Закон сохранения импульса. Реактивное движение.

Импульс тела (материальной точки) представляет собой векторную величину, равную произведению массы тела на скорость тела:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$
. Направление импульса всегда совпадает с направлением скорости, так как $m > 0$ то \vec{z} \vec{m}

Единица измерения импульса [p] = $\frac{{\bf kr} \cdot {\bf m}}{{\bf c}}$

Произведение силы на время её действия называется импульсом силы.

Направления $\Delta \vec{p}$ и \vec{F} совпадают.

Второй закон Ньютона в импульсной форме.

Изменение импульса тела (материальной точки) равно импульсу действующей на него силы:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

Импульс тела равен сумме импульсов отдельных его элементов:

$$\vec{p} = \vec{p_1} + \vec{p_2} + \cdots$$

Импульс обладает особым свойством - сохраняться.

- Силы, с которыми взаимодействуют тела системы друг с другом, называются внутренними, а силы, создаваемые телами, которые не принадлежат этой системе, являются внешними силами.
- Система, в которой внешние силы не действуют или сумма внешних сил равна нулю, называется замкнутой.

- Полный импульс тел сохраняется, в замкнутой системе тела могут только обмениваться импульсами.
- Столкновение тел представляет собой взаимодействие тел при их относительном перемещении. Абсолютно неупругий удар это столкновение двух тел, которые объединяются и движутся дальше как одно целое.
- Закон сохранения импульса при неупругом ударе:

$$m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = (m_1 + m_2)\vec{v}$$
.

- Абсолютно упругий удар столкновение тел, при котором тела не соединяются в одно целое и их внутренние энергии остаются неизменными.
- Закон сохранения импульса при упругом ударе:

$$m_1\overrightarrow{v_1} + m_2\overrightarrow{v_2} = m_1\overrightarrow{v_1'} + m_2\overrightarrow{v_2'}.$$

- Закон сохранения импульса.
- Если внешние силы на систему не действуют или их сумма равна нулю, то импульс системы остается неизменным:

Тело свободно падает без начальной скорости. Изменение модуля импульса этого тела за промежуток времени 2 с равно 10 кг·м/с. Чему равна масса тела?

Дано: $\Delta t = 2 \text{ c}$; $g \approx 10 \text{ м/c2}$; $\Delta p = 10 \text{ кг·м/c}$.

Найти: т.

Решение:

 $v_0 = 0$, т.к. тело свободно падает.Запишем второй закон Ньютона в импульсной форме: $\Delta p = F \Delta t$,

 $F = mg - \tau$.к. при свободном падении действует только сила тяжести,

тогда $\Delta p = mg\Delta t$, откуда: $m = \frac{\Delta p}{g\Delta t}$

Делаем расчёт:

Ответ: m = 0.5 кг.

$$m = \frac{10\kappa r \cdot m / c}{\frac{10m}{c^c} \cdot 2c} = 0,5 \kappa r$$

Тело массой 400 г изменяет свои координаты по закону:

$$x = 2 + 4t + 2t^2(M)$$

Тело будет иметь импульс 8 H·c после начала движения за промежуток времени равный _____?

Дано:

$$m = 40x = 2 + 4t + 2t^2$$
; H·c

Найти: t.

Решение:

Записываем формулу импульса:

p = mv,

скорость равна 1-й производной от х по времени:

$$v = x'(t) = 4 + 4t$$

Из 1-й формулы скорость равна: v = p/m

$$4 + 4t = 8 / 0,4,$$

$$4t = 20 - 4 = 16$$
,

$$t = 16 / 4$$
,

$$t = 4 c$$
.

Ответ: $t = 4 \, c$.

Реактивное движение

Движение тела, которое возникает при отделении с определённой скоростью какой-либо его части, называется реактивным.

- При реактивном движении возникает сила, которая называется реактивной.
- Согласно закону сохранения импульса: импульс вырывающихся газов равен импульсу ракеты.
- Закон сохранения импульса позволяет оценить скорость ракеты.
- Закон сохранения импульса для реактивного движения: $m_{\Gamma} v_{\Gamma} = m_{\rm p} v_{\rm p}$

$$v_{\rm p} = \frac{m_{\rm r}}{m_{\rm p}} v_{\rm r}$$

откуда скорость ракеты:

Скорость ракеты тем больше, чем больше скорость выбрасываемых газов и отношение массы топлива к массе ракеты. Эта формула справедлива для случая мгновенного сгорания топлива. На самом деле топливо сгорает постепенно, т.к. мгновенное сгорание приводит к взрыву.

Реактивные двигатели делятся на два класса: ракетные и воздушно-реактивные. Воздушно-реактивные в основном используют на самолётах.

Чему равна реактивная сила тяги двигателя, выбрасывающего каждую секунду 15 кг продуктов сгорания топлива со скоростью 3 км/с относительно ракеты?

Дано: m = 15 кг, v = 3 км/c = 3000 м/c, $\Delta t = 1$ с. Найти F.

Решение:

Записываем 2-й закон Ньютона в импульсной форме: $F \Delta t = m (v - v_0)$. Перед стартом скорость ракеты равна 0: $v\theta = 0$. Выразим силу: $F = mv/\Delta t$, сделаем расчёт: $F = (15 \text{ кг} \cdot 3000 \text{ м/c}) / 1 \text{ c} = 45000 \text{ кг} \cdot \text{ м/ c}^2 = 45000 \text{ H}$.

Ответ: F = 45000 H.

Из пороховой ракеты, летящей со скоростью 16 м/с, вылетают продукты сгорания массой 24 г со скоростью 600 м/с. Вычислите массу ракеты.

Дано: $v_1 = 16$ м / c, $m_2 = 24$ $\Gamma = 0.024$ кг, $v_2 = 600$ м/с. Найти m_1 .

Решение:

Запишем закон сохранения импульса для реактивного движения: $m_1 v_1 = m_2 v_2$, выразим массу ракеты: $m_1 = m_2 v_2 / v_1$.

Делаем расчёт: $m_1 = (0.024 \text{ кг} \cdot 600 \text{ м/c}) / 16 \text{ м/c} = 0.9 \text{ кг. Ответ: } m_1 = 0.9 \text{ кг.}$