^2 (1 - \eta) = m_1 u_1^2 (1 - \eta)$

$m_2 = m_1 \cdot \frac{u_1 + u_2}{v_1 + v_2}$: Система замкнута $\Rightarrow$ второй шарик приобрел η долю первоначальной энергии

$\Rightarrow (1 + \eta) v_1^2 = v_2^2 \Rightarrow v_2 = v_1 \sqrt{1 + \eta} = m_1 \sqrt{1 + \eta} / m_2$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022

№ 2 (продолжение):

$$\Rightarrow p_k = \frac{\left(\frac{mg}{a^2} + \frac{\Delta h}{a\varepsilon}\right) \mu_k}{RT} \quad \checkmark$$

$$p_k = \frac{\left(\frac{8000 \cdot 10}{4} + \frac{0,001}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-10}}\right) \cdot 0,084}{8,31 \cdot 290} =$$

$$= \frac{\left(20000 + \frac{0,001 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 5}\right) \cdot 0,084}{8,31 \cdot 290} = \frac{35,5}{\cancel{28,555}} \frac{\text{м}}{\text{м}^3} \quad \oplus$$

Ответ: ~~28,555~~ $\frac{\text{м}}{\text{м}^3}$
35,5

$F = \mu_k T$

$F = \mu_k T$

$2\mu mg = \cos 2$



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	6	0	4	0	5	0	5	0	3
0	4	X	X	X	X	X	X	X	X

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

0 2 7

двадцать семь

Иванов

№1

Дано:

$$V_0 = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = 8 \text{ м}$$

$$k = 1,69$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_5 = ?$$

Решение:

6

1) y_1 - первое место встречи шариков:

$$y_1 = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$y_1 - H = -u t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

t_1 - время до первого соударения

$$V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = H - u t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 t_1 = H - u t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{H}{V_0 + u} = \frac{8}{9 + 3} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} (\text{с})$$

2) Скорости шариков перед первым соударением:

$$V_1 = V_0 - g t_1 = 9 - 10 \cdot \frac{2}{3} = 9 - \frac{20}{3} = \frac{7}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$$

$$u_1 = u + g t_1 = 3 + 10 \cdot \frac{2}{3} = 3 + \frac{20}{3} = \frac{29}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$$

3) У шариков одинаковая масса $\Rightarrow$ они меняются скоростями: $V_2 = u_1 = \frac{29}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$; $u_2 = V_1 = \frac{7}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$

$$4) y_1 = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 9 \cdot \frac{2}{3} - \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot 9} = 6 - \frac{20}{9} = \frac{34}{9} (\text{м})$$

5) Рассмотрим движение первого шарика после соударения:

$$\frac{m V_2^2}{2} + m g y_1 = \frac{m V_3^2}{2} \Rightarrow V_3^2 = V_2^2 + 2 g y_1 = \frac{29^2}{9} + 2 \cdot 10 \cdot \frac{34}{9} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_3 = \sqrt{\frac{841}{9} + \frac{680}{9}} = \sqrt{\frac{1521}{9}} = \frac{39}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 4 (продолжение 2):

$$V_1 + u_1 \frac{1-n}{1+\sqrt{n}} = V_1 + u_1 (1-\sqrt{n})$$

$$n \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} \Rightarrow n u_1^2 = u_2^2$$

Пусть $\frac{m_1}{m_2} = \alpha$

$$\alpha u_1 (1+\sqrt{n}) = V_1 + V_2$$

$$\frac{V_1 + V_2}{u_1} = \alpha (1+\sqrt{n})$$

$$\alpha u_1^2 (1-n) = V_2^2 - V_1^2$$

$$\alpha u_1^2 (1-n) = u_1 (1-\sqrt{n}) (V_1 + V_2)$$

$$\alpha u_1 (1-n) = (1-\sqrt{n}) (V_1 + V_2)$$

$$\alpha (1-n) = (1-\sqrt{n}) \cdot \frac{V_1 + V_2}{u_1}$$

$$\alpha (1-n) = (1-\sqrt{n}) \cdot \alpha (1+\sqrt{n})$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 6 (продолжение):

$$D'a = FD + Da \Rightarrow a(D' - D) = FD \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{FD}{D' - D}$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{D' - D}{FD} \Rightarrow -1 = \frac{F}{d} - \frac{D' - D}{D} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F}{d} = \frac{D' - D}{D} - 1 = \frac{D' - D - D}{D} = \frac{D' - 2D}{D} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{d}{D} (D' - 2D)$$

