

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ШКОЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Муравьева Е.Э., Гуменюк О.М.

с.Верхнепашино, Красноярский край,
МБОУ Верхнепашинская СОШ № 2, 10 класс

Руководитель: Кузьменко С.Н., с.Верхнепашино, Красноярский край,
МБОУ Верхнепашинская СОШ № 2, учитель химии высшей категории

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте V Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://school-science.ru/5/13/34748>

Цель работы:

Получение нанообъекта в школьной лаборатории и исследование его свойств.

Задачи:

- Найти информацию в различных источниках о нанотехнологии, ее объектах;
- Собрать информацию об областях применения этих веществ;
- Получить ферромагнетики в школьной лаборатории, исследовать их свойства;
- Сделать выводы по проведенным исследованиям.

В настоящее время немногие знают, что такое нанотехнология, хотя за этой наукой стоит будущее. Более 100 лет назад знаменитый физик Макс Планк впервые приоткрыл дверь в мир атомов и элементарных частиц. Его квантовая теория позволила предположить, что эта сфера подчинена новым, удивительным законам.

Что скрывается под приставкой «нано»

В последние годы в заголовках газет и журнальных статьях мы все чаще встречаем слова, начинающиеся с приставки «нано». По радио и телевидению практически ежедневно нам сообщают о перспективах развития нанотехнологий и первых полученных результатах. Что же означает слово «нано»? [4] Оно происходит от латинского *nanus* – «карлик» и буквально указывает на малый размер частиц. В приставку «нано» ученые вложили более точный смысл, а именно одна миллиардная часть. Например, один нанометр – это одна миллиардная часть метра, или $0,000000001\text{ м}$ (10^{-9} м)

Нанотехнология как наука

Повышенный интерес исследователей к нанообъектам вызван обнаружением у них необычных физических и химических свойств, что связано с проявлением так называемых «квантовых размерных эффектов». [7] Эти эффекты вызваны тем, что с уменьшением размера и переходом от макроскопического тела к масштабам нескольких сот или нескольких тысяч атомов, плотность

состояний во внешней зоне и в зоне проводимости резко изменяется, что отражается на свойствах обусловленных поведением электронов, в первую очередь магнитных и электрических. Имевшаяся в макромасштабе «непрерывная» плотность состояний заменяется на отдельные уровни, с расстояниями между ними, зависимыми от размеров частиц. В таких масштабах материал перестает демонстрировать физические свойства присущие макросостоянию вещества или проявляет их в измененном виде. Благодаря такому размерно-зависимому поведению физических свойств и не типичности этих свойств по сравнению со свойствами атомов с одной стороны, и макроскопических тел с другой, наночастицы выделяют в отдельную, промежуточную область, и нередко называют «искусственными атомами»

История развития нанотехнологий [8]

Отцом нанотехнологии можно считать греческого философа Демокрита. Примерно в 400 г. до н.э. он впервые использовал слово «атом», что в переводе с греческого означает «нераскалываемый», для описания самой малой частицы вещества.

1905 год. Швейцарский физик Альберт Эйнштейн опубликовал работу, в которой доказывал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.

1931 год. Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты.

1959 год. Американский физик Ричард Фейнман впервые опубликовал работу, в которой оценивались перспективы миниатюризации.

1968 год. Альфред Чо и Джон Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нанотехнологии при обработке поверхностей.

1974 год. Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот слово «нано»

технологии», которым предложил называть механизмы, размером менее одного микрона. Греческое слово «нанос» означает примерно «старичок».

1981 год. Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали микроскоп, способный показывать отдельные атомы.

1985 год. Американский физик Роберт Керл, Хэрولد Крото и Ричард Смэйли создали технологию, позволяющую точно измерять предметы, диаметром в один нанометр.

1986 год. Нанотехнология стала известна широкой публике. Американский футуролог Эрк Дрекслер опубликовал книгу, в которой предсказывал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться.

В 1959 году нобелевский лауреат Ричард Фейнман в своем выступлении предсказал, что в будущем, научившись манипулировать отдельными атомами, человечество сможет синтезировать все, что угодно. В 1981 году появился первый инструмент для манипуляции атомами – туннельный микроскоп, изобретенный учеными из ИВМ. Оказалось, что с помощью этого микроскопа можно не только «видеть» отдельные атомы, но и поднимать и перемещать их. Этим была продемонстрирована принципиальная возможность манипулировать атомами, а стало быть, непосредственно собирать из них, словно из кирпичиков, все, что угодно: любой предмет, любое вещество.

