

8 класс

Задача №1. Материальная точка начинает двигаться по прямой с постоянным ускорением a . Спустя время t_1 после начала ее движения ускорение меняет знак на противоположный, оставаясь неизменным по модулю. Определите, через какое время t после начала движения точка окажется в исходном положении.

Решение

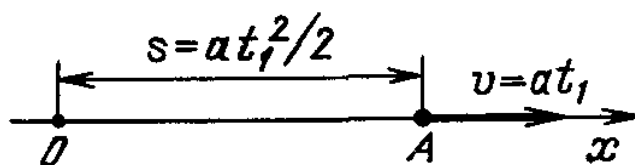
Спустя время t_1 материальная точка, двигаясь с ускорением a , пройдет путь

$$S = \frac{at_1^2}{2},$$

и будет иметь скорость

$$V = at_1.$$

Выберем координатную ось x , как показано на рисунке.



Здесь O – точка, из которой началось движение, A – та точка, где тело оказалось спустя время t_1 . Учитывая смену знака ускорения и применяя формулу для пути при равнопеременном движении, найдем время t_2 , за которое тело переместится из точки A снова в точку O :

$$0 = \frac{at_1^2}{2} + at_1t_2 - \frac{at_2^2}{2}.$$

Отсюда

$$t_2 = t_1(1 + \sqrt{2}).$$

Время t , прошедшее от начала движения до возврата в исходное положение, найдем по формуле

$$t = t_1 + t_2 = t_1(2 + \sqrt{2}).$$

Ответ: $t_1(2 + \sqrt{2})$.

Задача №2. На длинную горизонтальную ленту транспортера, движущуюся с постоянной скоростью, положили брусок и сообщили ему скорость относительно земли $V_0 = 5 \text{ м/с}$, направленную против движения ленты. Спустя время $t = 4 \text{ с}$ скорость бруска сравнялась со скоростью ленты. Коэффициент трения между бруском и лентой равен $\mu = 0,2$. Определите скорость V ленты транспортера.

Решение

Для описания движения бруска выберем систему отсчета, связанную с лентой транспортера. Тогда, в начальный момент времени брусок имел скорость

$$V_0 = V_0 + V,$$

а его движение происходило с постоянным ускорением

$$a = -\mu g.$$

Для момента времени t , когда скорость бруска станет равной нулю, получим уравнение

$$0 = V_0 + V - \mu g t.$$

Отсюда найдем скорость ленты транспортера:

$$V = \mu g t - V_0 = 3 \text{ м/с}.$$

Ответ: 3 м/с.

Задача №3. Мяч, движущийся со скоростью, равной $V = 10 \text{ м/с}$, ударяется о ногу футболиста. Определите скорость U , с которой должна двигаться нога футболиста для того, чтобы ударившийся о ногу мяч остановился. Считать массу мяча много меньшей массы ноги футболиста, а удар абсолютно упругим.

Решение

Если нога футболиста при ударе движется со скоростью u , то в системе отсчета, связанной с ногой футболиста, скорость мяча равна $V + U$ (ось движения расположена по направлению движения мяча).

После абсолютно упругого удара скорость мяча в этой же системе будет равна $V + U$, а его скорость относительно земли равна $(V + U) - U$.

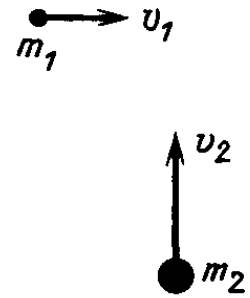
Если после удара мяч остановился, то $V + 2U = 0$.

Отсюда $U = -V/2 = -5 \text{ м/с}$.

Знак минус указывает, что нога футболиста должна двигаться в ту же сторону, что и мяч до удара.

Ответ: -5 м/с.

Задача №4. Два тела массами $m_1 = 1 \text{ кг}$, $m_2 = 2 \text{ кг}$ движутся навстречу друг другу во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями $V_1 = 3 \text{ м/с}$ и $V_2 = 2 \text{ м/с}$. В результате соударения тела слипаются. Определите, какое количество теплоты Q выделится в результате соударения.



Решение

Для решения задачи воспользуемся законом сохранения импульса системы. Выберем систему координат так, как указано на рисунке: ось x совпадает с направлением скорости v_1 тела массой m_1 , ось y направлена вдоль скорости v_2 тела массой m_2 . После слипания тела полетят со скоростью u , причем

$$m_1 V_1 = (m_1 + m_2) U_x ; \quad m_2 V_2 = (m_1 + m_2) U_y .$$

До соударения кинетическая энергия системы была равна

$$W_1 = \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} .$$

Кинетическая энергия системы после соударения (слипания) тел станет равной

$$W_2 = \frac{m_1 + m_2}{2} (U_x^2 + U_y^2) = \frac{m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2}{2(m_1 + m_2)} .$$

Таким образом, в результате соударения выделится количество теплоты, равное

$$Q = W_1 - W_2 = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (V_1^2 + V_2^2) \approx 4,3 (\text{Дж}) .$$

Ответ: 4,3 Дж.