

# Решение задач на законы сохранения импульса и энергии



# Повторим теорию!

## Импульс тела

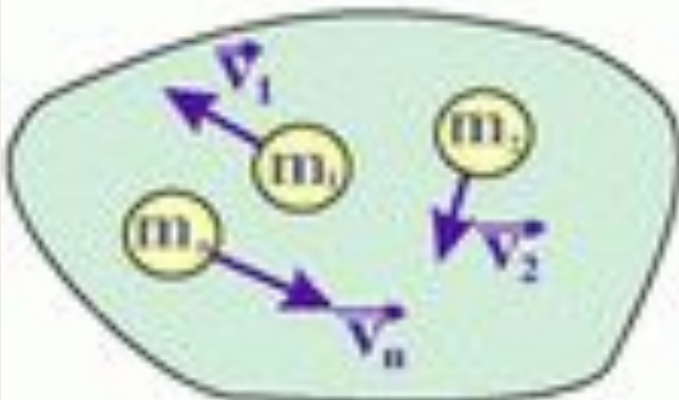
Импульс есть мера механического движения тел:

а) материальной точки



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

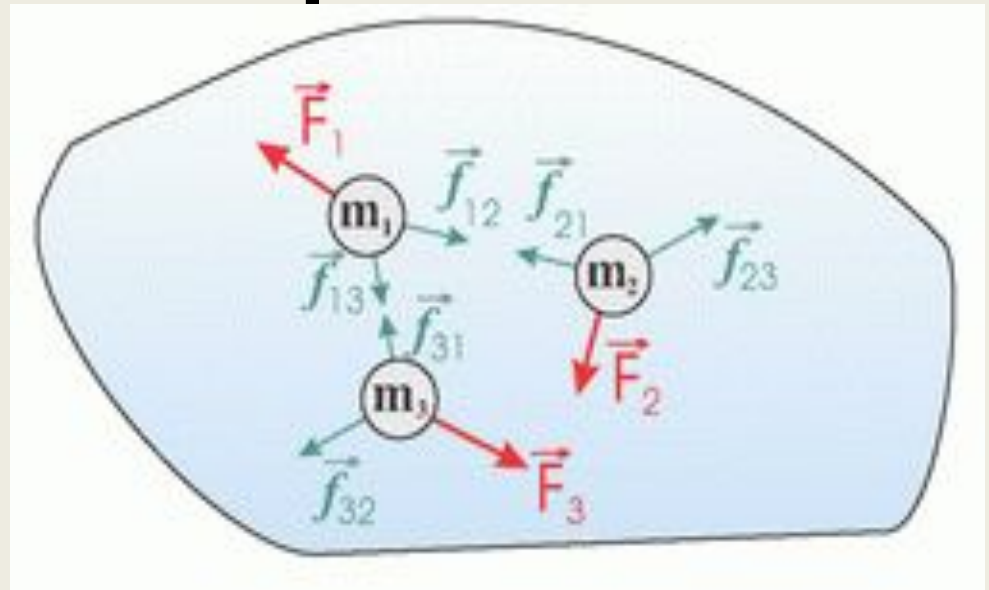
б) системы



$$\begin{aligned}\vec{p}_{\text{сист}} &= \sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \\ &= m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n\end{aligned}$$

# Повторим теорию!

При взаимодействии тел **импульс** одного тела может частично или полностью передаваться другому телу.



