

торно постоянной), хотя И. отд. частей системы могут в результате их взаимодействия изменяться. Этот закон объясняет реактивное движение, отдачу (или откат) при выстреле, работу гребного винта и др.

И. обладают все формы материи, в т. ч. эл.-магнитн., гравитац. и др. поля (см. *Поля физические*). В классич. механике более распространён термин «количество движения», в то время как в релятивистской и квантовой механике, квантовой теории поля обычно применяется термин «И.».

С. М. Тарг.

Полный И. среды (поля) равен геом. сумме произведений векторов плотности И. элементарных объёмов на эти объёмы (в пределе оно равно соответствующему объёмному интегралу). Для полей векторы И. и его потенциалов и т. п. Напр., вектор плотности И. эл.-магн. поля равен $[EH]/4\pi c$, где E — электрич., а H — магнитная напряжённости поля. Наличие И. у эл.-магн. поля проявляется, напр., в световом давлении. И. фотона (впервые введённый А. Эйнштейном в его теории фотоэффекта) частоты $\nu = \omega/2\pi$ равен $h\nu/c = \hbar\omega/c$, где $h = 2\pi\hbar$. В квантовой механике часто пользуются И. в качестве независимой переменной волновой ф-ции, т. е. выбирают волновую ф-цию в импульсном представлении.

В релятивистской механике Эйнштейна И. свободной частицы массы m связан со скоростью v соотношением $p = mv/\sqrt{1-\beta^2}$, где $\beta = v/c$. В четырёхмерном Минковского пространстве-времени совокупность компонент И. (p_x, p_y, p_z) и величина iE/c (где $E = mc^2/\sqrt{1-\beta^2}$ — энергия частицы) составляют четырёхмерный вектор p_i , где p_1, p_2, p_3 — компоненты И. частицы, а $p_4 = iE/c$. Четырёхвектор И. p_i связан со скоростью четырёхмерной ф-лой $p_i = mci_i$. Если воспользоваться соотношением $u_i^2 = -1$, то можно получить связь между энергией и И. частицы $E^2/c^2 = p^2 + m^2c^2$. Энергия, И. и скорость свободной частицы связаны соотношением $p = Ev/c^2$. Выражения для И. и энергии при $v=c$ обращаются в бесконечность (если масса отлична от нуля). Т. о., частицы с ненулевой массой могут двигаться лишь со скоростью меньшей, чем скорость света. Выражение для И. при скоростях, много меньших скорости света, переходит в обычное классич. выражение (в отличие от энергии, к-рая принимает значение $mc^2 + mv^2/2$). При переходе к др. инерциальной системе отсчёта импульс преобразуется согласно Лоренца преобразованиям.

По спец. относительности теории взаимодействия распространяются с конечной скоростью, не превышающей скорости света в вакууме, т. е. И., излучённый одной частицей, не может мгновенно передаваться др. частицам. Суммарный И. всех частиц не может, следовательно, сохраняться. Закон сохранения И., однако, имеет место и в этом случае, если учесть И., присущий полю — носителю взаимодействий, к-рому приписывают плотность И. и плотность потока И.

В квантовой механике и квантовой теории полей сказанное выше справедливо по отношению к ср. значениям соответствующих операторов.

Сохранение И. есть следствие однородности пространства; этим объясняется подчинение весьма разл. явлений одному и тому же закону (см. *Сохранения законы*).

В. В. Судаков.

ИМПУЛЬС АКУСТИЧЕСКИЙ (от лат. impulsus — удар, толчок) — 1) бегущая звуковая волна, имеющая характер резкого кратковрем. изменения давления, напр. звуковые волны, создаваемые взрывом, искровым разрядом, соударением тел. Каждый такой импульс содержит как область повышенного, так и область пониженного давления. Спектр такого И. а. сплошной, с максимумом в области частот, период к-рых близок к длительности И. а.

2) Звуковая волна, близкая по форме к участку синусоиды той или иной частоты («частоты заполнения»),

или, иначе говоря, распространяющийся дуг квазигармонич. колебаний, включающий примерно от десяти до неск. сотен периодов (т. н. заполненный И. а. — аналог радиоимпульса, см. *Импульсный сигнал*).

Огибающая дуга, т. е. закон изменения амплитуды в И. а., может быть различной. Наиб. распространёнными являются И. а. прямоугольной формы, применяются также колоколообразная (гауссова) и экспоненциальная формы огибающей. Такие И. а. создают при помощи *электроакустических преобразователей*, питаемых от генераторов электрич. синусоидальных сигналов, подаваемых на преобразователь через импульсный модулятор (или прерыватель). Часто применяют ряд следующих друг за другом с определ. частотой повторения идентичных заполненных И. а., промежуток между к-рыми обычно существенно больше длительности отд. И. а. Такие последовательности импульсов можно рассматривать как частный случай амплитудно-модулированных звуковых колебаний (см. *Амплитудная модуляция*). Осн. характеристики акустич. сигналов в виде таких последовательностей импульсов — частота заполнения, длительность отд. импульса и частота повторения (или скважность, равная отношению периода следования импульсов к длительности отд. импульса). Импульсные сигналы применяют при акустич. исследованиях в отражч. объёмах, напр. в незаглушённых помещениях или бассейнах, в УЗ-ваннах, при измерениях скорости и поглощения звука в образцах твёрдых тел, чтобы исключить осложняющие влияния отражённых сигналов.

Звуковые и УЗ И. а. широко используются в гидроакустике для исследования свойств морской среды, для измерения глубин (см. *Эхолот*) и в гидролокации, а также в УЗ дефектоскопии и в ряде др. методов.

ИМПУЛЬС ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ — кол-во движения, к-рым обладает звуковое поле в заданном объёме. Понятие И. з. в. имеет смысл для волны, занимающей конечную область пространства, нигде не ограниченного преградами. Плотность И. з. в. j , т. е. импульс единицы объёма, равна

$$j = \rho v = \rho_0 v + \rho' v, \quad (1)$$

где v — колебательная скорость частиц, ρ — плотность среды в данной точке пространства в данный момент, ρ_0 — плотность невозмущённой среды, ρ' — изменение плотности, обусловленное наличием звуковой волны. Плотность И. з. в. совпадает с плотностью потока массы. Вектор j ориентирован по направлению колебл. скорости. В случае продольной волны в изотропной среде величину j можно выразить через плотность потока звуковой энергии q как

$$j = \rho_0 v + q/c^2 = \rho_0 \nabla \varphi + q/c^2, \quad (2)$$

поскольку $\rho' = p/c^2$ и $q = pv$ (здесь p — звуковое давление, c — скорость звука, φ — потенциал скоростей в звуковом поле).

Полный И. з. в. J получается интегрированием величины j по всему объёму V среды, занятой волной

$$J = \int_V j dV. \quad (3)$$

Из ур-ния (2) получается, что

$$J = \int_V q dV, \quad (4)$$

т. к. первый член (2), будучи преобразован в интеграл по граничной поверхности, обращается в нуль. Т. о., распространяющаяся в среде звуковая волна несёт с собой не только энергию, но и импульс (т. е. кол-во движения). Плотность потока импульса является тензорной величиной. Законом сохранения И. з. в. обусловлены такие эффекты, как *давление звукового излучения, акустические течения* и др. (см. *Нелинейная акустика*).