



***Наночастицы и  
кластеры металлов***

***Наночастица*** — изолированный твёрдофазный объект, имеющий отчётливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трёх измерениях составляют от 1 до 100 нм.

Твёрдые частицы размером менее 1 нм обычно относят к кластерам, более 100 нм — к субмикронным частицам.

В биомедицинских нанотехнологиях наночастицами условно называют и объекты диаметром до нескольких сотен нанометров, малый размер которых также играет значительную роль в их свойствах и применении (в частности, обеспечивая повышенную всасываемость слизистой при пероральном введении и пассивную «адресацию» системно вводимых противоопухолевых препаратов).

# *Применение наночастиц*

1. Создание высокопрочных, в том числе композитных, конструкционных материалов.
2. Микроэлектроника и оптика (микросхемы, компьютеры, оптические затворы и т.д.).
3. Энергетика (аккумуляторы, топливные элементы, высокотемпературная сверхпроводимость и др.).
4. Химическая технология.
5. Военная промышленность.

6. Научные исследования (метки и индикаторы).

7. Охрана окружающей среды (наночипы и наносенсоры).

8. В медицине: «транспортировка» лекарственных средств, шовные и перевязочные материалы, создание биосовместимых имплантантов и др.

9. В парфюмерно-косметической промышленности наночастицы используются как составная часть солнцезащитных кремов.
10. В сельском хозяйстве: для более эффективной доставки средств защиты растений и удобрений, для нанокапсулирования вакцин.
11. В генной инженерии: для доставки ДНК в растения.

## 12. В пищевой промышленности:

- фильтры для очистки воды;
- получение более лёгких, прочных, термически устойчивых и обладающих антимикробным действием упаковочных материалов;
- обогащение пищевых продуктов микронутриентами;
- использование наночипов для идентификации условий и сроков хранения пищевой продукции и обнаружения патогенных микроорганизмов.

*Кластер* представляет собой группу из небольшого (счётного) и, в общем случае, переменного числа взаимодействующих атомов, ионов или молекул.

В зависимости от типа объединяемых частиц кластеры подразделяют на атомные, ионные и молекулярные.

В зависимости от состава кластеры делятся на металлические, углеродные и т.д.

Нанокластеры по степени упорядоченности структуры подразделяются на упорядоченные, иначе называемые магическими, и неупорядоченные.

В магических нанокластерах атомы или молекулы расположены в определённом порядке и довольно сильно связаны между собой. Благодаря этому обеспечивается сравнительно высокая устойчивость магических нанокластеров, их невосприимчивость к внешним воздействиям.

Магические нанокластеры по своей устойчивости подобны нанокластерам. Вместе с тем в магических нанокластерах атомы или молекулы в своём расположении не образуют кристаллическую решётку, типичную для нанокристаллов.

Классическим примером магических кластеров может служить семейство фуллеренов, включающее  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{84}$ .

Неупорядоченные нанокластеры характеризуются отсутствием порядка в расположении атомов или молекул и слабыми химическими связями. Этим они существенно отличаются как от магических нанокластеров, так и от нанокристаллов. Вместе с тем неупорядоченные нанокластеры играют особую роль в процессах образования нанокристаллов.

# Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой наночастица?
2. Где применяются наночастицы?
3. Что представляет собой кластер?
4. На какие типы подразделяются нанокластеры по степени упорядоченности структуры?
5. Чем отличаются магические нанокластеры от нанокристаллов?
6. Чем характеризуются неупорядоченные нанокластеры?