



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

$$E = mc^2$$



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

Физика

Шифр 84598 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

$$\cancel{m} a^2 \tau^2 \quad \Delta T K = P \tau - \frac{m a^2 \tau^2}{2}$$
$$\frac{m a^2 \tau^2}{2R} \cdot k = P \tau - \frac{m a^2 \tau^2}{2}$$

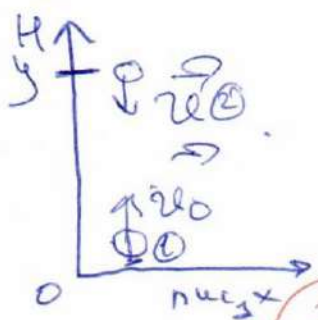
$$k = \frac{2P \tau \cdot R}{m a^2 \tau^2} - R, \text{ где } R - \text{унив. пов.} \\ \text{постоя}$$

$$\text{Ответ: } k = \frac{2PR}{m a^2 \tau} - R. \quad \checkmark$$





Задача 1



1) Нарисуем рисунок до первого столкновения (рис 1).

2) Запишем найдем время в момент столкновения.

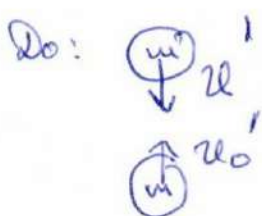
$$Oy: y_1 = y_2$$

$$y_0 + u_0 t - \frac{gt^2}{2} = H - u t - \frac{gt^2}{2}$$

$$(u_0 + u)t = H \Rightarrow t = \frac{H}{u_0 + u} = \frac{8 \text{ м}}{12 \text{ м/с}} = \frac{2}{3} \text{ с}$$

При разумных рассуждениях ошибка в вычислениях.

3) Шарик упрется столкнется = 0,67 с.



4) u' - скорость 2-го шарика в момент времени.
 u_0' - скорость 1-го шарика в момент времени.

$$u' = -u - gt = (-3 - 10 \cdot 0,67) \text{ м/с} = -9,7 \text{ м/с}$$

$$u_0' = u_0 - gt = (9 - (10 \cdot 0,67)) \text{ м/с} = 2,3 \text{ м/с}$$

5) Запишем ЗСМ и ЗСЭ для их столкновения.

$$m_1 u_0' + m_2 u' = m_1 u_0 + m_2 u \text{ и } E_1 + E_2 = E_1' + E_2'$$

$$m u_0' - m u' = m u_0 + m u - m u_0' + m u_2' \quad | : m$$

$$u_0' - u' = u_0 + u - u_0' + u_2' \quad | : 2$$

$$\frac{m u_0'^2}{2} + \frac{m u'^2}{2} = \frac{m u_0^2}{2} + \frac{m u_2'^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$$



$$u_0'^2 + u'^2 = u_z'^2 + u_{0z}'^2. \quad (2)$$

б) из формулы (1) $u_0' - u' = u_z' - u_{0z}'$
 $-2,4 \text{ м/с} = u_z' - u_{0z}' \Rightarrow u_z' = u_{0z}' - 2,4$

из формулы (2) $u_z'^2 + u_{0z}'^2 = (2,3)^2 + (9,7)^2 =$
 $= 99,38 \text{ м/с}^2 \Rightarrow u_z'^2 = 99,38 - u_{0z}'^2$

$$(u_{0z}' - 2,4)^2 = 99,38 - u_{0z}'^2$$

$$u_{0z}'^2 - 2,4 \cdot 2 \cdot u_{0z}' + 2,4^2 = 99,38 - u_{0z}'^2$$

$$2u_{0z}'^2 - 4,8u_{0z}' - 44,62 = 0$$

$$u_{0z}'^2 - 2,4u_{0z}' - 22,31 = 0$$

$$D = (2,4)^2 + 4 \cdot 22,31 = 54,76 + 4 \cdot 22,31 = 144$$

$$u_{0z1}' = \frac{2,4 + 12}{2} = 9,7 \text{ м/с} \quad \text{не подходит}$$

$$u_{0z2}' = \frac{2,4 - 12}{2} = -7,3 \text{ м/с} \quad \text{не подходит}$$

7) u - скорость второго шарика перед
столкновением с Землей.

