

решётки, являются эквивалентными, то Б. з. выделяет в пространстве квазимпульсов области, включающие в себя все псевдивалентные значения квазимпульсов p , характеризующих состояние квазичастицы.

Структура Б. з. определяется только строением кристалла и не зависит от рода частиц, образующих кристалл, или от их межатоминого взаимодействия. Обычно границы Б. з. определяют условием:

$$2kb + b^2 = 0, \quad k = p/\hbar, \quad (1)$$

где b — вектор обратной решётки. При этом Б. з. представляют собой многогранники в обратном пространстве, границами к-рых являются плоскости, проходящие через середины прямых (перпендикулярно к ним), соединяющих точку начала отсчёта Γ ($b=0$) с трансляционно-эквивалентными ей точками обратной решётки (рис. 1, а).

При таком построении участки одной и той же зоны оказываются отделёнными друг от друга (рис. 1, б). Этой особенности можно избежать при переходе к т. н. приведённой зоне — разл. участки одной Б. з. сдвигаются на векторы трансляции обратной решётки и зона оказывается односвязной (рис. 1, в). В результате «приведения» очевидно, что каждая зона совпадает с элементарной ячейкой обратной решётки (*Вигнера — Зейтца ячейкой*), т. е. фактически с первой Б. з. (объёмы всех Б. з. равны). Осв. интерес представляет, как правило, первая Б. з. — область обратного пространства, лежащая ближе к точке $b=0$, чем к любой другой трансляционно-эквивалентной ей точке в обратной решётке. Нек-рые точки Б. з. высокой симметрии имеют спец. обозначения. Так, напр., для первой Б. з. гранецентрированного кубического (ГЦК) кристалла (рис. 1, г) центр обозначается как Γ , вершины — W , центр шестиугольной грани — L , центры квадратных граней — X и т. д. (рис. 1, д—е).

Соотношения (1), определяющие границы Б. з., эквивалентны *Брэгга — Вульфа условию* для интерференционных максимумов при рассеянии рентг. лучей в кристалле. Это позволяет восстановить по рентгенограмме кристалла его Б. з. и тем самым структуру кристалла. Б. з. используются при определении закона дисперсии для квазичастиц в кристалле (электронов, фононов, магнонов и пр.), поскольку энергия квазичастиц, согласно *Блоха теореме*, является периодич. ф-цией квазимпульса, т. е. периодична в обратной решётке (см. *Зонная теория*).

При расчёте энергетич. спектра квазичастиц (энергетич. зон) используются схемы приведённой зоны

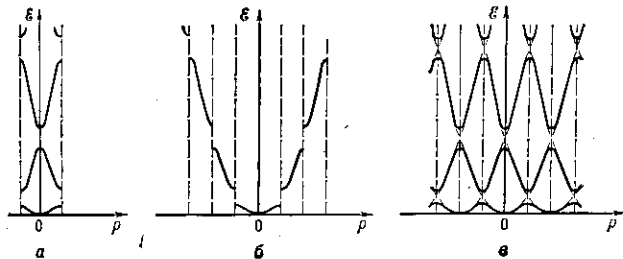


Рис. 2. Пример энергетического спектра $\mathcal{E}(p)$ для квазичастицы в одномерном кристалле с Бриллюэна зоной, показанной на рис. 1, а: а — схема приведённой зоны; б — схема расширенной зоны; в — периодическая зонная схема.

(все энергетич. зоны, отделённые друг от друга энергетич. щелями, размещаются в первой Б. з.), схемы расширенной зоны (разл. энергетич. зоны размещаются в обратном пространстве в разл. Б. з.) и т. н. периодич. зонная схема (каждая энергетич. зона периодически повторяется во всех Б. з.). Эти три схемы проиллюстрированы на рис. 2 на примере трёх первых энергетич. зон для одномерного кристалла, Б. з. к-рого приведены на рис. 1, а.

