



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

Физика

Шифр

94518 Класс

10

Вариант

1

Дата

20.02.2022

1) Пусть δ — расстояние между шариками v^* и u^* . Тогда δ — расстояние

$$3 \text{ с.} : m v^* - m u^* = -m a + m b$$

$$3 \text{ с.} : \frac{m v^*^2}{2} + \frac{m u^*^2}{2} = \frac{m a^2}{2} + \frac{m b^2}{2}$$

$$v^*^2 + u^*^2 = a^2 + b^2$$

$$(v^* - u^*)^2 = (b - a)^2$$

$$(v^* - u^*)^2 = (b - a)^2$$

$$v^*^2 + u^*^2 - 2v^*u^* = b^2 + a^2 - 2ba$$

$$2ba = 2v^*u^*$$

$$\begin{cases} ba = v^*u^* \\ v^* - u^* = b - a \end{cases}$$

Получим, что при равном массе при соударении шаров относительная скорость остается та же, то есть $v^* - u^* = b - a$, но тогда это равенство выполняется, если $a = a^*$; $b = b^*$. Вывод: после соударения шары разлетаются в противоположные стороны со скоростью u^* .

2) Ко времени t_2 шары разлетаются:

$$u^* = g t_2 = g \left(h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g} \right)$$

Эту скорость умножим на время t_2 и получим путь шарика.

$$x = u^* t_2 = g t_2^2$$

Тогда путь x для первого шарика:

$$x = u^* t_3 + \frac{g t_3^2}{2}$$

где t_3 — время полета первого шарика до момента, когда он достигнет земли.

$$h + \frac{u^*^2}{2g} - \frac{g}{2} \left(\frac{h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g}}{v_0 - u^*} \right)^2 = \frac{g \left(h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g} \right)}{v_0 - u^*} t_3 + \frac{g t_3^2}{2}$$

$$t_3 = \frac{b^2 \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a = u^* = \frac{g \left(h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g} \right)}{v_0 - u^*}, \quad b = \frac{g}{2}, \quad c = h + \frac{u^*^2}{2g} - \frac{g}{2} \left(\frac{h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g}}{v_0 - u^*} \right)^2$$

$$\text{Ответ: } t_3 = \frac{b^2 \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ где } b = \frac{g \left(h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g} \right)}{v_0 - u^*}; a = \frac{g}{2}; c = h + \frac{u^*^2}{2g} - \frac{g}{2} \left(\frac{h + \frac{u^*^2}{g} - \frac{v_0^2}{g}}{v_0 - u^*} \right)^2$$

Вывод: при соударении шаров относительная скорость остается та же, то есть $v^* - u^* = b - a$, но тогда это равенство выполняется, если $a = a^*$; $b = b^*$. Вывод: после соударения шары разлетаются в противоположные стороны со скоростью u^* .

Эту скорость умножим на время t_2 и получим путь шарика.

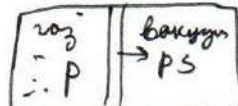


№ 3

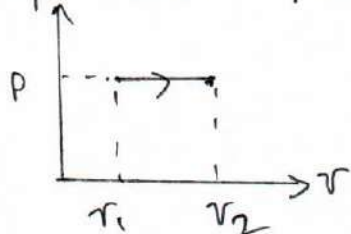
Дано:
 $M, a, \tau;$
 $u = ct$
найти:
 Q

Решение

1) Известно, что с течением времени газ расширяется. Значит, если
увеличить газ p , 2-3 раза увеличатся газы расширяются
между ними сжатием (2-3 раза
разрешит)



$Ma = ps$. По условию a расширяется
равномерно. $u = ct$, следовательно p увеличивается, поэтому изотер-
мический процесс



