

Помимо рассмотренного классич. типа Д., исследуются специфич. типы Д.: т. н. спиновая, характеризующаяся движением волны по спирали; Д. в гетерогенных системах; малоскоростная Д.

Лит. см. при ст. *Взрыв*. Б. В. Новожилов. **ДЕФЕКТ МАССЫ** (от лат. defectus — недостаток, изъян) — разность между массой связанной системы взаимодействующих тел (частиц) и суммой их масс в свободном состоянии. Д. м. ΔM определяется энергией связи $\mathcal{E}_{св}$ системы:

$$\Delta M = \mathcal{E}_{св}/c^2. \quad (1)$$

В случае атомных ядер Д. м. даётся ф-лой

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - m(Z, N), \quad (2)$$

где m — масса ядра, имеющего Z протонов и N нейтронов, m_p и m_n — массы протона и нейтрона. Т. к. на практике измеряются не массы ядер, а массы атомов M , то Д. м. часто определяют как массу между массой атома в а.е. м. и массовым числом $A = Z + N$ (см. *Масс-спектроскопия*). Определённый таким образом Д. м., приходящийся на 1 нуклон, наз. иногда у п а к о в о ч н ы м к о э ф. Значие Д. м. позволяет определить величину энергии, к-рая может выделиться в ядерных реакциях, в частности в реакциях, не наблюдаемых в лаб. условиях, но происходящих в недрах звёзд. Поэтому данные о Д. м. разл. ядер играют важную роль в теории *эволюции звёзд* и теории *нуклеосинтеза*.

Для космич. объектов существует гравитац. Д. м. Напр., гравитац. Д. м. Солнца $\sim 10^{-6} M_{\odot}$, белого карлика $\sim 10^{-3} - 10^{-4} M_{\odot}$, нейтронной звезды той же массы $\sim 10^{-1} M_{\odot}$. Гравитац. Д. м. звёздного скопления $\sim 10^{-7} - 10^{-8}$ от его массы, галактик $\sim 10^{-6}$, скоплений галактик $\sim 10^{-6} - 10^{-5}$.

При гравитац. коллапсе гравитац. энергия связи переходит в тепловую и кинетич. энергии коллапсирующего вещества, поэтому масса системы может уменьшиться только за счёт потери энергии на излучение (нейтринное, эл.-магнитное, гравитационное). При коллапсе в *чёрную дыру* уменьшение массы может составлять 20—40%.

М. Ю. Длютов. **ДЕФЕКТОН** — квазичастица, описывающая поведение точечных дефектов в *квантовом кристалле*. В квантовых кристаллах, вследствие большой величины амплитуды нулевых колебаний атомов в решётке вблизи положений равновесия, любые точечные дефекты, напр. *вакансии* и примесные атомы, могут с заметной вероятностью перемещаться по кристаллу путём подбарьерных туннельных переходов (см. *Квантовая диффузия*). При низких темп-рах вероятности подбарьерных переходов Д. между соседними узлами кристаллич. решётки существенно больше, чем для переходов, обусловленных классич. термоактив. механизмом, при к-ром дефект переходит на соседний узел, преодолевая нек-рый энергетич. барьер.

Туннелирование Д. в периодич. решётке означает, что для описания Д. хорошим квантовым числом становится не координата дефекта, а его *квазимпульс*. Энергия Д. является периодич. ф-цией квазимпульса, и энергетич. спектр Д. имеет зонную структуру (см. *Зонная теория*). Как правило, ширина энергетич. зоны Д. мала, и для определения *дисперсии закона* достаточно воспользоваться приближением сильной связи. Так, в твёрдом гелии, в к-ром квантовый характер движения Д. проявляется особенно ярко, ширина энергетич. зоны *вакансион*ов $\sim 10^{-3}$ эВ ($1 K$), а для *примеснон*ов $\sim 10^{-7} - 10^{-8}$ эВ, что во много раз меньше, чем для др. квазичастиц в твёрдых телах, напр. для электронов проводимости, *фонон*ов.

