

линейными комбинациями  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - и т. д. атомных одноэлектронных  $\psi$ -функций (орбиталей).

Представление о Г. а. о. введено Л. Полингом (L. Pauling) в 1928 для объяснения эквивалентности ковалентных связей в молекуле  $\text{CH}_4$  (т. н.  $sp^3$ -гибридизация,

рис. 1. Пространственная ориентация  $sp$ - и  $pd$ -гибридных орбиталей. При гибрилизации атомных орбиталей электронные облака концентрируются в направлении линии связи (оси  $x$ ).



рис. 2, а). Атом С образует 4 связи, находясь в возбужденном состоянии с электронной конфигурацией  $1s^2 2s^2 2p^3$ . Состояние 4-валентных электронов  $2s^2 2p^3$  описывают разл. одноэлектронные  $\psi$ -ции

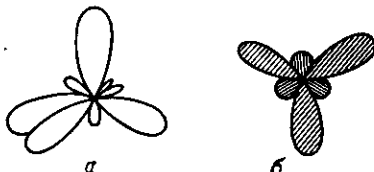
$$\psi_{2s}, \psi_{2px}, \psi_{2py}, \psi_{2pz} \quad (1)$$

При Г. а. о. состояния каждого из 4 электронов будут описываться  $\psi$ -циями, представляющими собой эквивалентные линейные комбинации  $\psi$ -ций (1):

$$\psi_i = a_i \psi_{2s} + b_i \psi_{2px} + c_i \psi_{2py} + d_i \psi_{2pz}, \quad i = 1, 2, 3, 4. \quad (2)$$

Макс. значения  $\psi_i$  направлены в сторону образовавшейся связи (к вершинам тетраэдра молекулы  $\text{CH}_4$ )

рис. 2. Форма и расположение электронных облаков при  $sp^3$ -а) и  $sp^2$ -гибридизациях б).



и превосходят макс. значения одноэлектронных  $\psi$ -ций. Т. о., в результате Г. а. о. образуется более прочная связь и энергия системы понижается, т. е. Г. а. о. энергетически выгодна. Значения коэф.  $a_i, b_i, c_i, d_i$  зависят от выбора системы координат.

Двойные связи в соединениях, напр. в этилене  $\text{C}_2\text{H}_4$ , объясняются  $sp^2$ -гибридизацией: один валентный электрон описывается чистой одноэлектронной  $s$ -функцией, а три другие — гибридными  $s$ - и  $p$ -функциями. Для молекулы ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$  тройная связь обусловлена  $sp$ -гибридизацией: два валентных электрона остаются в  $p$ -состояниях, два другие — в гибридных  $s$ - и  $p$ -состояниях.

Тип Г. а. о. определяет значение валентных углов. Так, при  $sp^3$ -гибридизации все валентные углы равны  $109^\circ 28'$ , при  $sp^2$ -гибридизации —  $120^\circ$ , при  $sp$ -гибридизации —  $180^\circ$ , при  $d^2 sp^2$ -гибридизации образуются 4 связи, лежащие в одной плоскости под углом  $90^\circ$  друг к другу, и одна связь, перпендикулярная этой плоскости. Пары электронов, находящиеся в гибридных состояниях, вносят вклад в дипольный момент молекулы, т. к. положения центров тяжести электронных облаков не совпадают с положениями ядер. Перераспределение электронной плотности происходит не только при ковалентной связи, но в нек-рой степени и при ионной, т. е. при ионной связи частично также осуществляется гибридизация.

Для построения системы эквивалентных гибридных орбиталей применяется спец. аппарат теории групп. Этот метод применим и в тех случаях, когда не все образуемые атомом связи эквивалентны. Недостаток метода — неоднозначность получаемых результатов, поскольку одна и та же пространственная конфигурация связей, как правило, может осуществляться на основе неск. электронных конфигураций и, наоборот, для одной электронной конфигурации возможны разл. расположения связей. В таких случаях выбор гибридации и конфигурации связей определяется дополнит. факторами (наим. отталкивание присоединенных атомов, прочность образуемых связей и пр.).

Осн. недостаток теории Г. а. о. и связанной с ней теории направленных валентностей — использование только угловых частей волновых  $\psi$ -ций и пренебрежение их радиальными частями. Кроме того, в рамках Г. а. о. валентное состояние атома рассматривается как одноэлектронная задача. Однако для точного решения нужно рассматривать многочастичную задачу.

Лит.: Хейне В., Теория групп в квантовой механике, пер. с англ., М., 1963; Слатер Дж., Электронная структура молекул, пер. с англ., М., 1965; Хигаси К., Баба Х., Рембаум А., Квантовая органическая химия, пер. с англ., М., 1967; Маррел Дж., Кеттел С., Теддер Дж., Теория валентности, пер. с англ., М., 1968; Берсувер И. Б., Электронное строение и свойства координационных соединений, 2 изд., Л., 1976.

**ГИБРИДНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР** — разрабатываемая разновидность *термоядерного реактора*, в котром для выработки энергии будут использоваться не только реакции синтеза лёгких ядер (обычно дейтерия и трития), но и реакции деления. Бланкет Г. т. р. состоит из двух зон. В 1-й зоне — делящиеся в-ва (уран или торий), во 2-й зоне — литийсодержащие вещества для воспроизводства сгоревшего в плазме трития.

Термоядерные нейтроны, рождающиеся в плазме с энергией 14,1 МэВ, проникают через первую стенку в бланкет с делящимися веществами. При помещении в эту зону  $^{238}\text{U}$  нейтроны поглощаются в нём с образованием  $^{239}\text{Pu}$ ; если в эту зону поместить  $^{232}\text{Th}$ , то образуется  $^{233}\text{U}$ . Одновременно в бланкете выделяется энергия, примерно равная 140 МэВ на один термоядерный нейтрон. Т. о., в Г. т. р. можно получать примерно в 6 раз больше энергии, чем в «чистом», при прочих равных условиях.

Вследствие многократного увеличения термоядерной мощности урановым бланкетом для Г. т. р. не обязательно достижение самоподдерживающейся термоядерной реакции в плазме и возможно уменьшение нейтронной нагрузки на первую стенку реактора по сравнению с «чистым» термоядерным реактором. В результате упрощается решение многих проблем конструкции Г. т. р.

Лит.: Велихов Е. П. и др., Гибридный термоядерный реактор токамак для производства делящегося топлива и электроэнергия, «Атом. энергия», 1978, т. 45, в. 1, с. 3; Пистунювич В. И., Шаталов Г. Е., Термоядерный реактор на основе токамака, в кн.: Итоги науки и техники. Сер. Физика плазмы, т. 2, М., 1981.

**ГИГА...** (от греч. *gigas* — гигантский) (Г, G) — приставка для образования наименования кратной единицы, равной  $10^9$  исходных единиц. Напр., 1 ГГц =  $10^9$  Гц. **ГИГАНТСКИЕ КВАНТОВЫЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ** поглощения звука  $\alpha$ , имеющие место в металлах при низких темп-рах  $T$  в сильном магн. поле  $H$ . Зависимость  $\alpha(1/H)$  представляет собой систему острых максимумов, высоты к-рых пропорц. напряжённости поля  $H$ , разделённым пологими широкими минимумами. Г. к. о. предсказаны в 1961 [1] и впервые наблюдались на опыте в том же году [2].

Эффект обусловлен квантованием энергии электронов проводимости металла в магн. поле (см. *Ландау уровни*). В результате квантования энергия электронов  $\mathcal{E}$  в простейшем случае квадратичного изотропного закона дисперсии электронов  $\mathcal{E} = p^2/2m$  ( $m$  — эффективная масса электрона,  $p$  — его квазиимпульс) приобретает вид

$$\mathcal{E}_n(p_H) = \hbar \Omega (n + 1/2) + p_H^2/2m. \quad (1)$$

Здесь  $n$  — квантовое число Ландау ( $n=0, 1, 2, \dots$ ),  $\Omega = eH/mc$  — *циклотронная частота* электронов ( $e$  — его заряд),  $p_H$  — проекция его квазиимпульса на направление магн. поля  $H$ . Звуковые волны с частотой  $\omega$  и волновым вектором  $q$  можно рассматривать как поток *фононов* с энергией  $\hbar \omega = \hbar s q$  ( $s$  — скорость звука) и квазиимпульсом  $\hbar q$ , а поглощение звука в металле — как прямое поглощение фононов электронами проводимости. При этом в каждом акте поглощения должны выпол-