2) Пусть начальная температура T_1 и газ расширяется
по π . Тогда

$$V_1 = S L$$

$$V_2 = S(L + x)$$

При этом

$$x = \frac{a \tau^2}{2}$$

6

3) Работа газа равна изменению его энергии (p, V). Если

$$A = p(V_2 - V_1) = p S x = p S \frac{a \tau^2}{2} = \frac{Ma a \tau^2}{2} \quad (ps = Ma)$$

$$\frac{Ma a \tau^2}{2} = \frac{Ma^2 \tau^2}{2}$$

4) Визуальное значение энергии газа:

$$u = \frac{c}{2} \sqrt{K \Delta T}. \text{ По условию если } \Delta = 1, \text{ то } u = ct, \text{ значит,}$$

$$c = \frac{c}{2} R \quad (ct = \frac{c}{2} R T)$$

5) При расширении газа $Q = \frac{c+2}{2} \sqrt{K \Delta T}$.

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p(V_2 - V_1) = \nu R \Delta T = A$$

$$u = c \sqrt{A \Delta T} = \frac{c}{2} \sqrt{K \Delta T} = \frac{c}{2} A = \frac{c}{R} A$$

Следовательно (назовем температурой)

$$Q = \frac{c}{2} \sqrt{K \Delta T} + A = u + A = \frac{c}{R} A + A = \left(\frac{c}{R} + 1\right) A = \left(\frac{c}{R} + 1\right) \cdot \frac{Ma^2 \tau^2}{2}$$

$$\text{Ответ: } Q = \left(\frac{c}{R} + 1\right) \frac{Ma^2 \tau^2}{2} \quad \checkmark$$



№ 4

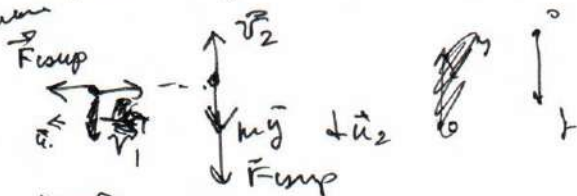
Дано:

$F_{\text{центр}} = k v^2$
 v_1, u_1, v_2
 $u_2 = ?$
 a_2

Решение (Пусть масса шарика m)

1) Шарик летит горизонтально по окружности. Вспомогательный закон Ньютона:

$m a_1 = k v_1^2$ ~~$k v_1^2 = \frac{m v_1^2}{r}$~~



2) Шарик летит вертикально вверх со скоростью v_2 . Для шарика действуют две силы: сила тяжести $F_{\text{тяж}}$ (вниз) и сила центростремительная $F_{\text{центр}}$ (вверх). Шарик движется равномерно, следовательно, сумма сил равна нулю.

$k = \frac{m a_1}{v_1^2}$ ($u_2 m a_2 = k v_2^2$)

$m a_2 = m g + k v_2^2$

$m a_2 = m g + \frac{m a_1}{v_1^2} v_2^2$

$a_2 = g + \frac{a_1 v_2^2}{v_1^2}$

Ответ: $a_2 = g + \frac{a_1 v_2^2}{v_1^2}$ ✓

№ 5

Дано:

$T_k = 273 K = 0^\circ C$

$T_n = 373 K = 100^\circ C$

$m = 0,2 \text{ кг}$

$\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$\rho = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

Найти:

M

Решение

1) В процессе нагревания и испарения воды при температуре $0^\circ C$ (температура плавления льда, превращения воды в лед). и в процессе нагревания воды при $T_n = 100^\circ C$. Температура кипения (кипения), конденсации пара. $Q_{\text{нагр}} = Q_{\text{испар}} + Q_{\text{нагр}}$

2) 2 секунды = 2 излучение.

3) $Q_{\text{свеч}} = \rho M$, $Q_{\text{нагр}} = \lambda M$

1) $2 M = \lambda M$ $M = \frac{2 M}{\lambda} = \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,2}{3,35 \cdot 10^5} \approx 1,35 \text{ кг}$

($M = \frac{2,26 \cdot 10 \cdot 0,2}{3,35} = \frac{4,52}{3,35} = \frac{452}{335} \approx 1,3492537$)

Ответ: $M = 1,35 \text{ кг}$



$N = 6$

Дано:
 F, D, d

$(d > F)$

Найти:

x (диаметр
лужи)

Решение

1) Конвергенция лучей
Линза собирающая, $d > F$,
значит, то формирует
реальный мнимый:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{s} + \frac{1}{d}, \text{ где } s \text{ — расстояние}$$

от линзы до изображения.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{s} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow s = \frac{Fd}{d-F}. \text{ Если бы экран не стоял, изображение}$$

бы появилось изображение на этом расстоянии.

