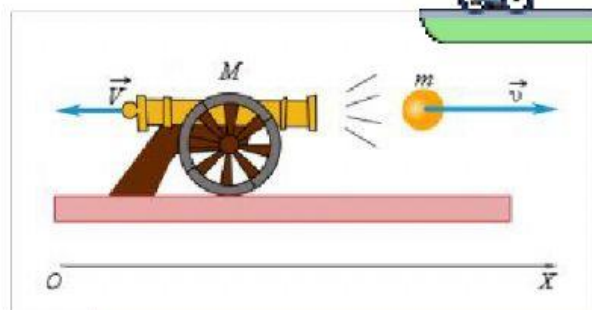
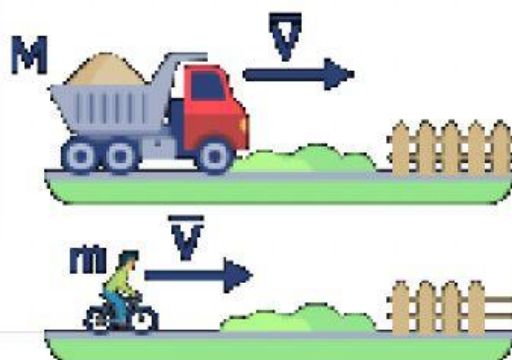
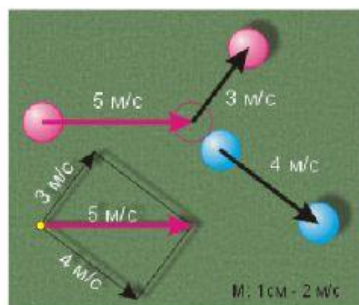
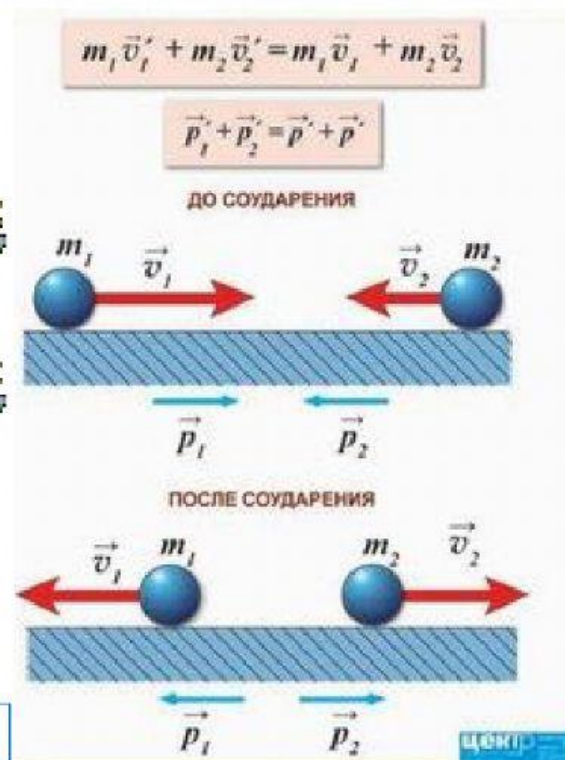


# Импульс тела. Закон сохранения импульса



ФИ

9



центр

## *Интерактивный рабочий лист к уроку по учебнику А. В. Перышкина 9 класс §20*

### **Сегодня мы:**

1. Узнаем, что такое импульс тела, импульс силы;
2. Как направлены векторы этих величин;
3. Сформулируем закон сохранения импульса и определим условия выполнения этого закона;
4. Познакомимся с понятием «замкнутая система»

### *1.Посмотрите видеоматериал*



**Импульс тела.** Что это такое? Зачем это нужно? Очень и очень даже справедливые вопросы. Действительно, зачем нужен этот *импульс тела*? У нас и так достаточно величин, которые описывают движение тела:

- начальная скорость
- равнодействующая всех сил, приложенных к телу
- ускорение тела, связанное с равнодействующей

Все верно. Но оказывается, что с помощью импульса тела иногда удобнее описывать движение тела. Сейчас мы рассмотрим пример, из которого вам станет ясно, что такое *импульс тела* и чем он хорош.

