

30 Импульс

Импульс ($\vec{p} \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right]$) — это величина, характеризующая «толкающую» способность движущегося тела:

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (1)$$

Рассматривая сразу несколько тел, можно говорить об импульсе *системы тел*:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots, \quad (2)$$

где $\vec{p}_1, \vec{p}_2, \dots$ — импульсы первого, второго и так далее тел.

Пусть два крепких упругих шара быстро сталкиваются и разлетаются над поверхностью планеты так, как показано на рис. 1.

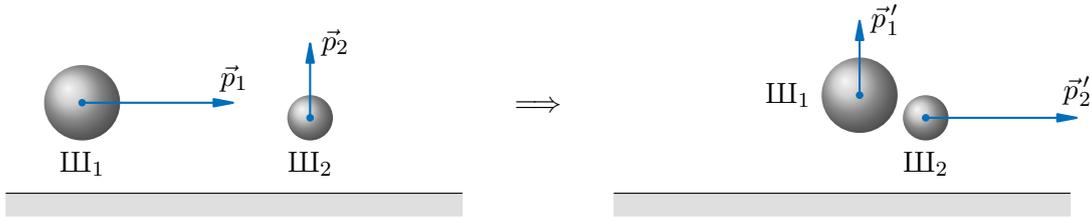


Рис. 1. Столкновение шаров

Система тел состоит из шаров Ш₁ и Ш₂. До столкновения (рис. 1, слева) импульс системы равен $\vec{p}_1 + \vec{p}_2$, после соударения (рис. 1, справа) импульс системы равен $\vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$. В этом опыте выполняется следующий закон.

Закон сохранения импульса. Импульс системы тел остается постоянным при любых воздействиях на эту систему в двух случаях:

- 1) результирующая сил, действующих на систему, равна нулю;
- 2) импульс системы тел не меняется значительно за время воздействия¹.

$$\vec{p}_{\text{до}} = \vec{p}_{\text{после}}, \quad (3)$$

где $\vec{p}_{\text{до}}$ и $\vec{p}_{\text{после}}$ — импульсы системы тел до и после взаимодействия тел.

Удар шаров на рис. 1 быстрый, поэтому для них закон сохранения импульса с учетом формулы (2) дает уравнения с составляющими импульса по горизонтали и по вертикали соответственно: $p_1 = p'_2$, $p_2 = p'_1$.

В случаях 1 и 2, удовлетворяющих закону сохранения импульса, систему тел можно называть *замкнутой*.

Если система тел *не замкнута*, то использовать указанный закон можно только для составляющих импульсов той оси, вдоль которой выполняются условия 1 и 2. (Предполагается, что силы и импульсы раскладывают по одним и тем же взаимно перпендикулярным направлениям.)

Изменение импульса можно вычислить по следующей формуле:

$$\Delta\vec{p} = \vec{R} \cdot \Delta t, \quad (4)$$

где \vec{R} — результирующая сила, приложенная к телу или системе ($\vec{R} = \text{const}$).

¹Это следует обычно из условия задачи. Время взаимодействия полагают достаточно малым, так чтобы *внешние силы* не успели изменить импульс системы. Однако некоторые силы (чаще всего это *силы реакции*) способны изменить импульс системы за сколь угодно малый промежуток времени: тогда пользоваться этой общей формулировкой закона нельзя.