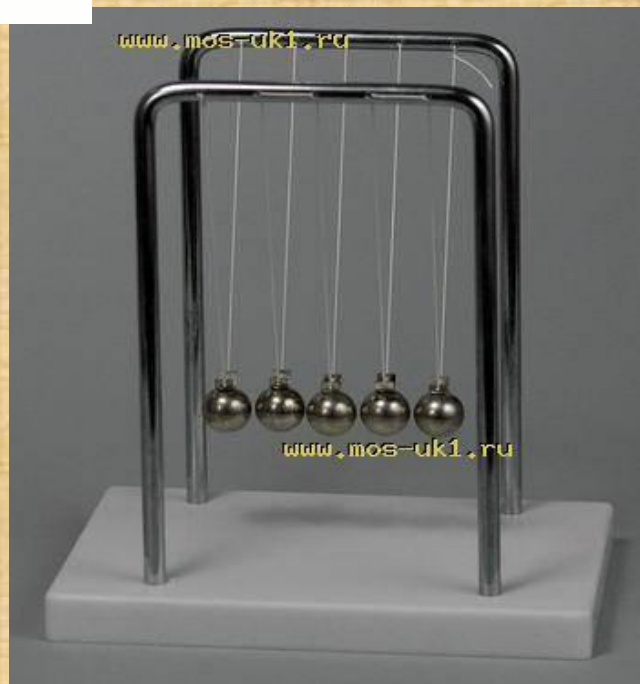


Импульс тела. Закон сохранения





Почему?

Если мяч, летящий с большой скоростью, футболист может остановить ногой или головой, то вагон, движущийся по рельсам даже очень медленно, человек не остановит.

Стакан с водой находится на длинной полоске прочной бумаги. Если тянуть полоску медленно, то стакан движется вместе с бумагой. А если резко дернуть полоску бумаги - стакан остается неподвижный.

Теннисный мяч, попадая в человека, вреда не причиняет, однако пуля, которая меньше по массе, но движется с большой скоростью (600—800 м/с), оказывается смертельно опасной.

СИЛА И СКОРОСТЬ

- Задача механики – описание движения тел, решается с помощью II з. Ньютона. Существуют случаи, когда силу невозможно измерить, например, столкновения тел.
- Тогда удобнее рассчитывать изменение скорости тел, т.к. сила вызывает изменение скорости. Движение тел до удара и после удара будем считать равномерными.

СИЛА И ИМПУЛЬС

- Запишем второй закон Ньютона

- $F = ma$ $a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow F = \frac{mv - mv_0}{t}$

$$Ft = mv - mv_0$$

$p = mv$ — импульс тела после взаимодействия

$p_0 = mv_0$ — импульс тела до взаимодействия

$$Ft = p - p_0$$

Импульс тела - это важнейшая величина



Изменение импульса тела происходит при взаимодействии тел. Например, при ударах.

ИМПУЛЬС ТЕЛА

— произведение массы тела на его скорость.

Импульс — векторная величина, направление импульса совпадает с направлением скорости.

Единица измерения импульса $\text{кг} \cdot \text{м/с}$

Если тело покоится, то импульс равен нулю

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$\vec{p}$ – импульс тела, кг·м/с

m – масса тела, кг

$\vec{v}$ – скорость тела, м/с





Импульс – это векторная величина.

Направление вектора импульса тела всегда совпадает с направлением вектора скорости движения.

**Слово «импульс»
(impulsus) в переводе с
латинского означает
«ТОЛЧОК»**

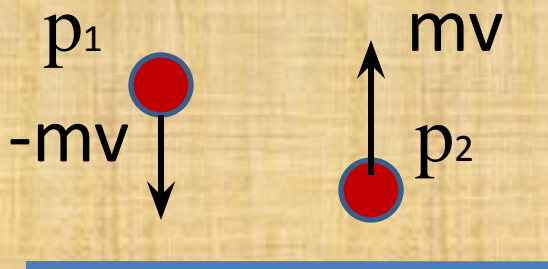
**Эта величина была введена в
науку в конце XVII века**

ЗАДАЧА

- Шарик массой 100г, летящий со скоростью 20м/с, упруго ударяется о стенку и отскакивает от нее с такой же скоростью.