Для фермиевских квазичастиц в кристаллах, напр. электронов проводимости и дырок, важно относит. расположение *ферми-поверхности* в Б. з. При разл. взаимных конфигурациях возникают понятия заполненных и незаполненных энергетич. зон, зоны проводимости, запрещённой зоны, валентной и зонной, открытых и замкнутых траекторий носителей заряда. В нек-рых кристаллах близость ферми-поверхности к границе Б. з. может приводить к структурным фазовым переходам и образованию гетерофазных структур (напр., структурные α -, β -, γ -переходы в *сплавах*).

Лит.: Киттель Ч., Введение в физику твёрдого тела, пер. с англ., М., 1978; Ашкрофт Н., Мермин Н., Физика твёрдого тела, пер. с англ., т. 1, М., 1979; Анималу А., Кваптовая теория кристаллических твёрдых тел, пер. с англ., М., 1981. А. Э. Мейерович.

БРОМ (от греч. bromos — зловоние; лат. Bromum), Br, — хим. элемент VI группы периодич. системы элементов, ат. номер 35, ат. масса 79,904, относится к галогенам. Природный Б. состоит из двух стабильных изотопов ^{79}Br (50,54%) и ^{81}Br (49,46%); β^- -радиоактивный ^{82}Br ($T_{1/2} = 35,34$ ч) используют в качестве радиоактивного индикатора. Конфигурация внеш. электронной оболочки $4s^2p^5$. Энергии последоват. ионизаций соответственно равны 11,84; 21,80; 35,90; 47,3; 59,7 эВ. Ковалентный радиус 0,114 нм, радиус иона Br^- 0,196 нм. Значение электроотрицательности 2,8.

Молекула Б. двухатомна. Заметная диссоциация молекул Br_2 на атомы наблюдается при 800 °С (0,16%) и увеличивается с ростом темп-ры. Диаметр молекулы Br_2 0,323 нм.

При обычных условиях Б. — тяжёлая легколетучая сильно ядовитая жидкость красно-бурого цвета с резким запахом, $t_{\text{пл}} - 7,25$ °С, $t_{\text{кип}} 58,78$ °С, плотность 3,102 кг/дм³ (25 °С), теплоота плавления 66,2 кДж/кг, атомная теплоёмкость жидкого Б. 36 Дж/моль·К (в интервале темп-р 13—45 °С), твёрдого — 23,4 Дж/моль·К (при темп-рах от -192 до -108 °С). Б. хорошо растворим в органич. растворителях. При взаимодействии с водой образует бромистоводородную HBr и бромноватистую HBrO к-ты.

По хим. свойствам аналогичен др. галогенам. Осн. степени окисления —1 и +5; возможные степени окисления +1, +3, +4, +6 и +7. Соединения Б. широко применяются в фотографии, медицине и др.

Лит.: Полянский Н. Г., Аналитическая химия брома, М., 1980. С. С. Бердосов.

БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ (брауновское движение) — беспорядочное движение малых частиц, взвешенных в жидкости или газе, происходящее под действием ударов молекул окружающей среды. Исследовано в 1827 Р. Броуном (Браун; R. Brown), к-рый наблюдал в микроскоп движение цветочной пыльцы, взвешенной в воде. Наблюдаемые частицы (броуновские) размером ~1 мкм и менее совершают неупорядоченные независимые движения, описывая сложные зигзагообразные траектории. Интенсивность Б. д. не зависит от времени, но возрастает с ростом темп-ры среды, уменьшением её вязкости и размеров частиц (независимо от их хим. природы). Полная теория Б. д. была дана А. Эйнштейном (A. Einstein) и М. Смолуховским (M. Smoluchowski) в 1905—06.

Причины Б. д. — тепловое движение молекул среды и отсутствие точной компенсации ударов, испытываемых частицей со стороны окружающих её молекул, т. е. Б. д. обусловлено *флуктуациями* давления. Удары молекул среды приводят частицу в беспорядочное движение: скорость её быстро меняется по величине и направлению. Если фиксировать положение частиц через небольшие равные промежутки времени, то построенная таким методом траектория оказывается чрезвычайно сложной и запутанной (рис.).

Б. д. — наиб. наглядное эксперим. подтверждение представлений молекулярно-кинетич. теории о хаотич. тшловом движении атомов и молекул. Если промежутки