Ответ: $F = \frac{d}{D} (D' - 2D)$ ✓

№ 2

Дано:

$$a = 2 \text{ м}$$

$$M = 8000 \text{ м}$$

$$\Delta h = 1 \text{ мм}$$

$$T = 290 \text{ К}$$

$$\mu = 84 \frac{\text{г}}{\text{ммоль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{ммоль}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\varepsilon = 5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$$

$$p_k = ?$$

Решение:

$\frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$ - на столько увеличился давление на поршень

$$p_k = \frac{p_k \mu_k}{RT}, p_k = ?$$

Условие равновесия поршня:

$$Mg + p_{\text{ст}} \cdot a^2 = p_k \cdot a^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_k = \frac{Mg + p_{\text{ст}} \cdot a^2}{a^2} = \frac{Mg}{a^2} + p_{\text{ст}} =$$

$$= \frac{Mg}{a^2} + \frac{\Delta h \cdot a^2}{a^2} \cdot \frac{1}{\varepsilon} = \frac{Mg}{a^2} + \frac{\Delta h}{a \varepsilon} \Rightarrow$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$

$$u = \frac{v}{c}$$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 1 (продолжение)

$$\frac{m V_3^2}{2} = \frac{m V_4^2}{2} \Rightarrow V_3^2 = V_4^2 \Rightarrow V_4 = \frac{V_3}{\sqrt{k}} = \frac{10}{\sqrt{10}} \cdot \frac{39}{3} = \frac{10 \cdot 13}{3} = \frac{130}{3} \text{ (м/с)}$$

6) Время полета 1-ого шарика после столкновения с землей: t_2 :
 $-V_3 = -V_2 - g t_2 \Rightarrow V_3 = V_2 + g t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{V_3 - V_2}{g} =$

$$= \frac{\frac{39}{3} - \frac{29}{3}}{10} = \frac{10}{3} : 10 = \frac{1}{3} \text{ (с)}$$

7) Второй шарик после столкновения с первым:

$$u_3 = u_2 - g t_2 = \frac{7}{3} - 10 \cdot \frac{1}{3} = \frac{7}{3} - \frac{10}{3} = -1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ скорость смотрит в противоположную сторону $\Rightarrow$

$$\Rightarrow u_3 = 1 \text{ м/с}$$

8) Высота h при скорости u_3 (2-ой шарик):

$$h - y_1 = u_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \Rightarrow h = y_1 + u_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} =$$

$$= \frac{34}{9} + \frac{7}{3} \cdot \frac{1}{3} - \frac{10 \cdot 1}{9 \cdot 2} = \frac{34}{9} + \frac{7}{9} - \frac{10}{18} = \frac{68}{18} + \frac{14}{18} - \frac{10}{18} = \frac{72}{18} = 4 \text{ (м)}$$

9) y_3 - высота, на которой произойдет встреча:

$$y_3 = V_4 t_4 - \frac{g t_4^2}{2} \Rightarrow V_4 t_4 - \frac{g t_4^2}{2} = h - u_3 t_4 - \frac{g t_4^2}{2} \Rightarrow$$

$$y_3 - h = -u_3 t_4 - \frac{g t_4^2}{2}$$

$$\Rightarrow V_4 t_4 = h - u_3 t_4 \Rightarrow t_4 = \frac{h}{V_4 + u_3} = \frac{4}{\frac{130}{3} + 1} = \frac{4}{\frac{133}{3}} = \frac{12}{133} = \frac{120}{537} \text{ (с)}$$

$$= \frac{120}{537} \text{ (с)}$$

10) Скорость первого шара перед ударом:



$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 4 (продолжение):

$$\Rightarrow m_2 = m_1 \cdot \frac{u_1 \sqrt{n} + u_1}{V_1 + V_2} = m_1 \cdot \frac{u_1 (\sqrt{n} + 1)}{V_1 + V_2}$$

$$V_2 - V_1 = u_1 (1 - \sqrt{n}) \Rightarrow V_2 = V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})$$

$$\begin{cases} m_1 (u_1 + u_1 \sqrt{n}) = m_2 (2V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})) \\ m_1 (u_1^2 - n u_1^2) = m_2 ((V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n}))^2 - V_1^2) \end{cases}$$

$$\frac{1 + \sqrt{n}}{u_1 (1 - \sqrt{n})} = \frac{2V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})}{(2V_1 + u_1 (1 - \sqrt{n})) (u_1 (1 - \sqrt{n}))}$$