Найти изменение импульса шарика

Решение



$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv - (-mv) = 2mv$$

$$\Delta p = 2 \cdot 0,1 \cdot 20 = \underline{4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}$$

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

*Сумма импульсов тел до взаимодействия
равна сумме импульсов тел после
взаимодействия*

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

В задачах рассматривается система из двух тел, внешние силы отсутствуют
(*замкнутая система*)

Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействия этих тел.

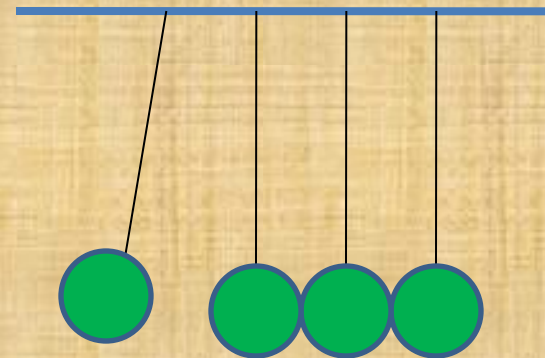
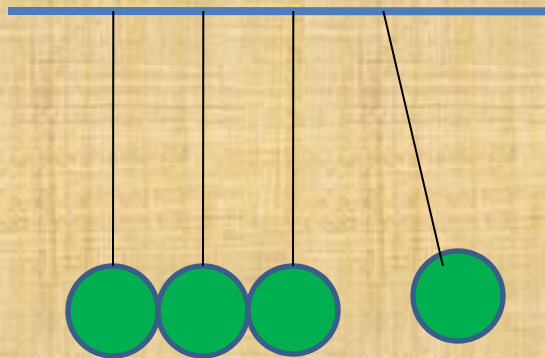
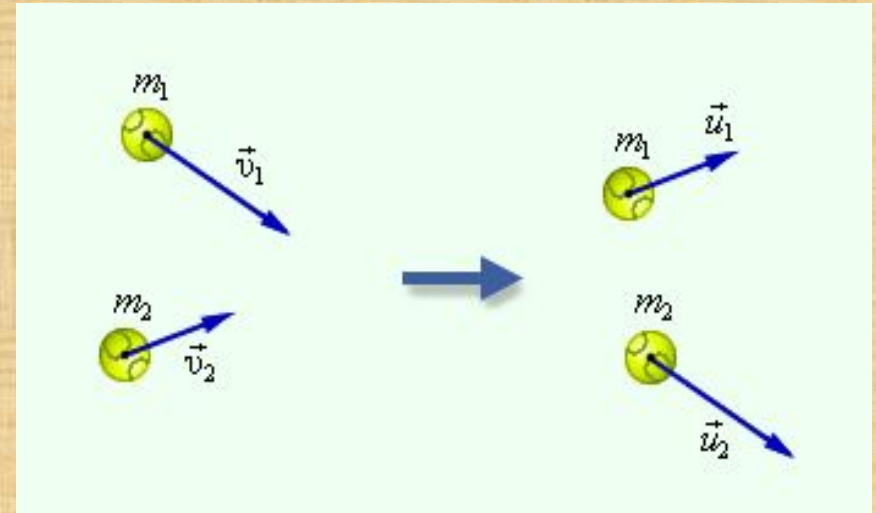
$$\vec{m_1 v_1} + \vec{m_2 v_2} = \vec{m_1 v_1'} + \vec{m_2 v_2'}.$$

ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА

**ЭТО СИСТЕМА ТЕЛ,
КОТОРЫЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ
ТОЛЬКО ДРУГ С ДРУГОМ**

УПРУГИЙ УДАР

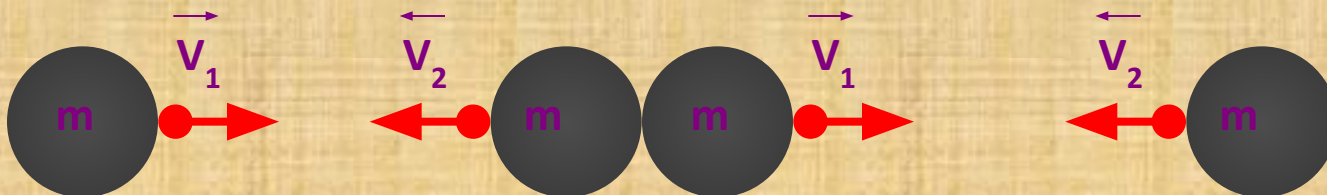
При упругом
столкновении двух тел
оба тела приобретают
новые скорости



Примерами механических процессов, в которых выполняется закон сохранения импульса, являются **упругий и неупругий удары**.

механическая энергия
соударяющихся тел
сохраняется

механическая энергия частично или
полностью переходит во внутреннюю
энергию тел (происходит их
нагревание).



ЩЕЛКНИ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ

механическая энергия
системы тел *при*
абсолютно упругом ударе

Упругий удар

НЕУПРУГИЙ УДАР

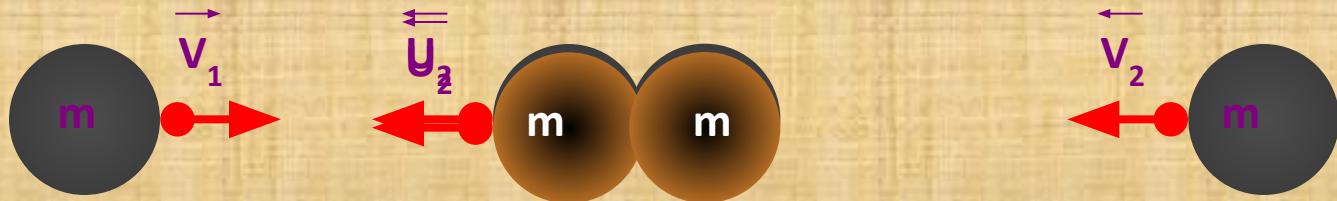
- При неупругом ударе тела соединяются и после удара движутся вместе.
- Уравнение закона сохранения импульса имеет вид

$$m_1v_1 \pm m_2v_2 = (m_1 + m_2)u$$

- (если тела движутся навстречу друг другу, то ставится «-», если одно тело догоняет другое, то ставится «+»)

Закон сохранения импульса

Импульс может сохраняться и в незамкнутой системе. Это происходит в том случае, если равнодействующая всех внешних сил равна нулю, либо время действия этих сил пренебрежимо мало.



Неупругий удар

ЩЕЛКНИ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ

Следует подчеркнуть, что в обоих случаях выполняется закон сохранения импульса.

РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ

— движение тела при отделении от него некоторой массы

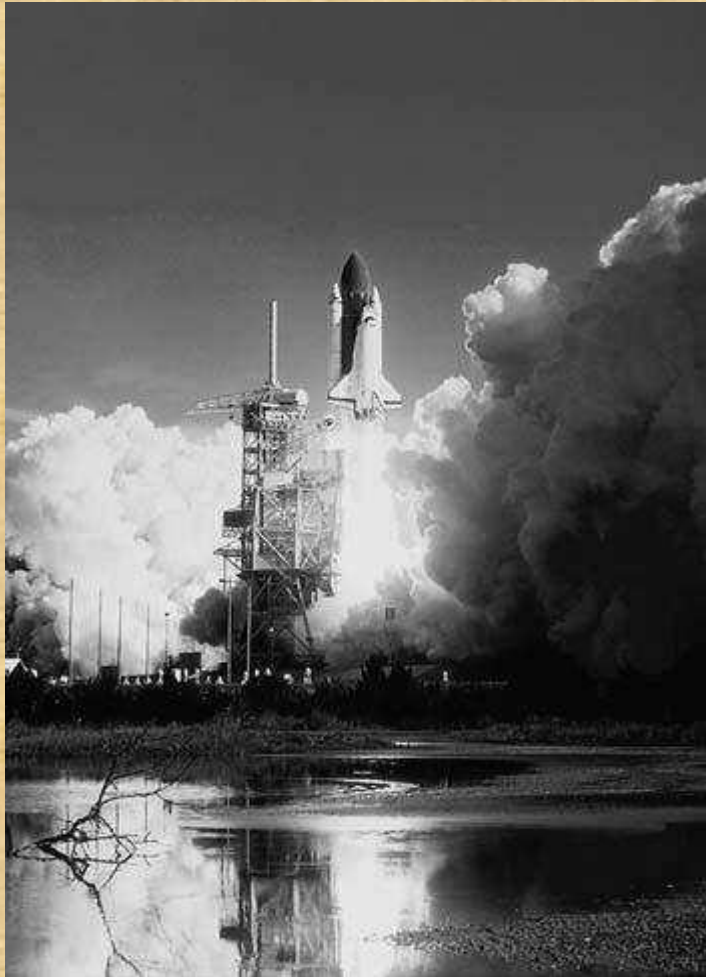
$$0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 \quad \text{или} \quad m_1 v_1 = m_2 v_2$$

Например: а) выстрел из ружья

б) полет ракеты

? Зачем нужно прижимать приклад ружья к плечу в момент выстрела?

Примеры применения закона сохранения импульса



Закон строго выполняется в явлениях отдачи при выстреле, явлении реактивного движения, взрывных явлениях и явлениях столкновения тел.

- **Закон сохранения импульса применяют: при расчетах скоростей тел при взрывах и соударениях; при расчетах реактивных аппаратов; в военной промышленности при проектировании оружия; в технике - при забивании свай, ковке металлов и т.д.**



Применение закона сохранения импульса

В природе

В технике



Осьминоги вбирают в себя воду и затем резко выбрасывают её, получая при этом импульс, направленный в противоположную сторону. Управляя струёй, осьминог может двигаться в нужном направлении.



Движение ракет

ЗАДАЧА

- Летящая пуля *массой 10г* ударяется в брусок *массой 390г* и застревает в нем. Найти скорость бруска, если *скорость пули 200м/с*.

ЗАДАЧА

• Дано:

$$m_1 = 10\text{Г}$$

$$m_2 = 390\text{Г}$$

$$v_1 = 200\text{м/с}$$

$$v_2 = 0$$

u - ?

СИ

$$0,01\text{кг}$$

$$0,39\text{кг}$$

Решение

ЗСИ для неупругого удара

$$m_1 v_1 \pm m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) u$$

$$u = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

$$u = \frac{0,01 \cdot 200}{0,39 + 0,01} = \frac{2}{0,4} = \underline{\underline{5\text{м/с}}}$$

3) Из ружья массой 5 кг вылетает пуля массой 5г со скоростью 600 м/с. Найти скорость отдачи ружья.

Дано:

$$m_2 = 5 \text{ кг}$$

$$m_1 = 5 \text{ г}$$

$$V_1 = 600 \text{ м/с}$$

$$V_2 = ?$$

СИ

$$0,005 \text{ кг}$$

Решение :

Отдача при выстреле из ружья.



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$0 = m_1 V_1 - m_2 V_2$$

$$m_1 V_1 = m_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{m_1 V_1}{m_2} = \frac{0,005 \text{ кг} \cdot 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5 \text{ кг}} = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Работа по группам

1 группа: Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с. Каков импульс тела? А) 3 кг*м/с Б) 6 кг*м/с В) 9 кг*м/с

Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов равны соответственно $5 \cdot 10^{-2}$ кг*м/с и $3 \cdot 10^{-2}$ кг*м/с. Столкнувшись, шарики слипаются. Импульс слипшихся шариков равен а) $8 \cdot 10^{-2}$ кг*м/с б) $2 \cdot 10^{-2}$ кг*м/с в) $4 \cdot 10^{-2}$ кг*м/с