Нанотехнологии обычно делят на три направления:

- изготовление электронных схем, элементов которых состоят из нескольких атомов;
- создание наномашин, то есть механизмов и роботов размером с молекулу;
- непосредственная манипуляция атомами и молекулами и сборка из них чего угодно.

В 1992 году, выступая перед комиссией Конгресса США, доктор Эрик Дрекслер нарисовал картину обозримого будущего, когда нанотехнологии преобразят наш мир. Будут ликвидированы голод, болезни, загрязнение окружающей среды и другие насущные проблемы, стоящие перед человечеством.

Применение [5]

В настоящее время магнитные жидкости активно изучают в развитых странах: Японии, Франции, Великобритании, Израиле. Ферромагнитные жидкости используются для создания жидких уплотнительных устройств вокруг вращающихся осей в жестких дисках. Ферромагнитная жидкость также используется во многих динамиках для высоких частот, для отвода тепла от звуковой катушки [2].

Текущие применения:

- Термозащита;

- Оптическая защита (видимый свет и УФ-излучение);

- Чернила для принтеров;
- Носители для записи информации.

Перспектива на 3–5 лет:

- Направленный перенос лекарственных препаратов;
- Генная терапия;
- Нанокomпозиционные материалы для автомобильной промышленности;
- Легкие и противокоррозионные нанокomпозиционные материалы;
- Нанотехнология для производства пищевых продуктов, косметики и других предметов быта.

Долгосрочная перспектива:

- Применение нанотехнологии в энергетике и топливной промышленности;
- Нанотехнология средств защиты окружающей среды;
- Использование нанотехнологии для изготовления протезов и искусственных органов;
- Использование наночастиц в интегральных наноразмерных датчиках;
- Нанотехнология в космических исследованиях;
- Синтез наноматериалов в жидких неводных средах;
- Использование наночастиц для очистки и обеззараживания.

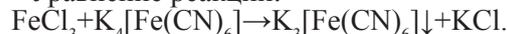
Практическая часть

1. Лабораторный опыт №1

Получение наночастиц серебра

В коническую колбу налили 10мл дистиллированной воды, добавив 1мл 0,1 М раствора нитрата серебра и одну каплю 1%-го раствора танина (он выступает в роли восстановителя). Нагрели раствор до кипения и добавили к нему по каплям при перемешивании 1%-й раствор карбоната натрия. Образуется коллоидный раствор серебра оранжево-желтой окраски.

Уравнение реакции:



2. Лабораторный опыт №2

Получение наночастиц берлинской лазури

Налили в колбу 10мл дистиллированной воды и добавили в нее 3мл 1%-го раствора желтой кровяной соли и 1мл 5%-го раствора хлорида железа(III). Выделившийся синий осадок отфильтровали. Часть его перенесли в стакан с дистиллированной водой, добавили в него 1мл 0,5%-го раствора щавельной кислоты и перемешали взвесью стеклянной палочкой до полного растворения осадка. Образуется ярко синий золь, содержащий наночастицы берлинской лазури.

3. Лабораторный опыт №3

Получим ФМЖ в лаборатории

1. Взяли масло (подсолнечное), а также тонер для лазерного принтера (субстанция в виде порошка). Смешали оба ингредиента до консистенции сметаны.

2. Для того чтобы эффект был максимальным, нагрели получившуюся смесь на водяной бане в течение приблизительно получаса, не забывая при этом ее помешивать.

Сильным намагничиванием обладает далеко не каждый тонер, а только двухкомпонентный – содержащий в составе девелопер. Значит нужно выбирать наиболее качественный.

4. Взаимодействие магнитной жидкости с магнитным полем

Магнитная жидкость взаимодействует с магнитным полем следующим образом: если поднести магнит сбоку, то жидкость ползет на стенку и может подняться за магнитом как угодно высоко. Меняя направление движения магнитной жидкости, можно создать рисунок на стенке сосуда. Движение магнитной жидкости в магнитном поле можно наблюдать и на предметном стекле. Магнитная жидкость, налитая в чашку Петри, заметно вспучивалась при поднесении магнита, но не покрывалась шипами. Нам удалось воспроизвести только с готовой магнитной жидкостью МФ-01 (производитель – ООО «НПО «Сантон»). Для этого налили магнитную жидкость тонким слоем в чашку Петри и поднесли к ней один магнит, затем несколько магнитов. Жидкость меняет свою форму, покрываясь «шипками», напоминающими колючки ежа.

