

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАЙОННОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО ФИЗИКЕ

9 класс

Задача_1. Запишем закон сохранения импульса для упругого столкновения шаров

$$m\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 \quad (1)$$

или

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \quad (2)$$

Закон сохранения кинетической энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \quad (3)$$

или

$$v_0^2 = v_1^2 + v_2^2 \quad (4).$$

Уравнение (2) означает, что скорости после столкновения складываются по правилу треугольника, а уравнение (4) (теорема Пифагора) означает, что треугольник прямоугольный. Значит угол разлета шаров после столкновения составляет 90° .

Задача_2.

Принимая, что m – масса шарика, F_k – сила Кулона, действующая на шарик со стороны электрического поля, F_A – сила Архимеда, запишем условие равновесия шарика вдоль вертикальной оси:

$$mg = F_k, \quad mg = \frac{F_k}{\varepsilon} + F_A. \quad (1)$$

Силу Архимеда определяем из (1):

$$F_A = mg \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}. \quad (2)$$

Используем следующие выражения:

$$m = \rho_{ш} V, \quad F_A = \rho_{жс} g V, \quad (3)$$

где V – объем шарика.

Подставляя выражения (3) в (2), находим искомое отношение:

$$\rho_{жс} g \frac{m}{\rho_{ш}} = mg \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \Rightarrow \frac{\rho_{ш}}{\rho_{жс}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}. \quad (4)$$

Подставляя в формулу (4) численное значение $\varepsilon = 3$, получим окончательный ответ

$$\frac{\rho_{ш}}{\rho_{жс}} = \frac{3}{3-1} = 1,5. \quad (5)$$

Задача_3.

Мотор потребляет мощность, которая определяется в следующем виде

$$N = UI. \quad (1)$$

Напряжение

$$U = E_i + IR, \quad (2)$$

где E_i – ЭДС индукции, которая возникает в якоре.

Подставляя (2) в (1), получим

$$N = IE_i + I^2 R, \quad (3)$$

где $I^2 R$ – джоулево тепло, выделяемое в обмотках, а IE_i – мощность против ЭДС индукции. Она равна механической мощности N_1 развиваемой мотором.

Учитывая, что

$$I = \frac{U - E_i}{R}. \quad (4)$$

Эта мощность равна

$$N_1 = \frac{UE_i - E_i^2}{R}. \quad (5)$$

Данное выражение имеет максимум при $E_i = \frac{U}{2}$.

Следовательно, максимальное значение мощности

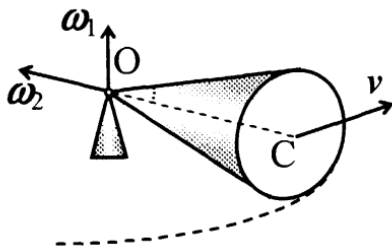
$$N_1 = \frac{U^2}{4R} = 302,5 \text{ Вт}. \quad (6)$$

Мотор сможет развить мощность в 300 Вт.

10 класс

Задача 1.

Конус одновременно чувствует в двух движениях: вращении вокруг вертикальной неподвижной оси с угловой скоростью $\vec{\omega}_1$ и вращении вокруг оси ОС с угловой скоростью $\vec{\omega}_2$. Направление соответствующих векторов показано на рисунке. При этом точка С движется по окружности радиуса $R/\operatorname{tg}\alpha$ с постоянной скоростью u , поэтому $\omega_1 = vtg\alpha/R$.



Так как конус катится по горизонтальной плоскости без скольжения, то скорость вращения вокруг оси ОС тех точек основания конуса, которые соприкасаются с плоскостью, равна v . Радиус окружности, по которой вращаются эти точки, равен R , поэтому угловая скорость вращения конуса вокруг оси ОС равна $\omega_2 = v/R$.

Принимая во внимание, что векторы $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\omega}_2$ взаимно перпендикулярны, получаем для модуля вектора полной угловой скорости конуса $\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$ выражение

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = \frac{v}{R \cos \alpha} = 2,3 \text{ рад/с}. \quad (1)$$

Вектор углового ускорения конуса по определению равен

$$\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d\vec{\omega}_1}{dt} + \frac{d\vec{\omega}_2}{dt}, \quad (2)$$