



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А.Б.ФАРАБИ

Основы нанотехнологии

Оспанова Жанар Бесембаевна,

и.о. профессора

КазНУ им. аль-Фараби

Факультет химии и химической технологии

Кафедра аналитической, коллоидной химии и технологии редких
элементов

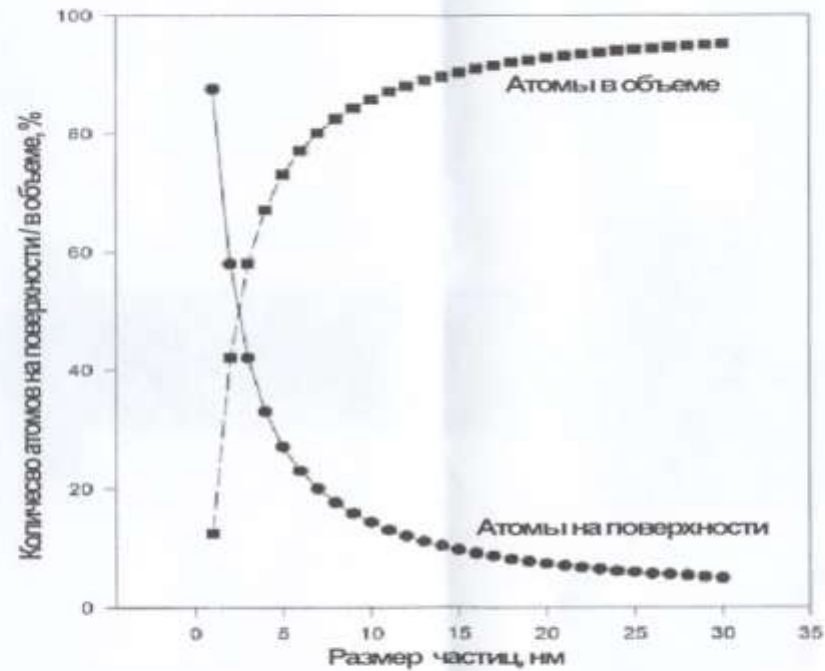
Оспанова Ж.Б.

Лекция 2. Наночастицы. Классификация наночастиц.

Дисперсное состояние вещества

- 1 Любое вещество может находиться в дисперсном состоянии, т.е. в виде дисперсных частиц (твердых, жидких, газообразных);
- 2 Дисперсные частицы имеют очень большую удельную поверхность, поэтому свойства дисперсных систем определяются в основном, поверхностными явлениями на границе раздела дисперсной фазы с дисперсионной средой.
- 3 Дисперсное состояние вещества характеризуется геометрическими, физическими и химическими особенностями.

Вклад поверхности



Зависимость доли атомов, находящихся в объеме и на поверхности сферической частицы от размера этой частицы.

Классификация дисперсных частиц

Признак классификации	Название дисперсных частиц
Размер частиц: 1 — 10 нм 10 нм — 1 мкм 1 — 100 мкм	Ультрадисперсные Высокودисперсные Грубодисперсные
Форма частиц: длина, ширина и толщина частиц примерно одинаковы и составляют от 1 нм до 10 мкм толщина частиц составляет от 1 нм до 10 мкм, длина и ширина — более 100 мкм диаметр поперечного сечения составляет от 1 нм до 10 мкм сферическая, кубическая эллипсоидная, призматическая	Объемные (трехмерные) Поверхностные (двухмерные): например, тонкие пленки и слои Линейные (одномерные): тонкие нити, волокна Симметричные Анизодиаметричные
Строение частиц: твердые частицы; жидкие капли и пленки; газовые пузырьки пленки мицеллы в растворах поверхностно-активных веществ; кластеры	Фазовые Псевдофазовые
Химический состав частиц	Неорганические Органические Полимерные Биополимерные

Классификация нанодисперсных частиц по мерности

Трехмерные – все три размера находятся в наноинтервале, имеют малый радиус кривизны (коллоидные растворы, золи, аэрозоли, микроэмульсии, зародышевые частицы, сферические мицеллы)