$\vec{f}_{12}, \vec{f}_{21}, \vec{f}_{23}, \vec{f}_{32}, \vec{f}_{13}, \vec{f}_{31}$  - силы, действующие между телами, входящими в систему, - *внутренние силы*

$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$  - силы, действующие со стороны тел, не входящих в систему, - *внешние силы*

Если  $\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = 0$ , то система называется **ЗАМКНУТОЙ**

# Повторим теорию!

## Закон сохранения импульса

для замкнутой системы

$$\vec{p}_{\text{сист}} = \text{const},$$

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

для упругого  
взаимодействия

$$m_1 \overset{\sqcap}{v}_1 + m_2 \overset{\sqcap}{v}_2 = (m_1 + m_2) \overset{\sqcap}{u}$$

для неупругого  
взаимодействия

# Рассмотрим примеры

**Нецентральное соударение** двух шаров разных масс, один из которых до соударения

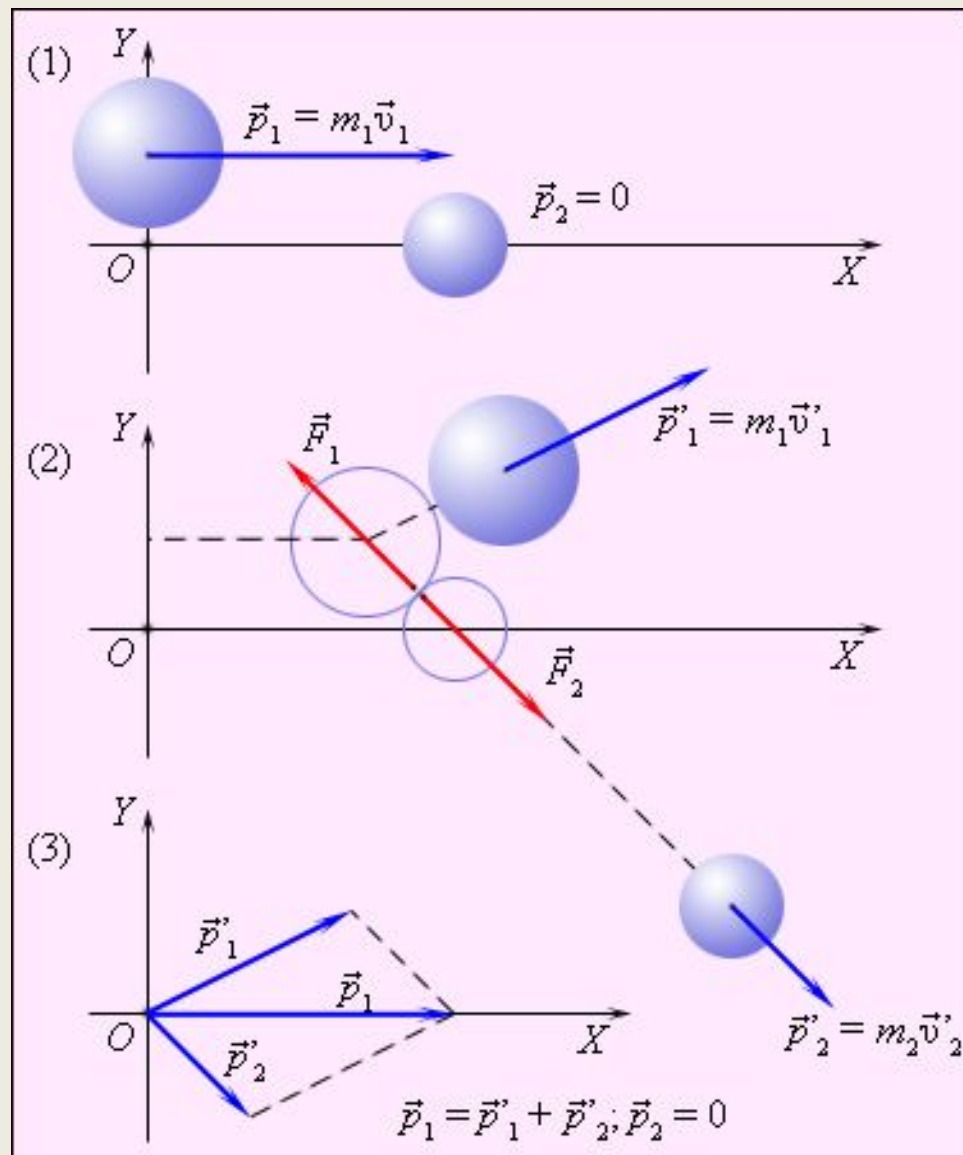
находился в состоянии покоя.