$$u = -u_{0z}' - gt'$$

8) найдем координату ^{1-го} столкновения тел:

$$y = u_0 t - \frac{gt^2}{2} = 9 \cdot 0,62 - \frac{10 \cdot (0,62)^2}{2} = (6,03 - 2,245) \text{ м} =$$

$$= 3,79 \text{ м}$$

9) $y = -u_{0z}' t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 3,79 = -2,3t - 5t^2$



$$y = y_0 - v_0 t' - \frac{g t'^2}{2}$$

$$0 = 3,79 - 9,2 t' - 5 t'^2$$

$$5 t'^2 + 9,2 t' - 3,79 = 0 \Rightarrow D = 94,09 + 3,79 \cdot 5 \cdot 4 = 169$$

$$t' = \frac{-9,2 + 13}{10} = 0,33 \text{ с.}$$

$$t_2' = 1,69 \text{ с.}$$

$$10) V = -v_0' - g t' = (-9,2 - 10 \cdot 0,33) \text{ м/с} = 13 \text{ м/с.}$$

11) При отскоке мех-энергия увелич. в n раз

$$E_{k1} = 1,69 \cdot E_{k2} \Rightarrow V' = \sqrt{\frac{V^2}{1,69}} = \sqrt{\frac{13^2}{1,69}} = 10 \text{ м/с}$$

$$12) U'' \text{ из } 3 \text{ см} = 2,3 \text{ м/с}$$

$$13) y + v'' \cdot (\tau + t') - \frac{g(\tau + t')^2}{2} = V' \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$3,79 + 2,3 \cdot (\tau + 0,33) - 5(\tau + 0,33)^2 = 10\tau - 5\tau^2$$

$$3,79 + 2,3\tau + 2,3 \cdot 0,33 - 5\tau^2 - 10\tau \cdot 0,33 + 0,33^2 \cdot 5 = 10\tau - 5\tau^2$$

$$3,79 + 2,3 \cdot 0,33 - 0,33^2 \cdot 5 = 10\tau + 3,3\tau - 2,3\tau$$

$$0,54$$

$$5,089 = 11\tau \Rightarrow \tau = \left(\frac{5,089}{11} \right) \text{ с} = 0,463$$

$$14) v_k = V' - g\tau = 10 - 0,463 \cdot 10 = 5,37 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_k = 5,37 \text{ м/с}$



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	10
0	5	0	4	0	6	0	3	0	1
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

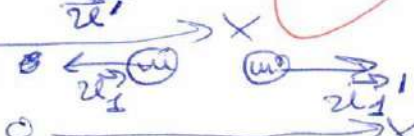
0	1	9	ответ карточкой	Мур
---	---	---	-----------------	-----

Задача №4

1) До соударения



2) После соударения



3) Т.к. соударение абсолютно упругое, то запишем:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' \Rightarrow m u - m' u_2' = -m u_1 + m' u_1' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(u + u_1) = m'(u_1' + u_2').$$

а) Запишем закон сохранения энергии:

$$E_1 + E_2 = E_1' + E_2' \Rightarrow \frac{m u^2}{2} + \frac{m' u_2'^2}{2} = \frac{m u_1^2}{2} + \frac{m' u_1'^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(u^2 - u_1^2) = m'(u_1'^2 - u_2'^2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(u - u_1)(u + u_1) = m'(u_1' - u_2')(u_1' + u_2').$$

Замечаем $m(u + u_1)$ на $m'(u_1' + u_2')$ — из 3 и

$$m(u - u_1)(u + u_1) = m'(u_1' - u_2')(u_1' + u_2') \Rightarrow$$

$$u - u_1 = u_1' - u_2' \quad (1)$$

б) Используем то, что первый шарик после столкновения потерял ~~энергию~~ ~~долю~~ ~~энергии~~ $\frac{u_1}{u} = \tau$

$$\frac{u_1}{u} = \tau, \quad \frac{u_1'}{u} = \tau \Rightarrow u_1' = \frac{u_1}{\tau}$$

$$\Rightarrow u_1 = u_2'$$



6) Подставим полученные выражения в формулу (1).

$$\begin{aligned}
 u - u_2 &= u'_1 - u' \\
 u - u_2 &= \frac{u'_1}{\gamma} - u' \Rightarrow u(1 - \tau) = u'_1 \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right) \\
 u &= \frac{u'_1 \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right)}{1 - \tau} = u'_1 \cdot t \cdot (2)
 \end{aligned}$$

7) Подставим (2) в 3-ю.

$$\begin{aligned}
 m(u + u_2) &= m' \left(u'_1 + \frac{u'_1}{\gamma} \right) \Rightarrow m' = m \frac{u + u_2}{u'_1 + \frac{u'_1}{\gamma}} = \\
 &= m \frac{u'_1 \cdot t \cdot (1 + \tau)}{u'_1 \left(1 + \frac{1}{\gamma} \right)} = m \frac{\left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right) (1 + \tau)}{\left(1 + \frac{1}{\gamma} \right) (1 - \tau)}.
 \end{aligned}$$

Ответ: $m' = m \frac{\left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right) (1 + \tau)}{\left(1 + \frac{1}{\gamma} \right) (1 - \tau)}$

Решение при заданных условиях
есть только при $V_2 = 0$. Но надо доказать,
и затем уже рассуждать далее.



