



ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62

Примеры заданий для подготовки к вступительным испытаниям по физике

11 класс

Задача 1

С балкона, находящегося на высоте $H=20$ м, бросают вниз под углом к горизонту мяч со скоростью $V_0=20$ м/с. Мяч при этом упруго ударяется о стену соседнего дома и падает на землю под балконом. Определить расстояние s до соседнего дома, если время полета мяча равно $t=1,4$ с. Ответ приведите в метрах, округлив до целого.

Ответы:

$$s = 13 \text{ (м)}$$

Решение:

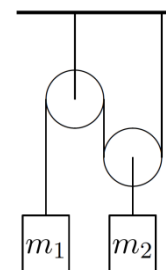
При упругом отражении полезно иметь в виду, что траектория после отскока является симметричным отражением мнимого участка траектории, который был бы действительным при отсутствии стены. Пусть s – расстояние до соседнего дома, тогда

$$2s = v_0 t \cos \alpha = v_0 t \sqrt{1 - \left(\frac{H - \frac{gt^2}{2}}{v_0 t}\right)^2} = \sqrt{(v_0 t)^2 - \left(H - \frac{gt^2}{2}\right)^2} \cong 26 \text{ (м)}.$$

Ответ: $s = 13$ (м).

Задача 2

Найти ускорение второго груза (массой m_2) идеальной системы, показанной на рисунке. Блоки и нити безмассовые, трения нет, нити нерастяжимые. $m_1 = 0,5$ кг, $m_2 = 2$ кг, ускорение свободного падения принять равным $g=10$ м/с². Ответ привести в м/с², округлив до десятых.



Ответы:

$$a_2 = \frac{m_2 - 2m_1}{4m_1 + m_2} g = 2,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$$

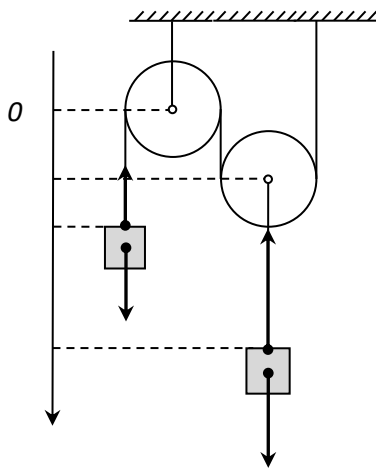
Решение:

Решение: Пусть T – натяжение нити, прикрепленной к первому телу. Изобразим силы, действующие на систему тел «правый блок + примыкающая к нему часть нити» (см. рис.). Запишем для этой системы *II закон Ньютона*:



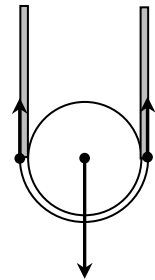
ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62



$$2T - T_2 = (m_6 + m_H)a,$$

где T_2 - натяжение нити, прикреплённой ко второму телу, $(m_6 + m_H)$ - масса системы «правый блок + примыкающая к нему часть нити», a - ускорение этой системы. Так как система идеальна, значит, $m_6 + m_H = 0 \Rightarrow T_2 = 2T$. Таким образом, сила реакции нити, действующая на первое тело равна T , а сила реакции нити, действующая на второе тело равна $2T$.



Запишем *II закон Ньютона* для первого и второго тел в проекции на ось x :

$$m_1g - T = m_1a_{1x},$$

$$m_2g - 2T = m_2a_{2x}.$$

Запишем длины нитей:

$$l_1 = x_1 + 2x_6 + \delta,$$

$$l_2 = x_2 - x_6,$$

где δ - длина участка нити, контактирующего с блоками. Дифференцируя эти соотношения дважды по времени и учитывая, что l_1 , l_2 и δ константы, получим уравнение кинематической связи:

$$\ddot{x}_1 + 2\ddot{x}_2 = a_{1x} + 2a_{2x} = 0.$$

Решая полученную систему, найдём искомое ускорение:

$$a_{2x} = \frac{m_2 - 2m_1}{4m_1 + m_2} g.$$

Задача 3

После разрыва неподвижного снаряда образовались четыре осколка. Осколок массы $m_1 = 4$ кг полетел вертикально вниз со скоростью $v_1 = 150$ м/с, осколок массы $m_2 = 3$ кг - горизонтально на юг со скоростью $v_2 = 100$ м/с, осколок массы $m_3 = 1$ кг - горизонтально на восток. Осколок массы $m_4 = 3,5$ кг полетел со скоростью $v_4 = 200$ м/с. Найти скорость осколка с массой m_3 .

