

время жизни на много порядков больше характерного времени сильного взаимодействия. К «стабильным» (в этом смысле) А., кроме нуклонов, относятся *гипероны*  $\Lambda$ ,  $\Sigma$ ,  $\Xi$ ,  $\Omega$ , барион  $\Lambda_c$ , мезоны  $\pi$ ,  $K$ ,  $\eta$ , очарованные мезоны  $D$ ,  $F$  и др.

А. представляют собой составные системы. Большинство известных барионов состоит из трёх кварков, а мезоны — из кварка и антикварка (хотя возможны состояния, имеющие в своём составе дополнит. пары кварк-антикварк, напр. мезоны из 2 кварков и 2 антикварков). Значения странности, очарования и др. подобных квантовых чисел А. определяются числом входящих в их состав странных ( $s$ ), очарованных ( $c$ ), красивых ( $b$ ) и др. возможных типов (ароматов) кварков и соответствующих антикварков.

Лит. см. при ст. *Сильное взаимодействие, Элементарные частицы.* С. С. Герштейн.

**АДСОРБЦИЯ** (от лат. *ad* — на, при и *sorbeo* — поглощаю) — преимущественное концентрирование молекул газа или растворённого в жидкости вещества (адсорбата) на поверхности жидкости или твёрдого тела (адсорбента), а также растворённого в жидкости вещества на границе её раздела с газовой фазой. Частный случай *сорбции*. Один из важнейших типов поверхностных явлений.

Явление А. связано с тем, что силы *межмолекулярного взаимодействия* на границе раздела фаз не скомпенсированы, и, следовательно, пограничный слой обладает избытком энергии — свободной *поверхностной энергией*. В результате притяжения поверхность раздела фаз находящихся вблизи неё молекул адсорбата свободная поверхностная энергия уменьшается, т. е. процессы А. энергетически выгодны.

В зависимости от характера взаимодействия молекул адсорбата и адсорбента различают *физическую А.* и *хемосорбцию*. Физ. А. обусловлена силами межмолекулярного взаимодействия и не сопровождается существом. изменением электронной структуры молекул адсорбата. Физ. А. может быть как *монослойной* (с образованием *мономолекулярного слоя*), так и *полимолекулярной* (многослойной). При А. электролитов из их растворов обычно возникает *двойной электрический слой*. Если жидкий адсорбат смачивает пористый адсорбент, то в порах последнего может происходить *капиллярная конденсация*. При физ. А. адсорбир. молекулы обычно обладают *поверхностной подвижностью*.

При хемосорбции между атомами (молекулами) адсорбента и адсорбата образуется хим. связь, т. е. хемосорбцию можно рассматривать как хим. реакцию, область протекания к-рой ограничена поверхностным слоем. В нек-рых случаях на одной поверхности могут протекать оба типа А. одновременно. В случае не слишком пористых адсорбентов физ. А. имеет место, как правило, при темп-рах ниже критич. темп-ры конденсации адсорбата, хемосорбция же чаще всего протекает при гораздо более высоких темп-рах. Однако в нек-рых системах физ. А. может протекать при темп-рах, значительно превышающих критич. темп-ру конденсации адсорбата. Как и любые хим. реакции, процессы хемосорбции носят специфичный характер (т. е. адсорбент хемосорбирует не любые молекулы, а лишь те, к-рые вступают в реакцию с атомами поверхности); в нек-рых случаях специфичность может проявляться и при физ. А.

**Физ. характеристики А.** Количеств. характеристика А. является величина  $\Gamma$ , представляющая собой избыток адсорбата, приходящийся на единицу площади поверхностного слоя, по сравнению с кол-вом адсорбата в единицу объёма фазы адсорбента. Отношение  $\theta = \Gamma/\Gamma_\infty$  наз. *степенью* (или *долей*) *покрытия* поверхности ( $\Gamma_\infty$  — предельно возможная величина монослойной А. для данной системы).

Процессы А. почти всегда сопровождаются выделением теплоты, наз. *теплотой А.*, к-рая возвра-

стает с увеличением прочности связи адсорбат — адсорбент и составляет обычно 8—25 кДж/моль (иногда до 80 кДж/моль) для физ. А. и, как правило, превышает 80 кДж/моль при хемосорбции. Если хемосорбция сопровождается диссоциацией адсорбир. молекул, может наблюдаться поглощение тепла. По мере заполнения поверхности теплота А. обычно уменьшается в результате неоднородного распределения свободной энергии на поверхности или латерального взаимодействия молекул в адсорбир. слое. Для адсорбентов, обладающих неск. типами адсорбирующих центров (см. ниже), теплота А. может быть различной для разных типов центров, и распределение свободной энергии на поверхности является дискретно-неоднородным. При переходе к полимолекулярной А. теплота А. понижается до величин, близкой к теплоте конденсации адсорбата. Если теплота А. сравнима с поверхностной энергией адсорбента, то в процессе А. может существенно меняться кристаллич. структура поверхности твёрдого тела, причём при физ. А. перестройке подвергаются в осн. поверхности молекулярных кристаллов, а в случае хемосорбции изменение поверхностной структуры наблюдается даже для металлов и ионных кристаллов.

Обратный А. процесс, при к-ром адсорбир. частицы покидают поверхность адсорбента, наз. *десорбция*. Десорбция происходит в результате колебат. движения адсорбир. молекул вдоль направления действия силы притяжения между адсорбатом и адсорбентом. Период таких колебаний  $\tau_0$  обычно составляет  $10^{-13}$  с. Скорость А. и скорость десорбции могут быть рассчитаны методами статистич. термодинамики. Скорость медленных процессов хемосорбции в большинстве случаев описывается ур-нием

$$dq/dt = a \exp(-\alpha q),$$

где  $q$  — кол-во адсорбир. вещества,  $a$  и  $\alpha$  — константы, зависящие от темп-ры. При равенстве скоростей А. и десорбции устанавливается адсорбц. равновесие. Ср. продолжительность времени, к-рое частица находится в адсорбир. состоянии в равновесных условиях (время А.),  $\tau = \tau_0 \exp(Q/RT)$ , где  $Q$  — теплота А.,  $R$  — универсальная газовая постоянная,  $T$  — абс. темп-ра. Принято считать, что А. имеет место в том случае, когда  $\tau$  достигает величины неск. периодов колебаний адсорбир. молекулы — время, за к-рое между ней и поверхностью успевают установиться энергетич. равновесие. Обычно время физ. А. составляет  $10^{-12}$ — $10^{-6}$  с, а время хемосорбции — св.  $10^2$  с. Время А. служит критерием обратимости процесса А.

**Теория А.** Единая теория, к-рая описывала бы любые процессы А., пока не создана; существующие частные теоретич. разработки основываются на разл. моделях. Модель *локализованной* (или *центральной*) А. предполагает наличие на поверхности адсорбента т. н. *центров А.*, представляющих собой либо строго определёл. участки поверхности, на к-рых образуется сильная адсорбц. связь, либо рас-пределённые по поверхности двумерные ячейки со слабым адсорбц. полем (полем сил межмолекулярного взаимодействия). В последнем случае предполагается наличие плотной упаковки молекул адсорбата на поверхности в пределах рассматриваемой ячейки. В основе модели *двумерной фазы* лежит положение о том, что адсорбир. монослой представляет собой неидеальный двумерный газ, однако полимолекулярное покрытие поверхности адсорбента в данной модели не рассматривается. И, наконец, *потенциальная модель А.* базируется на представлении о потенц. поле поверхности твёрдого тела, в к-ром адсорбир. газ сжат вблизи поверхности и разрежен в наружных слоях. Эти различные в своей основе модели могут приводить к математически идентичным выражениям, хорошо согласующимся с эксперим. данными. Полуэмпирич. теории, основанные