1 – импульсы до соударения;

2 – импульсы после соударения;

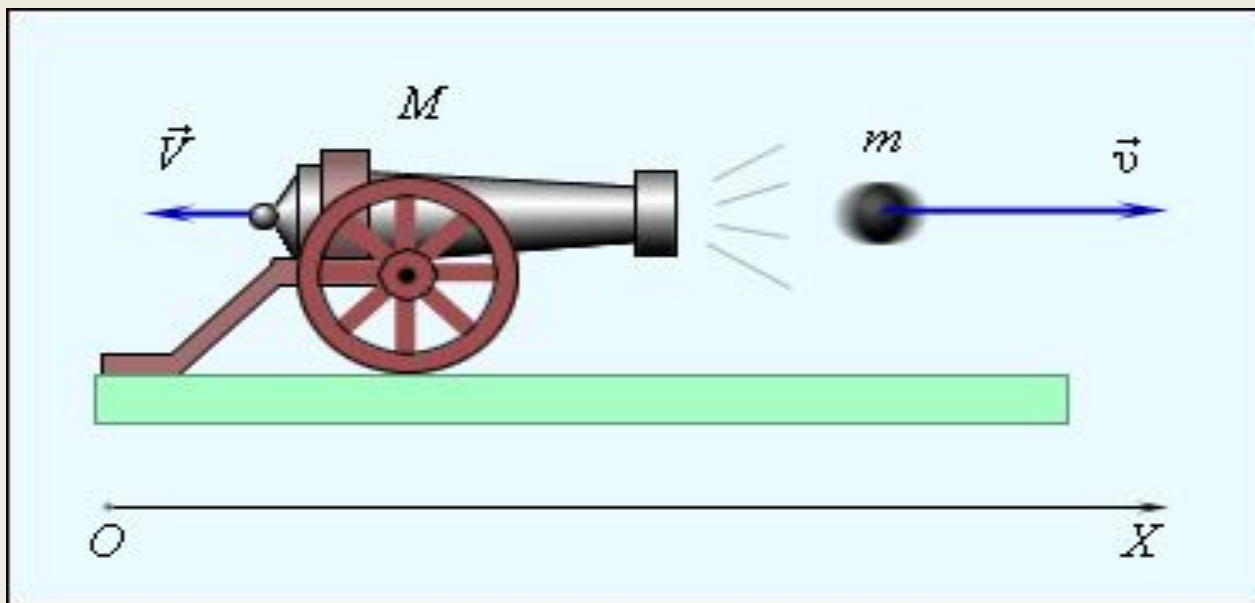
3 – диаграмма импульсов.

**Обратим внимание:** проекции импульсов обоих шаров после соударения на ось OY должны быть одинаковы по модулю и иметь разные знаки, чтобы их сумма равнялась нулю.