$$\frac{1 + \sqrt{n}}{u_1 (1 - \sqrt{n})} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})}$$

$$\frac{u_1 + u_1 \sqrt{n}}{u_1^2 - n u_1^2} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})}$$

$$\frac{u_1 (1 + \sqrt{n})}{u_1 (u_1 - n u_1)} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})}$$

$$\frac{1 + \sqrt{n}}{u_1 - n u_1} = \frac{1}{u_1 (1 - \sqrt{n})} \Rightarrow u_1 (1 - n) = u_1 (1 - n)$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{u_1^2 - u_1^2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{u_1^2 - n u_1^2}{V_2^2 - V_1^2} = \frac{u_1^2 (1 - n)}{(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{u_1 (1 + \sqrt{n})}{V_1 + V_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{u_1^2 (1 - n)}{V_2 - V_1} = u_1 (1 + \sqrt{n}) \Rightarrow V_2 - V_1 = u_1 \frac{1 - n}{1 + \sqrt{n}}$$

$$V_2 = V_1 + u_1 \frac{1 - n}{1 + \sqrt{n}}$$



$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$ $u = \frac{v}{c}$

Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

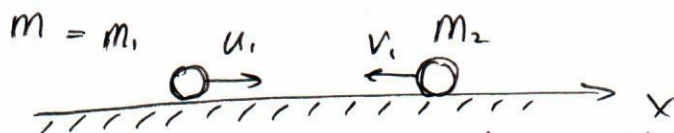
Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



№ 4



3. с. и: $0x: m_1 u_1 - m_2 v_1 = m_2 v_2 - m_1 u_2$
 $m_1 (u_1 + u_2) = m_2 (v_1 + v_2) \quad (1) \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{u_1 + u_2}{v_1 + v_2}$

3. с. э: $\frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 v_1^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$
 $m_1 (u_1^2 - u_2^2) = m_2 (v_2^2 - v_1^2) \quad (5)$
 $m_1 (u_1 - u_2)(u_1 + u_2) = m_2 (v_2 - v_1)(v_2 + v_1) \quad (2)$

$\frac{(2)}{(1)}: u_1 - u_2 = v_2 - v_1 \quad (3)$

После столкновения первый шар потерял η долю своей кинетической энергии:

$\eta \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{m_1 u_2^2}{2} \Rightarrow \eta u_1^2 = u_2^2 \Rightarrow u_2 = u_1 \sqrt{\eta} \rightarrow (5):$

$m_1 (u_1^2 - \eta u_1^2) = m_2 (v_2^2 - v_1^2)$

$m_1 u_1^2 (1 - \eta) = m_2 (v_2^2 - v_1^2)$

$(4) \rightarrow (3): u_1 - u_1 \sqrt{\eta} = v_2 - v_1 \Rightarrow v_2 - v_1 = u_1 (1 - \sqrt{\eta})$

$(1) \rightarrow v_1 + v_2 = \frac{m_1}{m_2} (u_1 + u_2) = \frac{m_1}{m_2} (u_1 + u_1 \sqrt{\eta}) = \frac{m_1}{m_2} u_1 (1 + \sqrt{\eta})$

$m_1 u_1^2 (1 - \eta) = m_2 (v_2 - v_1)(v_1 + v_2) = m_2 \cdot u_1 (1 - \sqrt{\eta}) \cdot \frac{m_1}{m_2} u_1 (1 + \sqrt{\eta})$

$m_1 u_1^2 (1 - \eta) = m_1 u_1^2 (1 - \eta)$

$m_2 = m_1 \cdot \frac{u_1 + u_2}{v_1 + v_2}$: Система замкнута $\Rightarrow$ второй шарик приобрел η долю первоначальной энергии

$\Rightarrow (1 + \eta) v_1^2 = v_2^2 \Rightarrow v_2 = v_1 \sqrt{1 + \eta} = m_1 \sqrt{1 + \eta} / m_2$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022

№ 2 (продолжение):

$$\Rightarrow p_k = \frac{\left(\frac{mg}{a^2} + \frac{\Delta h}{a\varepsilon} \right) \mu_k}{RT} \quad \checkmark$$

$$p_k = \frac{\left(\frac{8000 \cdot 10}{4} + \frac{0,001}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-10}} \right) \cdot 0,084}{8,31 \cdot 290} =$$

$$= \frac{\left(20000 + \frac{0,001 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 5} \right) \cdot 0,084}{8,31 \cdot 290} = \frac{35,5}{\cancel{28,555}} \frac{\text{м}}{\text{м}^3} \quad \oplus$$

