

Получение коллоидных и грубодисперсных систем в лабораторном практикуме по физической химии для студентов нехимических специальностей технических ВУЗов

Студент гр. 10405119 Логонюк И.И., гр. 10405319 Руленков А.Д.
Научный руководитель – доцент кафедры «Инженерная экология», к.х.н. Зык Н.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Лабораторные работы по физической химии для нехимических специальностей технических ВУЗов имеют свою специфику, что связано с требованием в короткий срок научить студентов основным приемам экспериментальной работы.

Целью работы является получение дисперсных систем и коллоидный раствор гидроксида железа (III) методом конденсации и исследовать их свойства.

Дисперсные системы – это гетерогенные системы, состоящие, как минимум, из двух фаз. Одна из них является сплошной и называется дисперсионной средой. Другая фаза раздроблена и распределена в первой, ее называют дисперсной фазой. Степень раздробленности дисперсной фазы характеризуется размером частиц или дисперсностью (величина, обратная размеру частиц). Чем меньше размер частиц, тем выше дисперсность.

По характеру взаимодействия частиц дисперсной фазы с молекулами дисперсионной среды дисперсные системы делятся на два класса – лиофильные и лиофобные системы. Лيوфильные дисперсные системы характеризуются интенсивным взаимодействием частиц дисперсной фазы с молекулами дисперсионной среды, поэтому они образуются самопроизвольно. Леофобные дисперсные системы характеризуются слабым взаимодействием между частицами дисперсной фазы и молекулами дисперсионной среды, поэтому они не могут образоваться самопроизвольно. Дисперсные системы с размерами частиц дисперсной фазы от 10^{-7} до 10^{-9} м называются золями или высокодисперсными системами.

В зависимости от природы дисперсионной среды это могут быть гидрозоли (вода), органонозоли (органические жидкости), аэрозоли (газ) и т. д. Леофобные гидрозоли – это дисперсные системы, образование которых сопровождается затратами энергии ($\Delta G > 0$). Устойчивость гидрозолей достигается образованием на поверхности частиц дисперсной фазы защитных слоев (оболочек), состоящих из ионов-электролитов, молекул ПАВ или ВМС. Все перечисленные классы веществ могут быть использованы в качестве стабилизаторов гидрозолей.

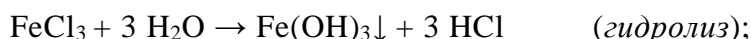
Существуют два основных способа получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Диспергирование – это дробление или измельчение вещества (с целью увеличения степени его дисперсности). Диспергирование может происходить под действием механического, ультразвукового или электрического воздействия.

В зависимости от агрегатного состояния диспергируемой фазы процесс диспергирования может называться: истирание или измельчение, если диспергируется твердая фаза; распыление, если диспергируется жидкость; барботаж, если диспергируется газовая фаза. При получении лиофобных дисперсных систем диспергирование связано с большими затратами энергии извне. Эта энергия расходуется на преодоление межмолекулярных сил сцепления внутри одной фазы (силы когезии), которые имеют химическую природу. Однако методом диспергирования очень сложно получить высокодисперсные системы. Это объясняется тем, что с уменьшением размеров частиц их прочность приближается к прочности идеального твердого тела и работа диспергирования (затраты энергии) резко возрастает. Диспергирование широко применяется при измельчении руд, производстве цемента, минеральных солей и удобрений, при сжигании жидкого топлива, производстве продуктов питания (мука, сахар и т. п.) и др.

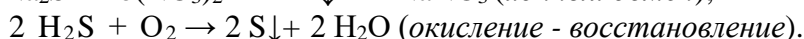
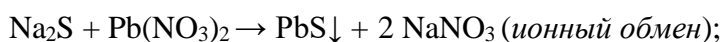
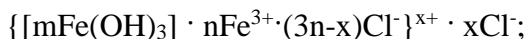
Метод конденсации основан на образовании частиц новой фазы в гомогенной среде (истинный раствор) в результате ассоциации молекул, атомов или ионов в условиях пересыщения. Создание таких условий (пересыщенный раствор) необходимо, чтобы образующиеся твердые или жидкие частицы не растворялись (испарялись, сублимировали). При пересыщении химический потенциал вещества в твердой (жидкой) фазе будет меньше, чем в растворе. Если образование частиц новой фазы происходит на поверхности зародышей, образующихся самопроизвольно, то конденсация называется гомогенной; если на уже имеющихся поверхностях раздела фаз (стенках, частицах посторонних веществ) – гетерогенной.