5. Эффект Тиндалля

Добавили в дистиллированную воду немного магнитной жидкости и тщательно перемешали раствор. Пропустили через стакан с дистиллированной водой и через стакан с полученным раствором луч света от лазерной указки. Лазерный луч проходит через воду, не оставляя следа, а в растворе магнитной жидкости оставляет светящуюся дорожку. Основа появления конуса Тиндалля – рассеяние света коллоидными частицами, в данном случае частицами магнетита. Если размер частицы меньше длины полуволны падающего света, то наблюдается дифракционное рассеяние света. Свет огибает частицы и рассеивается в виде волн, расходящихся во все стороны. В коллоидных системах размер частиц дисперсной фазы составляет 10^{-9} – 10^{-7} м, т.е. лежит в интервале от нанометров до долей микрометров. Эта область превосходит размер

типичной малой молекулы, но меньше размера объекта, видимого в обычном оптическом микроскопе.

6. Изготовление «магнитной» бумаги

Взяли кусочки фильтровальной бумаги, пропитали их магнитной жидкостью и высушили. Наночастицы магнитной фазы, заполнив поры бумаги, придали ей слабые магнитные свойства – бумага непосредственно притягивается к магниту. Нам удалось с помощью магнита вытащить из стакана через стекло фигурку, изготовленную из «магнитной» бумаги.

7. Исследование поведения магнитной жидкости в этаноле

В этиловый спирт добавили небольшое количество полученной нами магнитной жидкости. Тщательно перемешали. Наблюдали за скоростью оседания частиц магнетита. Частицы магнетита осели за 2-3 минуты вне магнитного поля. Интересно ведет себя магнетит, осевший в этаноле – он компактно в виде сгустка перемещается вслед за магнитом, не оставляя следа на стенке пробирки. Оставленный в таком положении, он сохраняет его в течение длительного времени вне магнитного поля.

8. Опыты по удалению с поверхности воды загрязнений из машинного масла

В воду налили немного машинного масла, затем добавили небольшое количество магнитной жидкости. После тщательного перемешивания дали смеси отстояться. Магнитная жидкость растворилась в машинном масле. Под действием магнитного поля пленка из машинного масла с растворенной в нем магнитной жидкостью начинает стягиваться к магниту. Поверхность воды постепенно очищается.

9. Сравнение смазочных свойств машинного масла и смеси машинного масла с магнитной жидкостью

Поместили в чашки Петри машинное масло и смесь машинного масла с магнитной жидкостью. Поместили в каждую чашку постоянный магнит.

Наклоняя чашки, перемещали магниты и наблюдали за скоростью их перемещения. В чашке с магнитной жидкостью магнит перемещался несколько легче и быстрее, чем в чашке с машинным маслом. Отдельные наночастицы, содержащие не более 1000 атомов, называют кластерами. Свойства таких частиц значительно отличаются от свойств кристалла, в котором содержится огромное количество атомов. Это объясняется особой ролью поверхности, ведь реакции с участием твердых тел происходят не в объеме, а на поверхности.

Вывод

Магнитная жидкость (ферромагнитная жидкость, феррофлюид) представляет собой устойчивую коллоидную систему, состоящую из ферромагнитных частиц нанометровых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в несущей жидкости, в качестве которой обычно выступает органический растворитель или вода. По свойствам ферромагнитная жидкость напоминает «жидкий металл» – реагирует на магнитное поле и находит широкое применение во многих отраслях. Таким образом, изучив свойства ферромагнитной жидкости нам удалось получить нанообъекты в школьной лаборатории.

Список литературы

1. Брук Э. Т., Фертман В. Е. «Еж» в стакане. Магнитные материалы: от твердого тела к жидкости. Минск, Высшая школа, 1983.
2. Штанский Д. В., Левашов Е. А. Многокомпонентные наноструктурные тонкие пленки: проблемы и решения. Изв. ВУЗов. Цветная металлургия № 3, 52 (2001).
3. <http://teslacoil.ru/himiya/ferrofluid/>
4. <http://khd2.narod.ru/technol/magliq.htm>.
5. <http://nanoarea.ru/index.php/dispersia-pokritia/140-obzor-primenenii>
6. <http://dic.academic.ru>
7. <http://magneticliquid.narod.ru/applications/011.htm>
8. <http://khd2.narod.ru/technol/magliq.htm>
9. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ferrofluid_Magnet_under_glass_edit.jpg?uselang=ru