Ответ: ~~28,555~~ $\frac{\text{м}}{\text{м}^3}$
35,5

$F = \mu_k T$

$F = \mu_k T$

$2mg = \cos 2$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 95713 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	6	0	4	0	5	0	5	0	3
0	4	X	X	X	X	X	X	X	X

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

0 2 7

двадцать семь

Иванов

№ 1

Дано:

$$V_0 = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = 8 \text{ м}$$

$$k = 1,69$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_5 = ?$$

Решение:

6

1) y_1 - первое место встречи шариков:

$$y_1 = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$y_1 - H = -u t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

t_1 - время до первого соударения

$$V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = H - u t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 t_1 = H - u t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{H}{V_0 + u} = \frac{8}{9 + 3} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} (\text{с})$$

2) Скорости шариков перед первым соударением:

$$V_1 = V_0 - g t_1 = 9 - 10 \cdot \frac{2}{3} = 9 - \frac{20}{3} = \frac{7}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$$

$$u_1 = u + g t_1 = 3 + 10 \cdot \frac{2}{3} = 3 + \frac{20}{3} = \frac{29}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$$

3) У шариков одинаковая масса $\Rightarrow$ они меняются скоростями: $V_2 = u_1 = \frac{29}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$; $u_2 = V_1 = \frac{7}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$

$$4) y_1 = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 9 \cdot \frac{2}{3} - \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot 9} = 6 - \frac{20}{9} = \frac{34}{9} (\text{м})$$

5) Рассмотрим движение первого шарика после соударения:

$$\frac{m V_2^2}{2} + m g y_1 = \frac{m V_3^2}{2} \Rightarrow V_3^2 = V_2^2 + 2 g y_1 = \frac{29^2}{9} + 2 \cdot 10 \cdot \frac{34}{9} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_3 = \sqrt{\frac{841}{81} + \frac{680}{9}} = \sqrt{\frac{1521}{9}} = \frac{39}{3} (\frac{\text{м}}{\text{с}})$$



№1 (продолжение 2):

~~$$V_5 = V_4 - g t_4 = 10 - 10 \cdot \frac{4}{11} = 6,36 \frac{m}{s}$$~~

Ombem: $6,36 \frac{g}{c}$ ✓

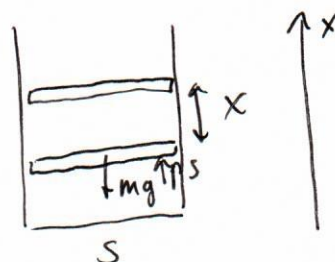
№ 3

Дано: | Решение:

$$M, \gamma \quad \left| \quad \frac{u}{v} \sim T \Rightarrow u = k \cdot v^T \right.$$

$$\frac{a, P}{k=?} \quad P = \frac{Q}{T} \Rightarrow Q = PT$$

$$Q = \Delta U + A$$



Рассмотрим случай, когда $g = \text{const}$ и $Mg = \text{const} \Rightarrow Pr = \text{const}$

$x: Ma = P_r \cdot S - Mg, Ma = \text{const}, Mg = \text{const}$
 $P_r = \frac{M(a+g)}{S}$ Ускорение уже дано в условии!

$$p_r = \frac{M(a+g)}{S}$$

Ускорение газа a

$$pT = \Delta u + A = kV(T_2 - T_1) + p \Delta V = \frac{k}{R} (VRT_2 - VRT_1) + p \Delta V =$$

$$= \frac{k}{R} \{ p \Delta V + p \Delta V = \frac{k}{R} \cdot \frac{M(a+g)}{S} \cdot S \cdot x + \frac{M(a+g)}{S} \cdot S \cdot x =$$

$$= M(a+g) \cdot x \cdot \frac{k}{R} + M(a+g) \cdot x$$

$$x = \frac{aT^2}{2} \Rightarrow pT = M(a+g) \cdot \frac{aT^2}{2} \cdot \frac{k}{R} + M(a+g) \cdot \frac{aT^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{k}{R} \cdot a r^2 M(a+g) = 2PJ - M(a+g) \cdot a r^2$$

$$\frac{K}{R} = \frac{2P}{aTM(a+g)} - 1 \Rightarrow K = R \left(\frac{2P}{aTM(a+g)} - 1 \right)$$

OmBem: $k = R \left(\frac{2P}{aJM(a+g)} - 1 \right)$