

Решения

Вариант 1.

Задача 1. Тело падает вертикально вниз с высоты $h = 20$ м без начальной скорости. Определить модуль средней скорости падения $V_{\text{ср}}$.

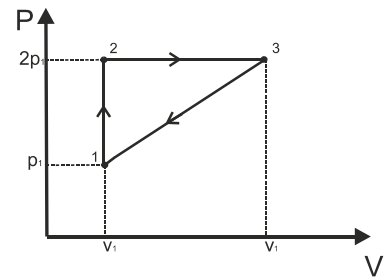
Решение. Модуль средней скорости по определению: $V_{\text{ср}} = \frac{|\Delta r|}{\Delta t} = \frac{h}{t_{\text{пол}}}$, где $t_{\text{пол}}$ – время падения.

Время падения находим из условия: $h = \frac{gt_{\text{пол}}^2}{2}$. Следовательно $t_{\text{пол}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Отсюда $V_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{gh}{2}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Вариант 1.

Задача 2. Определить работу одного моля газа в процессе 1-2-3-1, изображенном на рисунке. В состояниях 2 и 3 давление вдвое больше, чем в состоянии 1. В состоянии 3 объем втрое больше, чем в состоянии 1. Температура в состоянии 1 равна T .



Решение. Работа идеального газа в данном процессе равна площади внутри цикла:

$$A = P_1 V_1.$$

Напишем уравнение Менделеева-Клайперона для состояния 1, в котором известна температура при условии, что $\nu = 1$ моль:

$$P_1 V_1 = RT.$$

Таким образом:

$$A = RT.$$

Вариант 1.

Задача 3. Одинаковые одноименные точечные заряды $q = 4 \cdot 10^{-7}$ Кл расположены в двух вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 1$ м. Определить значение напряженности в третьей вершине треугольника.

Решение. Согласно принципу суперпозиции:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

Из рисунка видно, что результирующий вектор напряженности направлен вертикально вверх, так как $E_1 = E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$ и оба вектора E_1 и E_2 направлены под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали. Таким образом, горизонтальные составляющие векторов E_1 и E_2 скомпенсированы. Введем ось x , направленную вертикально вверх, тогда:

$$E = E_x = E_{1x} + E_{2x} = 2E_{1x} = 2E_1 \cos \alpha = 2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} \cos 30^\circ$$

$$E = \sqrt{3} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} = 6,1 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Вариант 1.

Задача 4. Протон движется со скоростью $V = 10^6$ м/с перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией $B = 1$ Тл. Найдите радиус окружности, по которой он движется.

Решение. Запишем второй закон Ньютона для частицы, равномерно движущейся по окружности под действием единственной силы – силы Лоренца $F_{\text{л}} = eVB$:

$$F_{\text{л}} = m_p \frac{V^2}{R},$$
$$eVB = m_p \frac{V^2}{R}.$$

где e – заряд протона, m_p – масса протона.

Отсюда $R = \frac{m_p V}{eB} \approx 1,04 \cdot 10^{-2}$ м.

Вариант 1.

Задача 5. На экран с круглым отверстием радиуса $r_0 = 10$ см падает сходящийся пучок света. Угол между крайним лучом и осью симметрии равен $\alpha = 30^\circ$. Определите точку, в которой сходятся лучи, если в отверстие вставляется собирающая линза с оптической силой $D = 10$ дп.

Решение. В данном случае источник является мнимым, находящимся на расстоянии $d = r_0 \operatorname{ctg} \alpha = r_0 \sqrt{3}$. Формула линзы имеет вид:

$$D = \frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

где f – расстояние от линзы до точки пересечения лучей, преломленных в линзе, откуда

$$f = \frac{Fd}{d + F} = \frac{Fr_0\sqrt{3}}{r_0\sqrt{3} + F} = 5,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Из вычислений и построений изображений ясно, что точка пересечения лучей станет ближе к экрану.