Факторы, которые приводят к пересыщенному (метастабильному) состоянию, можно разделить на физические и химические. В процессах физической конденсации пересыщение создается изменением температуры, давления, концентрации (конденсация паров с образованием облаков, тумана, аэрозолей металлов и их оксидов). В случае химической конденсации новая фаза также возникает в пересыщенном растворе, но последний образуется в результате протекания химической реакции (гидролиза, обмена, окисления - восстановления).

Например:



Степень гидролиза возрастает с повышением температуры и с увеличением разведения. Возможны следующие схемы строения мицелл:



В ходе выполнения работы в опыте 1 «Получение грубодисперсной системы (ГДС) мел в воде» и опыте 2 «Получение грубодисперсной системы масло в воде и ее стабилизация» в пробирки с дистиллированной водой вносятся один микрошпатель порошка мела или 6-8 капель масла, а затем раствор мыла для стабилизации системы, пробирки встряхивают и записывают наблюдения (например, постепенное расслоение полученной дисперсной системы) и выводы в отчет по работе.

В опыте 3 «Получение коллоидного раствора гидроксида железа (III) при гидролизе соли железа» при выполнении опыта в стакан объемом 50 см³ приливают 20 см³ дистиллированной воды, нагревают воду до кипения. В приготовленную воду при перемешивании стеклянной палочкой постепенно вливают 1 см³ 0,5 н. раствора хлорида железа (III). Полученный раствор снова нагревают и кипятят в течение 1–2 минут и сохраняют для следующих опытов.

Наблюдения и выводы в опыте 3:

1. Отметить цвет образовавшегося золья гидроксида железа (III).
2. Каким методом был получен данный золь?
3. Написать молекулярное и ионно-молекулярные уравнения реакций гидролиза хлорида железа (III), протекающего при нагревании, до образования гидроксида железа (III).
4. Указать ионы, которые должны адсорбироваться на поверхности частиц гидроксида железа (III). Учесть, что процесс гидролиза обратим и часть хлорида железа (III) остается в растворе.
5. Написать формулу мицеллы гидроксида железа (III) и обозначить ее составные части (потенциалопределяющие ионы, противоионы, адсорбционный слой ионов, диффузный слой).

ионов). Учсть, что процесс гидролиза обратим и часть хлорида железа (III) остается в растворе, поэтому ядро мицеллы состоит из m молекул $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а потенциалопределяющими ионами являются ионы Fe^{3+} .

В опыте 4 «Определение знака заряда коллоидной частицы» необходимо каплю раствора гидроксида железа (III) нанести на фильтровальную бумагу. Если частицы заряжены отрицательно, они следуют вместе с водой и получается большое окрашенное пятно. В случае положительно заряженной частицы в центре пятна образуется окрашенная зона, а вода расплывается намного дальше. Записывают результаты определения.

В опыте 5 «Коагуляция золь гидроксида железа (III) растворами электролитов» необходимо: отмерить в три пробирки одинаковые объемы полученного в опыте 3 золь гидроксида железа (III); в каждую пробирку добавлять по каплям (капли считать): в первую – 0,5 н. раствор хлорида натрия NaCl , во вторую – 0,5 н. раствор сульфата натрия Na_2SO_4 , в третью – 0,5 н. раствор ортофосфата натрия Na_3PO_4 до помутнения растворов.

Наблюдения и выводы:

1. Объяснить, почему золь гидроксида железа (III) мутнеет при добавлении растворов электролитов? Как называется процесс?

2. Учитывая знак заряда гранулы золь гидроксида железа (III), указать те ионы, которые вызвали коагуляцию (заполнить таблицу.)

3. Какой из этих ионов проявил наибольшую коагулирующую способность? Чем это объясняется?

В выводе по работе необходимо написать формулу мицеллы гидроксида железа (III) и обозначить ее составные части (потенциалопределяющие ионы, противоионы, адсорбционный слой ионов, диффузный слой ионов), при этом учсть, что процесс гидролиза обратим и часть хлорида железа (III) остается в растворе, поэтому ядро мицеллы состоит из m молекул $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а потенциалопределяющими ионами являются ионы Fe^{3+} ; привести значения порогов коагуляции золь гидроксида железа (III) растворами электролитов (сульфата натрия и сульфата магния) с указанием относительной ошибки их определения.