Двухмерные – поперечные размеры находятся в наноинтервале, а длина может быть сколь угодно велика (тонкие волокна, капилляры, поры, цилиндрические мицеллы)

Одномерные – только один размер (толщина) находится в наноинтервале, два других могут быть сколь угодно велики (тонкие жидкие пленки, адсорбционные моно- и полислои, пленки Ленгмюра-Блоджет)

- 1) ультрадисперсные системы = 1 – 10 нм (наносистемы);
- 2) высокодисперсные системы = 10 нм – 1 мкм;
- 3) грубодисперсные системы 1 – 100 мкм.

У. Крейбиг

I область Молекулярные кластеры	II область Кластеры твердого тела	III область Микрористаллы	IV область Частицы компактного вещества
$N \leq 10$	$10^2 \leq N \leq 10^3$	$10^3 \leq N \leq 10^4$	$N > 10^5$
Поверхность и объем неразличимы	Поверхность/ объем ≈ 1	Поверхность/ объем < 1	Поверхность/ объем $\ll 1$

Н.Такео

Сверхмалые кластеры	Малые кластеры	большие кластеры
$2 < N \leq 20$	$20 < N \leq 500$	$500 < N \leq 10^7$
$2R \leq 1,1 \text{ нм}$	$1,1 \text{ нм} \leq 2R \leq 3,3 \text{ нм}$	$3,3 \text{ нм} \leq 2R \leq 100$
Поверхность объемы различимы	и не $0,9 \geq N_s/N_v \geq 0,5$	$0,5 \geq N_s/N_v$

Г.Б. Сергеев, В.Е. Боченков

Химия атомов	Нанохимия					Химия твёрдого тела
	Число атомов в частице					
Единичные атомы	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁶	Компактное вещество
Диаметр, нм		1	2 3	5 7	10	> 100

Особенности наночастиц

- 1 Сложная внутренняя организация ультрадисперсных частиц. Особая структура псевдофазовых наночастиц (кластеров и мицелл ПАВ)
- 2 Сильная зависимость различных свойств от размера частиц, наличие у наночастиц квантовых свойств
- 3 Наночастицы состоят из небольшого числа (10^2 - 10^4) атомов, поэтому неизбежны значительные флуктуации и большой статистический разброс различных свойств

- 4 Для описания процессов и реакций, происходящих с участием наночастиц, наряду с масштабом «размер» очень важен и масштаб «время», так как многие процессы с участием наночастиц протекают в доли секунд (10^{-15}) – фемтосекунды, 10^{-12} - 10^{-6} с
- 5 Поверхность твердых наночастиц имеет сложную структуру с наноразмерными острыми выступами и впадинами.
- 6 Жидкие и газовые наночастицы (капли и пузырьки) обладают большой кривизной вследствие высокого капиллярного давления

Размерный эффект

- Размерный эффект— комплекс явлений, связанных с существенным изменением физико-химических свойств вещества вследствие:
- 1) непосредственного уменьшения размера частиц;
- 2) вклада границ раздела в свойства системы;
- 3) соизмеримости размера частиц с физическими параметрами, имеющими размерность длины и определяющими свойства системы

Вопросы для обсуждения на семинар

- Высокодисперсные системы как объекты коллоидной химии. Наночастицы - представители высокодисперсных систем
- Новые качества наночастиц. Обоснование минимального и максимального размера наночастиц. Разнообразие и многообразие форм наночастиц. Трёхмерные, двухмерные и одномерные наночастицы.
- Классификация наночастиц по агрегатному состоянию. Особенности кристаллических и аморфных наночастиц. Разнообразие структур и форм наночастиц. Структура и фазовое состояние наночастиц различных модификаций.
- Причины повышенной удельной поверхности наночастиц. Полидисперсность наночастиц. Геометрическая неоднородность наночастиц. Распределение наночастиц по размерам: нормальное и логарифмическое нормальное