Задача 2

1) Рассмотрим давление на уровне поршня,
если заполнена нижней частью водой.

$$P_{\text{вода}} = P_{\text{кристалла}}$$



2) $P_{\text{вода}} =$ сумме давлений воды на поршень и
избыточного давления, возникшего из-за сжатия воды.

$$P_{\text{вода}} = P_{\text{изг}} + P_{\text{изд}}$$

$$P_{\text{изг}} = \frac{F_{\text{г}}}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{8000 \cdot 10}{1} = 20000 \text{ Па}$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \chi \cdot P_{\text{изд}} \Rightarrow P_{\text{изд}} = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \chi} = \frac{0,001 \text{ м}^3}{1 \cdot 10^{-9}} = 10^6 \text{ Па}$$

3) $P_{\text{вода}} = P_{\text{кристалла}}$

$$P_{\text{кристалла}} = \frac{\nu RT}{V} = \frac{\frac{m}{M} RT}{V} = \frac{\rho RT}{M}$$

$$T = t + 273 = 290 \text{ К}$$

$$(20000 + 10^6) \text{ Па} = \frac{\rho \cdot RT}{M}$$

$$1020000 = \frac{\rho \cdot 8,31 \cdot 290}{0,024} \Rightarrow \rho = 35,55 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Ответ: } \rho = 35,55 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \checkmark$$



Задача 3

6

1) Так как это ~~не~~ процесс с поршнем, в котором газ нагревается, то процесс изобарный.

2) $Q = \Delta U + A$ — первый закон термодинамики

3) Так как ускорение постоянное, то по 2-ому закону Ньютона:

$$F = Ma \Rightarrow A = F \cdot S = Ma \cdot S, \text{ где } S - \text{пройденный путь.}$$

Так как движение равноускоренное и

$$v_0 = 0, \text{ то } S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow A = \frac{Ma^2t^2}{2}$$

4) $Q = P \cdot \tau$

5) $\Delta U_1 = K(\Delta T)$, — изменение внутренней энергии 1-го моля газа где K — какой-то коэффициент.

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n \Delta U_i = K V (\Delta T), \text{ где } V - \text{количество молей газа.}$$

6) Так как процесс изобарный, то

$$A = p \Delta V = p \cdot (V_2 - V_1) = p \left(\frac{pRT_2}{p} - \frac{pRT_1}{p} \right) = pR\Delta T.$$

$$V = \frac{pRT_1}{p}$$

$$A = \frac{Ma^2t^2}{2} = pR\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Ma^2t^2}{2pR}$$

7) $\Delta U = Q - A = P\tau - \frac{Ma^2t^2}{2}$



Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

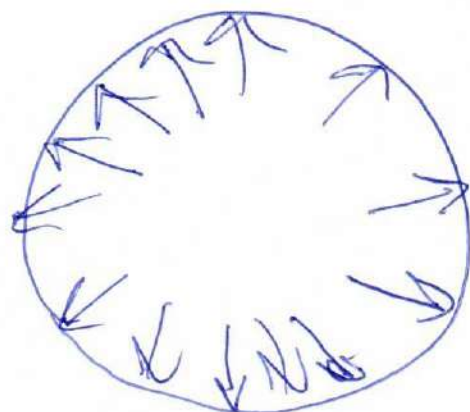
Шифр 84598 Класс 10

Вариант 6 Дата 20.02.2022

Задача N 5

Давление на поверхность сферы складывается из сумм давлений взаимодействующих зарядов.

$$F_{\text{об}} = P \cdot S = P \cdot 4\pi R^2$$



✓ $F_{12} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ - закон Кулона

$$F_{\text{об}} = \sum_{i=1}^n F_{i2} = k n \frac{q^2}{R^2} =$$

$$= k \frac{q^2}{R^2} \dots \frac{q^2}{R^2} = k \frac{q^3}{R^2}$$

1

$$P \cdot 4\pi R^2 = k \frac{q^3}{R^2}$$

$$P \cdot 4\pi R^4 = q^3 \Rightarrow q = \sqrt[3]{\frac{P \cdot 4\pi R^4}{k}}$$

Ответ: $q = \sqrt[3]{\frac{P \cdot 4\pi R^4}{k}}$