

# Закон сохранения импульса

- Из законов Ньютона можно получить некоторые общие следствия применительно к движению системы тел. *Механической системой тел* называется совокупность материальных точек, рассматриваемая как целое. Силы взаимодействия между точками системы называются *внутренними*, а силы, с которыми на точки системы действуют внешние тела, не входящие в систему называются *внешними*.

- Пусть механическая система состоит из  $n$  точек. Будем нумеровать точки индексом  $i = 1, \dots, n$ . Обозначим  $m_i$  — массу  $i$ -й точки,  $\mathbf{v}_i$  — ее скорость,  $\mathbf{F}_i^{\text{вн}}$  — внешнюю силу, действующую на  $i$ -ю точку и  $\mathbf{F}_{ij}$  — внутреннюю силу, с которой  $j$ -я точка действует на  $i$ -ю. Запишем второй закон Ньютона для  $i$ -й точки:

- Складывая эти уравнения, получим

- .

- Первое слагаемое в правой части этого равенства (сумма всех внутренних сил) обращается в нуль. Действительно, по третьему закону Ньютона, для любой внутренней силы найдется равная ей по величине и противоположная по направлению сила, поэтому геометрическая сумма внутренних сил любой системы равна нулю. Значит, последнее равенство можно переписать в виде:

- $$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = \mathbf{F}_{\text{внеш}}$$
 (1.26)

- где  $\mathbf{P}$  - полный импульс системы.

- Если на систему не действуют внешние силы (такая система называется *замкнутой*), то, как следует из (1.26), производная по времени от ее полного импульса равна нулю, т.е. полный импульс не изменяется со временем. Это утверждение носит название **закона сохранения импульса**: *импульс замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени.*

- Выражение для импульса системы можно переписать в следующем виде:

- ,

- где  $M$  - полная масса системы. Точка с радиус-вектором называется *центром масс* системы. Используя это определение можно записать:

- ,

$$(1.27)$$

- где  $V$  - скорость центра масс.

- Это равенство выражает **закон движения центра масс**: *центр масс системы движется как материальная точка с массой, равной массе системы, на которую действует сила, равная геометрической сумме всех внешних сил, приложенных к системе.*
- Используя закон сохранения импульса или закон движения центра масс, иногда удается получить описание движения системы, внутренние силы в которой неизвестны или имеют сложный вид.