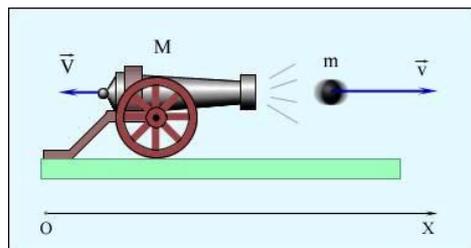


Задача 4 ЕГЭ -2015

Если нужен только ответ – правильный ответ **0,3 кгхм/с**

А вот размышления.



Задача на знание закона сохранения импульса.

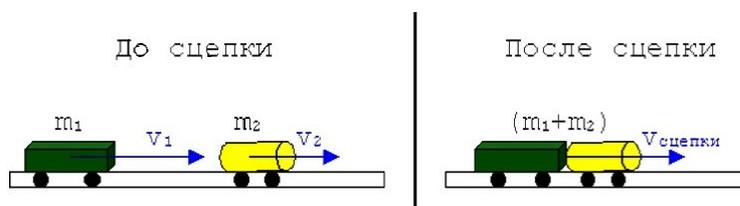
Поэтому позволю себе привести краткую теорию, может, кому и пригодится. Почему при выстреле пушка откатывается в другую сторону (явление отдачи)?

Стрельнули. Из пушки, масса которой 500 кг вылетел снаряд массой 5 кг. Снаряд как бы оттолкнулся от пушки (точнее, от пороховых газов, но они всё равно оттолкнулись от пушки!) Да, ведь и пушка оттолкнулась от снаряда и откатилась в противоположную сторону! Снаряд полетел со скоростью, допустим 100 м/с. А пушка откатилась со скоростью ... угадайте какой? Правильно! Масса снаряда в 100 раз меньше массы пушки, значит, скорость пушки в 100 раз меньше скорости снаряда то есть 1 м/с. Можно вот так записать:

$$M\vec{V} = -m\vec{v} \quad (1)$$

Знак "минус" означает, что векторы скорости снаряда и пушки направлены в противоположные стороны.

Ещё пример. Катятся два вагона. Так действительно бывает при роспуске



вагонов с сортировочной горки. У одного масса m_1 и скорость v_1 . У другого - масса m_2 и скорость v_2 . Вагоны сцепились, автосцепки

«защёлкнулись», и дальше эта пара вагонов катится вместе, железнодорожники называют это «сцеп».

Масса сцепа, естественно, $m_1 + m_2$. А скорость сцепа будет такова, что выполняется равенство

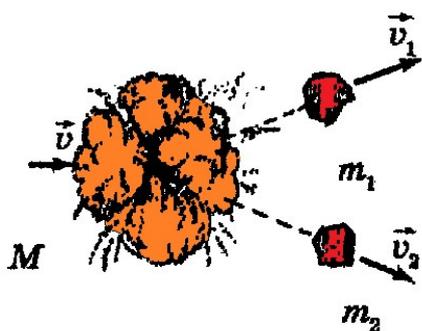
$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}_{сц} \quad (2)$$

Третий пример. Метеорит массой M , летевший со скоростью v , раскололся на два куска. У этих кусков скорости и массы v_1 ; v_2 ; m_1 ; m_2 .

Справедливо такое равенство

$$M\vec{v} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 \quad (3)$$

Обрати внимание - в формуле над скоростью поставлены стрелочки. То есть это не просто сумма, а векторная сумма, которую следует находить по правилу параллелограмма. Собственно говоря, в формулах (1) и (2) тоже векторы, но там это не так существенно, потому что до взаимодействия и после взаимодействия движение тел происходило по одной прямой. В случае с метеоритом направление скорости кусков метеорита изменилось, но изменилось так, что векторная сумма кусков (по направлению) равна вектору скорости целого метеорита.



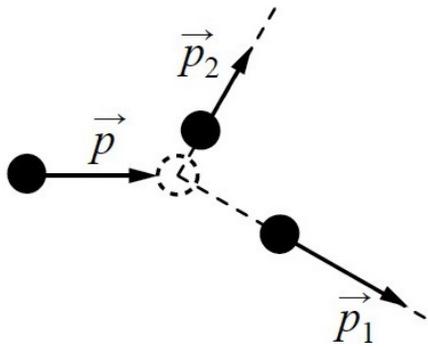
Внимательное рассмотрение этих примеров наводит на следующий вывод. Вот это **произведение массы тела на скорость** – это некая, довольно важная, характеристика движущегося тела. Причём, если было одно движущееся тело, а потом раскололось на куски (как с метеоритом и с ядром в пушке), либо наоборот – было несколько тел, а потом они объединились в одно (как с вагонами, объединившимися в сцеп) – то сумма произведений mv не изменяется.

Это произведение массы на скорость называют **импульсом**. Если тело неподвижно (то бишь скорость его равна нулю, то и импульс = 0)

Слово «импульс» в переводе с латыни означает «удар, толчок». Мы нередко употребляем это слово в повседневной речи с довольно разнообразными значениями. Но в физике это совершенно однозначный термин: Импульс – это векторная величина, характеризующая механическое движение тела и равная произведению массы тела на его скорость

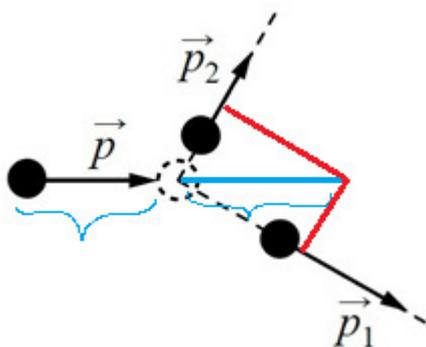
$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (4)$$

СУММА ИМПУЛЬСОВ НЕСКОЛЬКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕЛ НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ ПОСЛЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ. Это формулировка Закона сохранения импульса.



А теперь к нашей задаче. Один шар, который катился, имел импульс p . Другой, который лежал неподвижно, имел импульс 0 (потому что скорость его была нуль). Таким образом, сумма импульсов двух шаров до соударения была равна импульсу первого шара, то есть p . После соударения шары, видишь как, разлетелись. Первый (который катился) отскочил вниз по рисунку с импульсом

$p_1=0,4 \text{ кг} \times \text{м/с}$, а второй (который лежал неподвижно) отскочил вверх по рисунку с неким импульсом p_2 , который и требуется найти. По закону сохранения импульса сумма импульсов до взаимодействия равна сумме



импульсов после взаимодействия. А помня, что импульс - это вектор - надо искать векторную сумму. Вот на рисунке показано, что синенькая диагональ прямоугольника равна и по величине и по направлению первоначальному импульсу p . А из её конца опущены перпендикуляры на направления импульсов p_1 и p_2 . Поэтому задача сводится к нахождению катета треугольника, у которого известна

диагональ $p = 0,5 \text{ кг} \times \text{м/с}$, и другой катет $p_1=0,4 \text{ кг} \times \text{м/с}$. Используем горячо нами любимую теорему Пифагора

$$p_2 = \sqrt{p^2 - p_1^2} = \sqrt{0,5^2 - 0,4^2} = \sqrt{0,25 - 0,16} = \sqrt{0,09} = 0,3(\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с})$$

Ответ 0,3