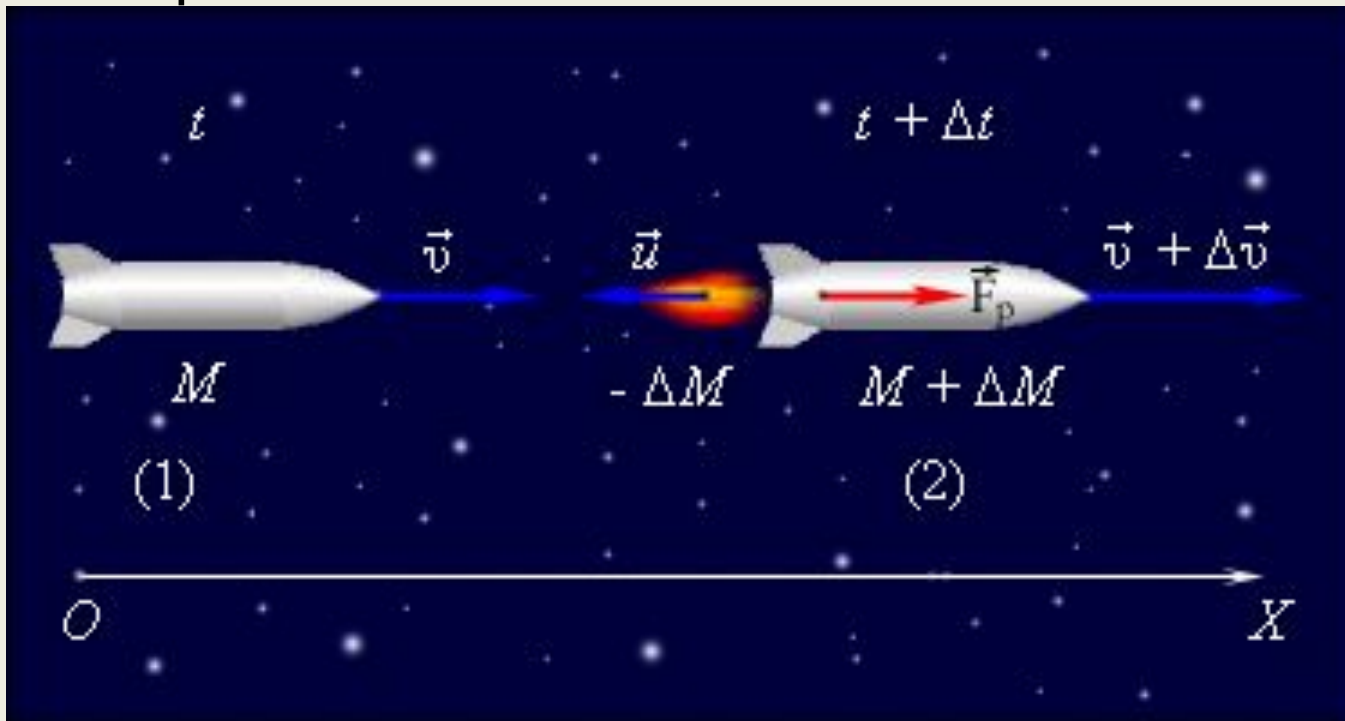
# Рассмотрим примеры

При стрельбе из орудия возникает **отдача** – снаряд движется вперед, а орудие – откатывается назад. Снаряд и орудие – два взаимодействующих тела. Скорость, которую приобретает орудие при отдаче, зависит только от скорости снаряда и отношения масс.



# Рассмотрим примеры

На принципе отдачи основано **реактивное движение**. В **ракете** при сгорании топлива газы, нагретые до высокой температуры, выбрасываются из сопла с большой скоростью относительно ракеты.



# Продолжим повторение теории!

Физическая величина, равная половине произведения массы тела на квадрат его скорости, называется **кинетической энергией** тела

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

**Теорема о кинетической энергии тела:**

работа приложенной к телу равнодействующей силы равна изменению его кинетической энергии

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

**Потенциальная энергия** тела в поле силы тяжести равна работе, которую совершает сила тяжести при опускании тела на нулевой уровень

$$E_p = mgh$$

**Потенциальная энергия** упруго деформированного тела равна работе силы упругости при переходе из данного состояния в состояние с нулевой деформацией