Ответы:

$$v_3 = \frac{\sqrt{(m_4v_4)^2 - (m_1v_1)^2 - (m_2v_2)^2}}{m_3} = 200 \text{ м/с.}$$

Решение:

За малое время разрыва действием внешних сил - сил тяжести - можно пренебречь, поскольку за это время они не вызывают существенного изменения импульса осколков из-



ШКОЛА ЦЕНТРА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА

129272, Москва, Олимпийский проспект, д.11 стр.1. ИНН 9702004203, ОГРН 1197700011640,
КПП 770201001 эл. почта: info@school-cpm.ru тел: +7(495)118-36-62

за их малости по сравнению с внутренними силами, действующими между осколками. Поэтому можно считать, что импульс системы (четыре осколка) сохраняется:

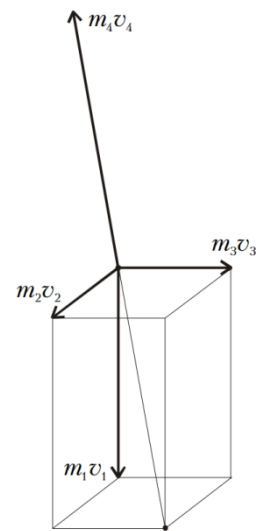
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 + m_4 v_4 = 0.$$

Из геометрии следует (см. рис.):

$$(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2 + (m_3 v_3)^2 = (m_4 v_4)^2.$$

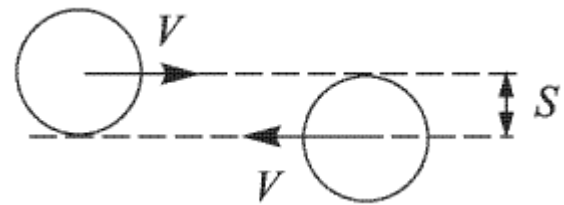
Окончательно получаем:

$$v_3 = \frac{\sqrt{(m_4 v_4)^2 - (m_1 v_1)^2 - (m_2 v_2)^2}}{m_3} = 200 \text{ м/с.}$$



Задача 4

Два одинаковых шара радиусами $R=10$ см летят навстречу друг другу с одинаковыми скоростями как показано на рисунке. Расстояние между линиями движения центров шаров $S = R$. На какой угол β повернется вектор скорости каждого из шаров после удара? Удар считать упругим, шары — идеально гладкими. Ответ привести в градусах, округлив до целого.



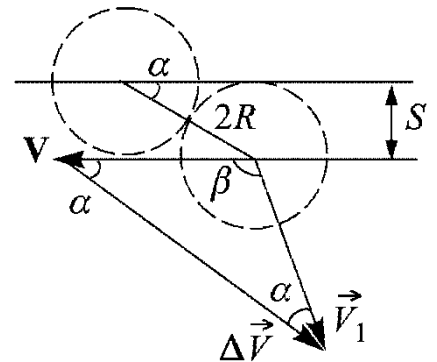
Решение:

Обозначим через V_1 и V_2 скорости шаров после удара. Используя законы сохранения импульса и энергии:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \quad (1)$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = mV^2 \quad (2)$$

находим, что $V_1 = V_2 = V$, т.е. модули скоростей шаров после удара останутся прежними. Из гладкости шаров и кратковременности удара (смещение шаров пренебрежимо мало) вытекает, что приращение импульса каждого из шаров направлено параллельно линии, соединяющей центры шаров в момент. Из рисунка видно, что:



$$2\alpha + \beta = \pi \quad (3)$$

$$\sin\alpha = \frac{S}{2R} \quad (4)$$

Откуда получаем ответ:

$$\beta = \pi - 2\arcsin\left(\frac{S}{2R}\right) = \frac{2\pi}{3} \quad (5)$$

Или в градусной мере: $\beta = 120^\circ$.