2) Понимая $d > F$, то (а экран поставлен в фокусе) $s > F$. Изображение
за экраном. Тогда диаметр лужи можно считать равным
высоте, полученной при преломлении лучей. Тогда из рисунка

$$\frac{x}{d} = \frac{\frac{D}{2}}{s} = \frac{\frac{D}{2}}{s-F}$$

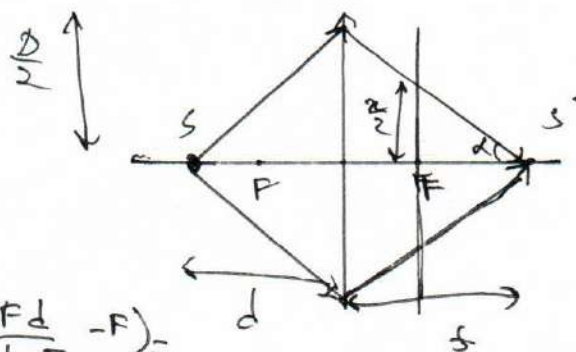
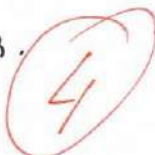
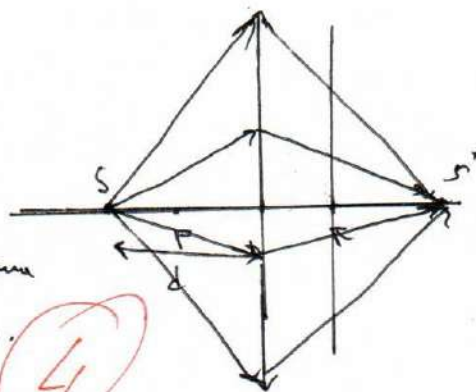
$$\frac{x}{2} = \frac{D}{2s} (s-F)$$

$$x = \frac{D}{s} (s-F) = \frac{D}{\frac{Fd}{d-F}} \left(\frac{Fd}{d-F} - F \right) =$$

$$= \frac{D(d-F)}{Fd} \left(\frac{Fd}{d-F} - F \right) = D - \frac{D(d-F)}{d} = D \left(1 - \frac{d-F}{d} \right) =$$

$$= D \left(1 - 1 + \frac{F}{d} \right) = \frac{DF}{d}$$

Итак. $x = \frac{DF}{d}$ ✓





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

94518 Класс

10

Вариант

Дата

20.02.2022



№ 2

Дано:

$$a = 1 \text{ м}; \quad \gamma = 10 \text{ кг/м}^3$$

$$M = 1000 \text{ кг};$$

$$\Delta h = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$$

$$\mu = 4 \text{ г/мм}^3 = 0,004 \text{ кг/мм}^3$$

$$t = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}$$

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

Найти:

m

Решение

1) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для газа

$$pV = \nu RT$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\text{или если } V = SAh \text{ где } S = a^2 \cdot t \cdot k.$$

Используя для вычисления значения ν ,
и подставив все. Имеем,

$$m = \frac{pV\mu}{RT} = \frac{p\Delta h a^2 \mu}{RT}$$

? Неверно учтена
сжимаемость.

2) Запишем условие равенства давлений газа и жидкости

$$p_{\text{ж}} S = p_{\text{газ}} S \Rightarrow p_{\text{ж}} = p_{\text{газ}}$$

3) Масса газа $M = \rho V$, где $V = a^3 = 1^3$

$$M = \rho V \quad 1000 = 1^3 \cdot \rho \Rightarrow \rho = 1000 \text{ кг/м}^3.$$

Выразим:

$$p_1 = \rho_1 g h = \rho_1 g a = 1000 \cdot 10 \cdot 1 = 10^4$$

4)

$$\varepsilon = \frac{\Delta V}{V_1 p_1} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 p_1} \quad (V_2 < V_1)$$

$$V_1 - V_2 = \varepsilon V_1 p_1$$

$$V_2 = V_1 - \varepsilon V_1 p_1 = 1^3 - 5 \cdot 10^{-10} \cdot 10^4 \cdot 1 = 1 - 5 \cdot 10^{-6} =$$

$$= 1 - 0,000005 = 0,999995 \text{ м}^3$$

$$M = V_2 \rho_2 \quad \rho_2 = \frac{M}{V_2}$$

$$\rho_2 = \rho_2 g h = \rho_2 g (a - \Delta h) = \frac{1000}{0,999995} \cdot 10 (1 - 0,001) \approx$$

$$\approx 999,005 \text{ кг/м}^3$$

$$5) p_{\text{ж}} = p_{\text{газ}} = p_2 \quad m = \frac{p_2 \Delta h a^2 \mu}{RT} = \frac{999,005 \cdot 0,001 \cdot 1^2 \cdot 0,004}{8,31 \cdot 300} \approx$$

$$\approx 0,000016 \text{ кг} = 0,016 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m \approx 0,016 \text{ г}$$



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ



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 94518 Класс 10

Вариант 1 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	3	0	2	0	6	0	4	0	1
0	4	0	1	0	4	X	X	X	X

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

0	2	0	два нуля	
---	---	---	----------	--

$\Delta \geq 1$

Дано:

$v_0, u, H, g;$

$v_0 > \sqrt{2gh} > u$

Найти:

τ

Решение

1) Нам известно, что (н-милл одна шарик. 2-милл одна шарик. 1 и 2 шарика)

$$\sqrt{2gh} > u$$

$$gh > u^2$$

$$mgh > \frac{mu^2}{2} \text{ следовательно } mgh > \frac{mu^2}{2}$$

Значит, первый шарик остановится в

точке $(h+H)$ относительно земли, где $h < H$, при этом

$$h = \frac{u^2}{2g} \quad (mgh = \frac{mu^2}{2}). \text{ В этот момент } \tau \text{ во времени } t_1 = \frac{u}{g} \quad (u - 0 = gt_1, \text{ вырши})$$

Скорость первого шарика равна нулю

2) Нам не известно, что сказать, где «остановится» первый шарик т.к. известно, что $v_0 > u$; $v_0 > \sqrt{2gh}$. Но не известно $v_0 > \sqrt{2gh}$ или $v_0 > \sqrt{2gh}$.

Но если бы скорость v_0 была бы намного больше u , и первый шарик упал бы первым до того, как второй шарик бы в какой-то момент, то после соударения согласно закону сохранения импульса скорости шариков были бы в одну сторону относительно вертикальной оси, которая ушла и ускорению соударения, т.е. не было, значит, шарик вернется в точку, где и направится к земле, и v_0 от земли. (при этом $t_2 = \frac{v}{g} > t_1 = \frac{u}{g}$). Зрз!

3) Нам не известно, что сказать, как второй шарик остановится в вершине. Скорость первого шарика в этот момент: $v_1 = v_0 - gt_1 = v_0 - \frac{u}{g} = v_0 - u$. Этот шарик встретится с некоторым шариком. Первый шарик пройдет

$$S = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0 u}{g} - \frac{g \frac{u^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0 u}{g} - \frac{u^2}{2g}$$

$$h + H = \frac{v_0 u}{g} - \frac{u^2}{2g} + (v_0 - u) t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$h + H = \frac{v_0 u}{g} - \frac{u^2}{2g} + (v_0 - u) t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \quad (h = \frac{u^2}{2g})$$

$$t_2 = \frac{H + \frac{u^2}{2g} - \frac{v_0 u}{g}}{v_0 - u}$$