В обыденной жизни нам привычно характеризовать движение тела скоростью. Чем больше скорость  $u$ , допустим, *велосипедиста* - тем больше в нем сосредоточено "движения". Если бы *велосипедист* врезался в небольшой забор на садовом участке, забор бы пострадал. Чем больше была бы скорость *велосипедиста*, тем сильнее пострадал бы забор. Но не все определяется скоростью.

Представьте себе, что со скоростью  $V=10$  м/с едет *велосипедист*. А рядом, параллельно с ним, едет тяжеленный *грузовик*, кузов которого набит кирпичами. И грузовик тоже едет со скоростью  $V=10$  м/с.



Отличаются ли друг от друга два этих случая: *движение велосипедиста* и *движение грузовика*? Ведь они едут с одинаковой скоростью. Будут ли отличаться последствия, если *велосипедист* врежется в забор или грузовик врежется в забор? Да, конечно. В случае *грузовика* последствия будут более разрушительными для забора.

Что это значит? *Что только скоростью характеризовать движение тела не очень удобно. Очень логично в свете приведенного примера с грузовиком и велосипедистом выглядит величина импульс тела:*

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

## 1. Запишите определение импульса тела (используя учебник)...

Импульс тела - это

Ну оооооочень логичное определение. Чем больше скорость и чем больше масса тела, тем более "разрушительные" последствия могут быть от действий этого тела. Это объяснение "на пальцах". Примечательно то, что ранее, в советское время, импульс тела называли количеством движения. Очень сочное и яркое определение. То есть импульс (количество движения) показывает, как много движения "запасено" в теле. Получается, что одинаковое количество движения запасено в **легкой пуле**, летящей с огромной скоростью, и в **тяжеленном вагоне поезда**, плетущегося с мизерной скоростью.

### 1. Решите задачу.

Масса танка  $m_1=40$  тонн, масса самолета  $m_2=50$  тонн. Самолет движется со скоростью 216 км/ч. Отношение импульса самолета к импульсу танка равно 5. Чему равна скорость танка? Ответ выразите в км/ч.

Ответ:

км/ч

## 2. Ответьте на вопросы (используя видео, текст конспекта и учебника)...

|                                                      |  |
|------------------------------------------------------|--|
| Что означает слово «импульс» в переводе с латинского |  |
| Как направлен вектор импульса                        |  |

|                                |                                                                                                     |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Формула                        | $p = mv$ где $m$ —<br>где $v$ —                                                                     |
| Единица измерения в СИ         | $[p] = \left[ \frac{\boxed{\phantom{00}} \cdot \boxed{\phantom{00}}}{\boxed{\phantom{00}}} \right]$ |
| Физический смысл импульса тела |                                                                                                     |

Отлично. С этим закончили.

**Импульс силы.** Теперь нам надо поговорить об импульсе силы. Вспомним 2-й закон Ньютона:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Немного преобразуем его, используя определение ускорения:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \quad (2)$$

Получим:

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\vec{p} - \vec{p}_0}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Или:

$$\vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

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

Величина  $\vec{F}\Delta t$  носит название импульс силы. Редкая штука. Очень редко используется, но составители ЕГЭ и ОГЭ, бывает, подавливают недотошных школьников именно на задачах на импульс силы.

Из формулы видно, что действие силы изменяет импульс тела: изменение импульса тела равно импульсу силы, действующей на тело.

Формула  $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$  очень логичная. Представьте, что вы хотите ускорить тело — то есть увеличить его скорость, или (что в данном случае то же самое) увеличить импульс тела. Согласно формуле  $\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$  вы можете сделать это двумя способами:

- подействовать большой силой  $\vec{F}$  в течение короткого периода  $\Delta t$ ; *фактически это получается "удар"*;
- или же подействовать слабой силой  $\vec{F}$ , но уже в течение длительного времени  $\Delta t$ : *тело придется долго и нудно толкать, если сила у вас "слабенькая"*.

## 2. Решите задачу.

Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы величиной 2 Н за 3 с модуль импульса тела увеличился и стал равен 15 кг·м/с. Найдите первоначальный импульс тела.

Ответ:

кг·м/с

**Закон сохранения импульса.** Импульс вводился не случайно. Оказывается, импульс тела никуда не девается — он сохраняется. Мы предлагаем вам убедиться в этом. Рассмотрим простой случай — столкновение двух шаров.

То, что будет происходить между этими двумя шарами, можно изобразить на рисунке. При этом можно выделить три этапа:

- ситуация "до" (до столкновения)
- само столкновение
- ситуация "после" (после столкновения)



"До": шары летели навстречу друг к другу; "после": шары разлетелись после столкновения;  
столкновение: шары действовали друг на друга.

Нам интересен момент столкновения. Первый шар действует на второй с силой  $\vec{F}_1$ , а второй шар действует на первый с силой  $\vec{F}_2$ . По 3-му закону Ньютона эти силы равны друг другу по модулю и противоположны по направлению:

$$\left. \begin{array}{l} \vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \\ \vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1 \\ \vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2 \\ \vec{a}_1 = \frac{\vec{v}_1' - \vec{v}_1}{\Delta t} \\ \vec{a}_2 = \frac{\vec{v}_2' - \vec{v}_2}{\Delta t} \end{array} \right\} m_1 \frac{\vec{v}_1' - \vec{v}_1}{\Delta t} = m_2 \frac{\vec{v}_2' - \vec{v}_2}{\Delta t} \Rightarrow m_1(\vec{v}_1' - \vec{v}_1) = m_2(\vec{v}_2' - \vec{v}_2)$$
$$\boxed{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'}$$

Закон сохранения импульса

$$\boxed{\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'}$$

3. Запишите формулировку закона сохранения импульса (из учебника)...

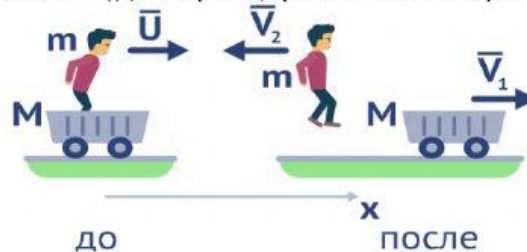
4. Какую систему тел можно считать замкнутой?

### 3. Решите задачу.

Мальчик массой 50 кг находится на тележке массой 50 кг, движущейся по гладкой горизонтальной дороге со скоростью 11 м/с. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик прыгнет с нее со скоростью 2 м/с относительно дороги в направлении, противоположном первоначальному направлению движения тележки? Ответ выразите в м/с

**Решение задач на ЗСИ производится по определенному алгоритму, в котором обязательно есть рисунок с положением тел *ДО* взаимодействия и *ПОСЛЕ* взаимодействия.**

**Шаг 1.** Давайте сделаем рисунок. У нас на рисунке будут изображены две ситуации: ситуация "до" и ситуация "после". На рисунке кроме самих предметов нужно также указать направление скоростей и ось, на которую мы будем проецировать эти скорости. Должно получиться что-то вроде этого:



**Шаг 2.** Отлично! Теперь можно записать закон сохранения импульса в векторной форме.

Выберите правильный вариант

- |                          |                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | $(m + M)\vec{U} = M\vec{V}_1 - m\vec{V}_2$ |
| <input type="checkbox"/> | $M\vec{U} = M\vec{V}_1 + m\vec{V}_2$       |
| <input type="checkbox"/> | $M\vec{U} = M\vec{V}_1 - m\vec{V}_2$       |
| <input type="checkbox"/> | $(m + M)\vec{U} = M\vec{V}_1 + m\vec{V}_2$ |

**Шаг 3.** Далее нужно записать полученное уравнение в проекциях на выбранную ось ОХ.

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

$$(m + M)U = MV_1 + mV_2$$

$$(m + M)U = MV_1 - mV_2$$

$$-(m + M)U = -MV_1 + mV_2$$

$$(m + M)U = -MV_1 + mV_2$$

**Шаг 4.** Осталось последнее: выразить скорость тележки  $V_1$  после прыжка мальчика.

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

$$V_1 = \frac{(m+M)U+mV_2}{m}$$

$$V_1 = \frac{(m+M)U-mV_2}{M}$$

$$V_1 = \frac{(m+M)U+mV_2}{M}$$

$$V_1 = \frac{-(m+M)U+mV_2}{M}$$

**Шаг 5.** Подставим значения масс и скоростей:

Ответ:

м/с

### Домашнее задание.

В тетради записать формулы импульса тела, импульса силы, закона сохранения импульса.

Выполнить упражнение после параграфа:

для белых учебников §20 упр. 20 (1,2)

для синих учебников §21 упр. 21 (1,2)