2 группа: Тело массой 25 кг в течение 15 сек набирает скорость 54 км/ч. Найдите импульс тела и силу, действующую на тело. А) $p=375$ кг*м/с , $F=25$ Н Б) $p=25$ кг*м/с, $F=375$ Н В) $p=1350$ кг*м/с, $F=90$ Н

Найдите импульс автомобиля массой 3,2т, движущегося со скоростью 90км/ч. А) 80000 кг*м/с Б) 288 кг*м/с В) 0,036 кг*м/с

3 группа: Вагон массой 1000т, двигаясь прямолинейно, уменьшил скорость от 54км/ч до 36км/ч. Чему равно изменение импульса поезда? А) $18 \cdot 10^6$ кг*м/с Б) $5 \cdot 10^6$ кг*м/с В) $25 \cdot 10^6$ кг*м/с

Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с. Каков импульс тела? А) 3 кг*м/с Б) 6 кг*м/с В) 9 кг*м/с

- Ответы

1 группа: Б) $6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

Б) $2 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

2 группа: А) $p=375 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, $F=25 \text{ Н}$

А) $80000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

3 группа: Б) $5 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

Б) $6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

Закрепление

1. Импульсом тела называют величину равную

- А) произведению массы тела на силу;
- Б) отношению массы тела к его скорости
- В) произведению массы тела на его скорость.
- Г) произведение массы на ускорение

2. Импульс тела всегда направлен

- А) перпендикулярно скорости
- Б) сонаправлен скорости
- В) противоположен скорости
- Г) совпадает с ускорением

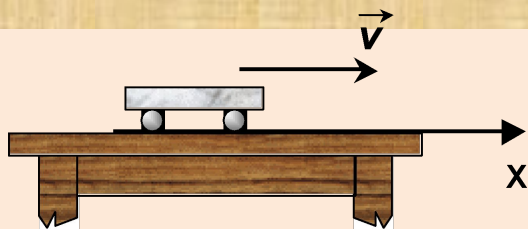
3. Если на тело не действует сила, то импульс тела

- А) не изменяется
- Б) увеличивается
- В) уменьшается
- Г) равен нулю

4. При выстреле из ружья пуля получает импульс p_1 , а ружьё за счет отдачи приобретает импульс p_2 . Сравните импульсы обоих тел

- А) $p_1 > p_2$
- Б) $p_1 < p_2$
- В) $p_1 = p_2$
- Г) $p_1 = p_2 = 0$

Вопрос №5



Тележка массой **0,1 кг** движется равномерно по столу со скоростью **5 м/с**, так как изображено на рисунке. Чему равен её импульс и как направлен вектор импульса?

- 1) 0,5 кг·м/с, вправо
- 2) 0,5 кг·м/с, влево
- 3) 5,0 кг·м/с, вправо
- 4) 50 кг·м/с, влево
- 5) 50 кг·м/с, вправо

Автомобиль массой **1 тонна**, движется прямолинейно со скоростью **20 м/с**. Импульс автомобиля равен...

- 1) $0,5 \cdot 10^3$ кг·м/с
- 2) $1 \cdot 10^4$ кг·м/с
- 3) $2 \cdot 10^4$ кг·м/с
- 4) 20 кг·м/с
- 5) 50 кг·м/с

УСТАНОВИТЬ СООТВЕТСТВИЕ

Тело брошено вертикально
вверх.

Как будут изменяться
импульс, скорость и
ускорение?

Физические величины	Их изменение
А) импульс	1) не изменится
Б) скорость	2) увеличится
В) ускорение	3) уменьшится

Тело брошено вертикально
вниз.

Как будут изменяться
импульс, скорость и
ускорение?

Физические величины	Их изменение
А) импульс	1) не изменится
Б) скорость	2) увеличится
В) ускорение	3) уменьшится

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- Спасибо за ударный труд!
- §20
- Упр 20д. Задачи 1, 3