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

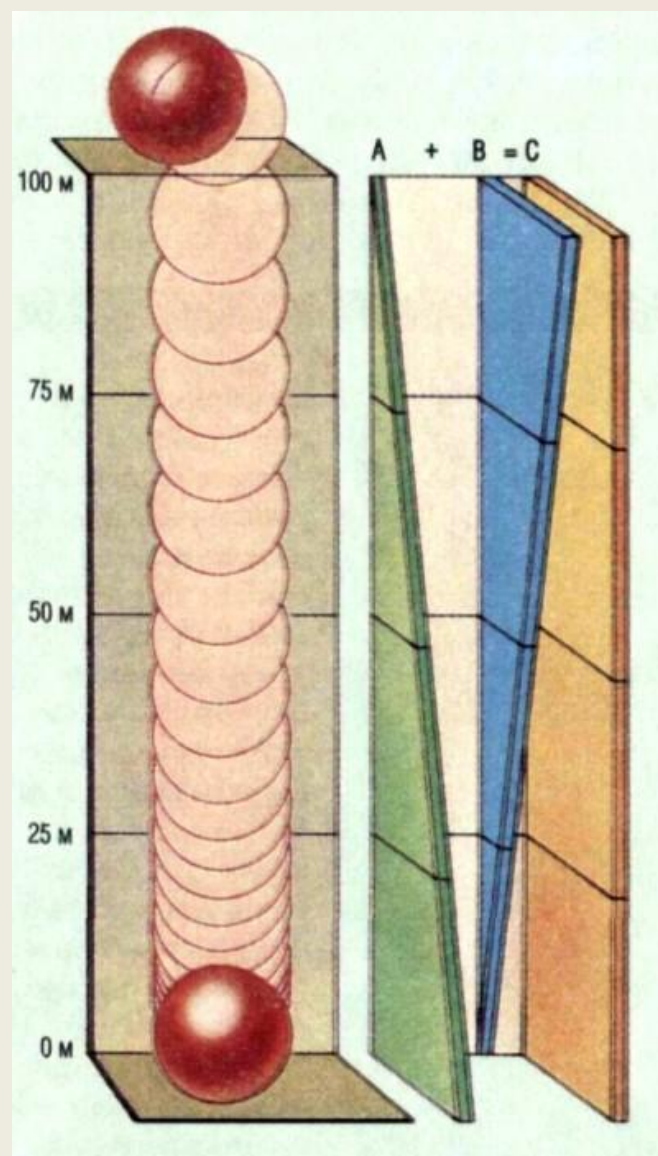


# Продолжим повторение теории!

## Закон сохранения энергии в механических процессах:

Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой силами тяготения и силами упругости, остается неизменной

А – кинетическая энергия шара;  
В – потенциальная энергия шара;  
С – полная механическая энергия шара.



# Неупругие и упругие соударения

**Абсолютно неупругим ударом** называют такое ударное взаимодействие, при котором тела соединяются (слипаются) друг с другом и движутся дальше как одно тело.

**Абсолютно упругим ударом** называется столкновение, при котором сохраняется механическая энергия системы тел.

Во многих случаях столкновения атомов, молекул и элементарных частиц подчиняются законам абсолютно упругого удара.