Д. создаёт вокруг себя поле деформации кристалла, с к-рым взаимодействуют другие Д. Соответствующая энергия упругого взаимодействия двух Д. на больших расстояниях r между ними убывает как $1/r^3$. Для узкозонных Д. характерная величина скорости перемеще-

ния мала по сравнению со *скоростью звука*, и поле деформации в кристалле с Д. можно определить по *ф-лам* теории упругости.

Перенос Д. отличается от обычной диффузии дефектов в твёрдых телах: коэф. диффузии имеет иную температурную зависимость и в определ. условиях возрастает с понижением темп-ры, а длина свободного пробега Д. при низких темп-рах в кристалле с малым числом дефектов намного превосходит межатомное расстояние. Делокализация дефектов приводит также к особенностям внутр. трения — к диссипации энергии при однородных деформациях даже в случае дефектов замещения, к иной температурной зависимости времени *релаксации* и к резонансным эффектам.

Кроме Д., соответствующих одиночным точечным дефектам, возможны Д., отвечающие связанным состояниям двух или трёх дефектов. В этом случае Д. делокализуются только вдоль определ. кристаллографич. осей или плоскостей, т. е. являются своеобразными одно- или двумерными квазичастицами в трёхмерном кристалле.

Лит.: Андреев А. Ф., Диффузия в квантовых кристаллах, «УФН», 1976, т. 118, с. 231. А. Э. Мейерович.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ (от лат. defectus — недостаток, изъян и греч. skoréo — рассматриваю, наблюдаю) — комплекс физ. методов и средств неразрушающего контроля качества материалов, заготовок и изделий с целью обнаружения дефектов их строения. Методы Д. позволяют полнее оценить качество каждого изделия без его разрушения и осуществить сплошной контроль, что особенно важно для изделий ответств. назначения, для к-рых методы выборочного разрушающего контроля недостаточны.

Наблюдение заданных технол. параметров при обработке материала сложного хим. и фазового состава, воздействие агрессивных сред и эксплуатац. нагрузок при хранении изделия и в процессе его работы могут привести к возникновению в материале изделия разл. рода дефектов — нарушений сплошности или однородности, отклонений от заданного хим. состава, структуры или размеров, ухудшающих эксплуатационные характеристики изделия. В зависимости от величины дефекта в зоне его расположения изменяются физ. свойства материала — плотность, электропроводность, магнитные, упругие характеристики и др.

Методы Д. основаны на анализе вносимых дефектом искажений в приложенные к контролируемому изделию физ. поля разл. природы и на зависимости результирующих полей от свойств, структуры и геометрии изделия. Информация о результирующем поле позволяет судить о наличии дефекта, его координатах и размере.

Д. включает в себя разработку методов неразрушающего контроля и аппаратуры — дефектоскопов, устройств для проведения контроля, систем для обработки и фиксации полученной информации. Применяются оптич., радиац., магн., акустич., эл.-магн. (токовых ре-вые), электрич. и др. методы.

Оптическая Д. основана на непосредств. осмотре поверхности изделия невооружённым глазом (визуально) или с помощью оптич. приборов (лупы, микроскопа). Для осмотра внутр. поверхностей, глубоких полостей и труднодоступных мест применяют спец. эндоскопы — диоптрийные трубки, содержащие *световоды* из волоконной оптики, оснащённые миниатюрными осветителями, призмами и линзами. Методами оптич. Д. в видимом диапазоне можно обнаружить только *поверхностные дефекты* (*трещины, плески и др.*) в изделиях из материалов, непрозрачных для видимого света, а также поверхностные и внутр. дефекты — в прозрачных. Мин. размер дефекта, обнаруживаемого визуально невооружённым глазом, составляет 0,1—0,2 мм, при использовании оптич. систем — десятки мкм. Для контроля геометрии деталей (напр., профили резьбы, шероховатости поверхности) применяют проекторы, профилометры и микроинтерферометры. Повой реализацией оптич.