

Конструкционные материалы (студенты, аспиранты, молодые ученые).

Задача 4 «Агрегативная устойчивость дисперсных систем» (базовая).

Получение лиофобных дисперсных систем с радиусом частиц менее 1 мкм представляет определенные трудности, так как значительное увеличение удельной поверхности сопровождается значительным приростом удельной свободной поверхностной энергии. Применение методов диспергирования, в том числе и с использованием модификаторов, а также различных механизмов (шаровые, струйные, бисерные мельницы, дезинтеграторы, коллоидные мельницы) и др. позволяет получать частицы с размерами не менее 0,1 мкм. Поэтому дисперсные системы с меньшим размером частиц получают часто конденсационным методом.

Однако и в этом случае получение наноразмерных частиц сопряжено с определенными трудностями, так как такие частицы, имея огромную удельную поверхность, обладают большим избытком некомпенсированной поверхностной энергии. Дисперсные системы с такими частицами метастабильны. Происходит самопроизвольное снижение поверхностной энергии путем укрупнения частиц и, следовательно, уменьшения удельной поверхности и избыточной поверхностной энергии. Это определяет неустойчивость нанодисперсий.

Второй путь снижения поверхностной энергии и повышения устойчивости нанодисперсий заключается в модификации поверхности частиц и снижении тенденции системы к росту зародышей, агрегации, образованию структур. Агрегативная устойчивость обеспечивается образованием на поверхности частиц адсорбционных, сольватных, двойных электрических слоев и других факторов устойчивости.

В полярных средах большую роль играет электростатический фактор агрегативной устойчивости, связанный с

образованием двойного электрического слоя (ДЭС) и возникновением сил электростатического отталкивания частиц при сближении на расстояния перекрытия ДЭС. Согласно теории ДЛФО взаимодействие между частицами определяется суммарным значением энергии электростатического отталкивания и энергии молекулярного притяжения.

1). Приведите и объясните уравнения расчета энергии молекулярного притяжения и электростатического отталкивания для слабо заряженных поверхностей и расстояний менее 50 нм, а также общий вид потенциальной кривой взаимодействия двух частиц $U = f(h)$ с радиусом r (1 балл).

2). Рассчитайте и постройте потенциальную кривую взаимодействия сферических частиц диаметром 100 нм в водном растворе NaCl при температуре 298 К, если потенциал диффузного слоя $\phi_\delta = 25$ мВ, значение $\chi = 1/\lambda = 10^8 \text{ м}^{-1}$, константа Гамакера $A^* = 0,5 \cdot 10^{-19}$. Расчет выполнить для расстояний между частицами $h = 2, 5, 10, 20, 40$ нм (3 балла).

3). Дайте обоснованный ответ, как меняется вид потенциальной кривой и агрегативная устойчивость системы при изменении размеров частиц и неизменном значении других параметров (1 балл).

Методические замечания:

1. Задача решается в рамках базовых знаний и здравого смысла
2. Вопросы можно задать в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и ре-

шениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html

4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).