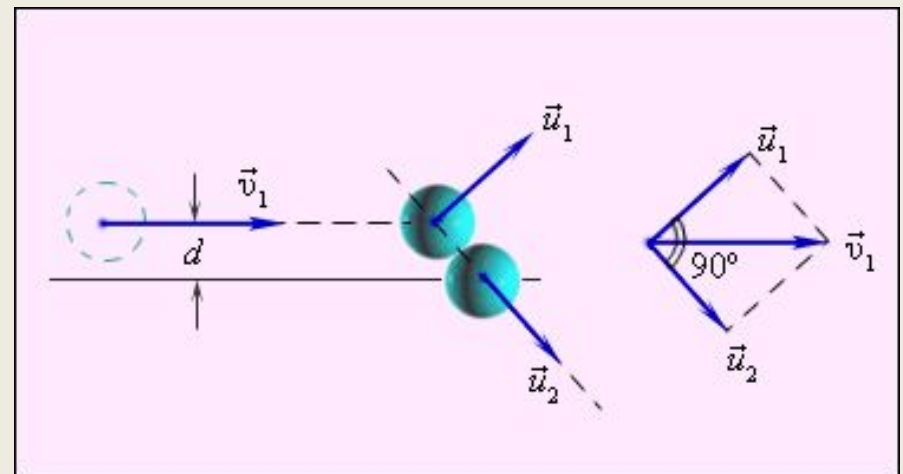
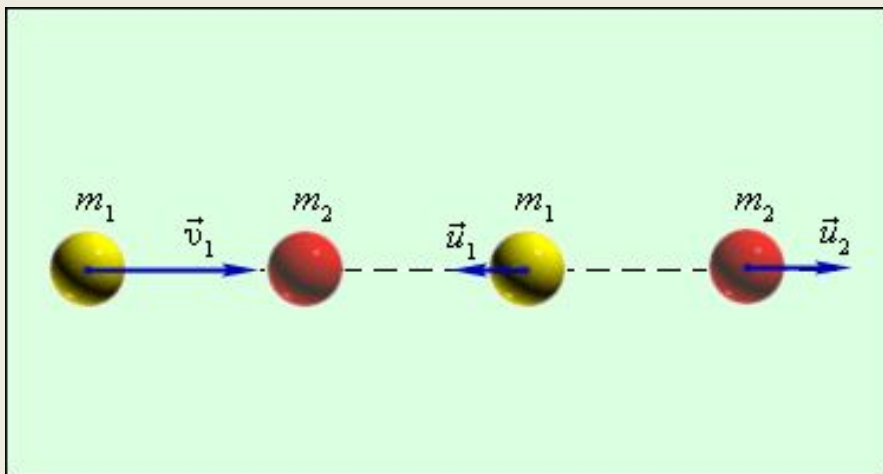
# Рассмотрим пример

На основе законов механики математически точно описывается «поведение» **бильярдных шаров**, столкновения которых друг с другом и со стенками бильярдного стола можно считать абсолютно упругими.

При этом соударения могут быть центральными и нецентральными

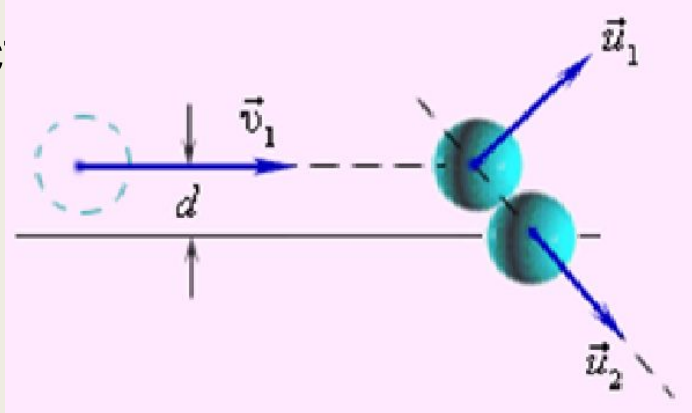
**Центральное соударение**

**Нецентральное соударение**

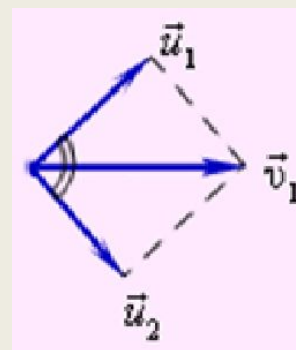


# Переходим к практике

**Задача** . Под каким углом могут разлететься два тела одинаковой массы после упругого нецентрального



Построим диаграмму импульсов



Применим закон сохранения импульса в векторном виде с учётом равенства  $\vec{v}_1 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$

По закону сохранения энергии при равных массах  $v_1^2 = u_1^2 + u_2^2$

Первое из этих равенств означает, что векторы скоростей образуют треугольник, а второе – что для этого треугольника справедлива теорема Пифагора, то есть он прямоугольный. Искомый угол – это угол между катетами, т.е. он **равен  $90^\circ$** .

Д/з: