

ламельлы. Наблюдения в оптический и электронный микроскопы, а также давние *малоуглового рассеяния* рентг. излучения показали, что может возникать своеобразное подобие надмолекулярной организации микромульсий в интервале масштабов от неск. десятков нм до неск. мкм.

Возможность возникновения развитой поверхности масла — вода вблизи темп-ры инверсии фаз связана с резким уменьшением величины *поверхностного натяжения* на этой границе в присутствии амфифильного вещества. Прямые измерения показывают, что добавление амфифильного вещества [а возможно, и спирта и (или) неорганич. соли] может привести практически к полному исчезновению *поверхностного натяжения* (т. н. ультранизкое *поверхностное натяжение*).

Коллоидные растворы

К коллоидным растворам, в широком смысле, кроме мицеллярных Р. (наз. также ассоцирующимися коллоидами) относят разнообразные суспензии (взвеси) частиц, таких, как белковые глобулы, вирусы (см. *Клеточные структуры*), металлические и полимерные золи и т. п. Частицы в коллоидном Р. взаимодействуют посредством слабых сил: ван-дер-ваальсово притяжение конкурирует с отталкиванием заряженных поверхностей частиц (в условиях экранирования зарядов ионами Р.). В случае гидрофильных частиц (т. н. гидрофильные коллоиды), к к-рым относятся глинистые минералы, а также практически все водорастворимые вещества биол. происхождения, существ. роль играют т. н. гидратац. силы, обязанные искажению структуры растворителя вблизи поверхностей частиц (на расстоянии 1—3 нм).

С течением времени частицы, совершающие в коллоидном Р. *броуновское движение*, слипаются — коагулируют. Скорость этого процесса сильно зависит от величины потенц. барьера на кривой потенц. энергии взаимодействия частиц в Р. (рис. 19), отделяющего

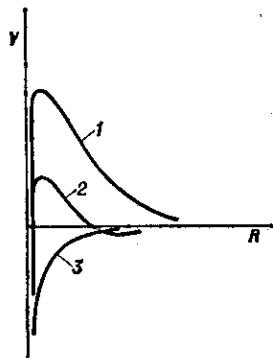


Рис. 19. Потенциальная энергия двух коллоидных частиц, находящихся на расстоянии R друг от друга: 1 — малая концентрация ионов; 2 — концентрация ионов, соответствующая порогу коагуляции; 3 — большая концентрация ионов.

состояние слипшихся частиц от состояния системы до коагуляции. Высота потенц. барьера уменьшается с ростом концентрации ионов Р. и обращается в нуль при нек-рой их критич. концентрации, зависящей от темп-ры, электрич. свойств поверхностей коллоидных частиц и зарядов ионов (кривая 2). При концентрациях ионов, больших критической, имеет место т. н. быстрая коагуляция, при меньших — медленная коагуляция с флуктуац. преодолением потенц. барьера.

При коагуляции могут возникать как упорядоченные, так и неупорядоченные агрегаты. К первым относятся, напр., тактоиды, образующиеся в Р., содержащих капсиды вируса табачной мозаики, и/по существу представляющие собой нематические фазы лиотропных жидких кристаллов. Упорядоченные кубические кристаллы возникают в Р., содержащих полимерные частицы (напр., шарики латекса диаметром 100—1000 нм). К неупорядоченным агрегатам относятся т. н. гели, к-рые образуются в коллоидных Р. разл. состава и представляют собой упругие твёрдые тела, имеющие трёхмерный кар-

кас из слипшихся коллоидных частиц — цилиндров, пластинок и т. п. Пустоты в каркасе заполнены растворителем. Полимерные гели образованы макромолекулами, скреплёнными между собой к.-л. хим. агентами (напр., резина, набухшая в бензине, представляет собой Р. нитей каучука, «сшитых» в нек-рых точках серными мостиками). Содержание растворителя в геле может увеличиваться (набухание) или уменьшаться (осушение) при изменении темп-ры или (и) ионной силы Р. Как правило, набухание гелей ограничено, а избыток жидкости отслаивается в отд. фазу.

Модуль упругости геля зависит от концентрации «сшивок» между отд. частицами (рис. 20), причём конечный

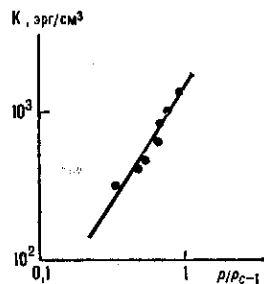


Рис. 20. Зависимость модуля упругости K геля от концентрации «сшивок» между полимерными модулями [по оси абсцисс — параметр надкритичности $(p/p_c - 1)$, где p — концентрация «сшивок», p_c — её критич. значение].

модуль сдвига появляется при нек-рой критич. концентрации «сшивок». Процесс образования геля из жидкого коллоида наз. фазовым переходом золь — гель.

Коллоидные Р. глинистых минералов, подобных монтмориллониту, обладают свойством тиксотропии, а именно: при механич. размешивании Р. представляет собой жидкость, а в состоянии покоя — гель. Трёхмерный каркас монтмориллонитовых гелей образован кристаллич. алюмосиликатными пластинками (диаметром в неск. сотен нм, толщиной ок. 1 нм), несущими заряды — отрицательные на поверхностях и положительные на торцах. В геле соседние пластинки могут быть ориентированы как параллельно друг другу (т. н. плотные контакты; в этом случае расстояние между ними определяется балансом электростатических, ван-дер-ваальсовых и гидратационных сил; рис. 21), так и пер-

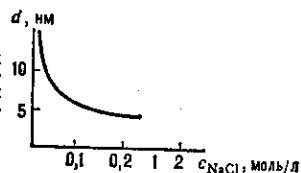


Рис. 21. Зависимость расстояния d между параллельными алюмосиликатными пластинками монтмориллонита от концентрации NaCl .

пендикулярно друг другу. В зависимости от содержания воды и разл. солей (глинистые минералы обладают свойством избират. связывания ионов из раствора, напр. ионов K^+ , Cs^+ , Ca^{++} , Sr^{++} и др.) относит. доля контактов двух типов изменяется, а с ней изменяются и реологич. свойства гелей.

Особенность мн. коллоидных Р. — наличие значит. времён релаксации неравновесных состояний: даже в сравнительно разбавленных суспензиях релаксац. процессы могут длиться неделями и месяцами.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Статистическая физика, ч. 1, 3 изд., М., 1976; Курс физической химии, 2 изд., т. 1, М., 1969; Сивухин Д. В., Общий курс физики, 2 изд., т. 2 — Термодинамика и молекулярная физика, М., 1979; Веденов А. А., Левченко Е. Б., Надмолекулярные жидкокристаллические структуры в растворах амфифильных молекул, «УФН», 1983, т. 141, с. 3; Веденов А. А., Физика растворов, М., 1984; Микромульсии. Структура и динамика, под ред. С. Е. Фриберга, П. Боторея, пер. с англ., М., 1990.

А. А. Веденов, Е. Б. Левченко.
РАСТР (от лат. *rastrum* — грабли) — решётка, обычно служащая для пространственного структурного преобразования проходящего через неё или отражённого ею направленного пучка лучей. Решётчатые структуры, взаимодействующие не со световыми, а с др. рода излу-