

Задача №1.

В неподвижный шар ударяется боком (угол между вектором скорости и направлением между центрами шаров 20°) такой же шар. Под каким углом (в градусах) они разлетятся? Удар абсолютно упругий.

- 1) 20 2) 70 3) 90 4) 110

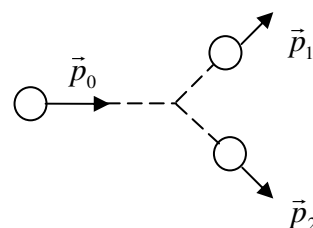
Решение.

Применим закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии:

$$1) \vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

$$2) \frac{p_0^2}{2m} = \frac{p_1^2}{2m} + \frac{p_2^2}{2m}$$

Имеем систему уравнений
$$\begin{cases} \vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \\ p_0^2 = p_1^2 + p_2^2 \end{cases}$$



Такое соотношение имеет место, если угол между \vec{p}_1 и \vec{p}_2 равен 90° . (Теорема Пифагора).

Задача №2.

Повышается или понижается температура газа, если процесс расширения происходит по закону $p \cdot V^n = const$, при: 1) $n < 1$; 2) $n > 1$.

- 1) и в том, и в другом случае понижается;
- 2) и в том, и в другом случае повышается;
- 3) если $n < 1$ понижается, если $n > 1$ повышается;
- 4) если $n < 1$ повышается, если $n > 1$ понижается.

Решение.

Вспользуемся уравнением состояния идеального газа $pV = \nu RT$. Поскольку

$p = \frac{const}{V^n}$, имеем $\frac{const}{V^{n-1}} = \nu RT$. При расширении если $n < 1$, температура T повышается, если $n > 1$, T – уменьшается.

Задача №3.

Вода при температуре 25°C и массой 1 кг закипает за 5 минут. За какое время (в минутах) она выкипит? Удельная теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, теплота парообразования $22,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Ответ округлить до целых.

Волгоградская олимпиада школьников «Политехник»
Решения задач
11 класс

Решение.

Для поднятия температуры до $T_2 = 100$ °С требуется теплота $Q = cm(T_2 - T_1)$.

Найдем мощность источника $W = \frac{Q}{t_1} = \frac{cm(T_2 - T_1)}{t_1}$; где $t_1 = 5$ минут.

Тогда для выпаривания воды требуется теплота $m \cdot r$ (где r – удельная теплота парообразования). Подведенная теплота $W \cdot t_2$; где t_2 – неизвестное время, т.е.

$$m \cdot r = W \cdot t_2 = \frac{cm(T_2 - T_1)t_2}{t_1}.$$

$$\text{Отсюда находим } t_2 = \frac{mrt_1}{cm(T_2 - T_1)} = \frac{rt_1}{c\Delta T} = 36 \text{ минут}.$$

Ответ: 36

Задача №4.

Найти внутреннее сопротивление аккумулятора (в Ом), если при замене внешнего сопротивления 10 Ом, на большее в три раза, к.п.д. увеличивается в два раза.

Решение.

К.п.д. η для нагрузки с сопротивлением R получаем из закона Ома для замкнутой

$$\text{цепи: } \eta = \frac{I^2 R}{\mathcal{E} I} = \frac{R}{R + r}.$$

$$\text{Из условия задачи } 2\eta_1 = \eta_2; \text{ т.е. } 2 \frac{R_1}{R_1 + r} = \frac{R_2}{R_2 + r} = \frac{3R_1}{3R_1 + r}.$$

Решая получим $r = 30$ Ом.

Ответ: 30

Задача №5.

С глубины 100 м озера, при нормальном атмосферном давлении, равномерно всплывает пузырек воздуха с начальным объемом 100 см³. Найти работу силы сопротивления воды при подъеме пузырька со дна на поверхность. Температура воды на всех глубинах одинакова. Ответ запишите в Дж с точностью до целых.

Решение.

1) Поскольку процесс изотермический, то $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

Найдем объем при всплытии $V_2 = \frac{(p_0 + \rho gh)V_1}{p_0}$.

2) Поскольку движение равномерное, то работа силы сопротивления воды при подъеме пузырька по модулю: $A = F_{AP}h$; где $F_{AP} = \rho g V_{cp}$ – сила Архимеда,

$V_{cp} = \frac{V_1 + V_2}{2}$ – средний объем (объем меняется по линейному закону).

Определяем: $A = \frac{\rho gh}{2} \left[\frac{(p_0 + \rho gh)V_1}{p_0} + V_1 \right] = 600 \text{ Дж}$.

Ответ: 600

Задача №6.

Поршневой компрессор с объемом рабочей части 0,5 л, и частотой движения поршня 150 мин^{-1} , нагнетает воздух в резервуар объемом 100 л. Определить время (в минутах) для доведения давления в резервуаре до 4 атм. Начальное давление 1 атм. Ответ запишите с точностью до целых.

Решение.

Рассмотрим один из возможных способов решения.

Введем следующие обозначения:

V – объем резервуара;

v – объем рабочей части;

m_0 – масса воздуха в рабочей части;

m_1 – масса воздуха в резервуаре до накачивания;

m – масса воздуха в резервуаре после накачивания;

p_0 – давление в начале накачивания;

p – конечное давление.

Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева для нахождения масс воздуха в рабочей части (1), в резервуаре до накачивания (2), в резервуаре после накачивания (3).

$$p_0 v = \frac{m_0}{\mu} RT ; \quad (1)$$

$$p_0 V = \frac{m_1}{\mu} RT ; \quad (2)$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT . \quad (3)$$

Давление увеличилось за счет увеличения массы воздуха в резервуаре на $m - m_1$, но $m - m_1 = nm_0$ (4), где n – число циклов накачивания.

Подставим в (4) данные из (1-3) получим: $n = \frac{(p - p_0)V}{p_0 v} = \frac{3 \cdot 100}{1 \cdot 0,5} = 600$ циклов.

Так как за минуту происходит 150 циклов накачивания, то время накачивания:

$$t = \frac{600}{150} = 4 \text{ мин.}$$

Ответ: 4

Задача №7.

Температура воды в чайнике в градусах Цельсия меняется по закону: $T(t) = 25 + 75 \cdot 3^{-kt}$, где t – время в минутах, прошедшее после автоматического отключения при кипении; k – некоторая константа. Через 7,5 минут температура воды в чайнике составляла 85 °С. Определите температуру воды в чайнике в градусах Цельсия через 15 минут после автоматического отключения.

Решение.

Из условия задачи следует: $T(7,5) = 25 + 75 \cdot 3^{-7,5k} = 85$ °С.

Откуда получаем:

$$3^{-7,5k} = \frac{4}{5}; \quad 3^{-15k} = \frac{16}{25}.$$

Тогда $T(15) = 25 + 75 \cdot 3^{-15k} = 25 + 75 \cdot \frac{16}{25} = 73$ °С.

Ответ: 73