

Муниципальное бюджетное общеобразовательное  
учреждение гимназия № 8 им. академика Н.Н. Боголюбова  
города Дубны Московской области

## **Атомная физика и нанотехнологии**

Работа учеников 11А класса:  
Новикова Бронислава  
Александровича,  
Строгановой Анастасии  
Владимировны.

Руководитель проекта:  
Учитель физики: Смирнова  
Ирина Александровна

Работа допущена к защите 15 мая 2019 г.

Подпись руководителя проекта

(Смирнова И.А.)

Дубна, 2019 г

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Направления нанотехнологий и их использование в различных сферах.....	4
2. Проведение практической части «Самосборка ансамблей наночастиц в капле растворителя».....	5
Заключение.....	9
Использованные материалы.....	10

## Введение

В 1932 году произошло открытие нейтрона и создание нейтронно-протонной модели атомного ядра. В результате данных новшеств произошло выделение из атомной физики самостоятельного, бурно развивающегося направления – ядерной физики.

Ядерная физика изучает структуру и свойства атомных ядер. Данные, которые возможно получить благодаря физическим опытам по рассеянию нейтронов с веществом, используются для выявления атомной структуры и характера передвижения атомов в различных кристаллах, жидкостях и отдельных молекулах.

В 1981 году появился первый инструмент для манипуляции атомами — туннельный микроскоп, изобретённый учеными из IBM. Оказалось, что с

С помощью этого микроскопа можно не только “видеть” отдельные атомы, но и поднимать и перемещать их. Понятие “**нанотехнологии**” ввел в 1974 году японец Норё Танигути для описания процесса построения новых вещей из отдельных атомов. Сумио Иидзима, создал в 1991 году углеродные нанотрубки, диаметр которых составляет несколько тысячных долей диаметра человеческого волоса, а длина – порядка 100 нанометров. Вот эти углеродные нанотрубки и стали первым реальным наноматериалом, на основе которого строятся сейчас различные вещи, предлагаемые на рынке новых товаров.

Многие физические законы, справедливые в макроскопической физике, для наночастиц нарушаются. Например, известные формулы сложения сопротивлений проводников при их параллельном и последовательном соединении становятся несправедливыми. Вода в нанопорах горных пород не замерзает до -20...-30 градусов Цельсия, а температура плавления наночастиц золота существенно меньше по сравнению с массивным образцом.

**Нанотехнологии** – это технологии работы с веществом на уровне отдельных атомов. Это значит, что даже самые точные приборы, произведённые человеком до сих пор, на атомарном уровне выглядят как беспорядочная мешанина. Переход от манипуляции с веществом к манипуляции отдельными атомами — это качественный скачок, обеспечивающий беспрецедентную точность и эффективность.

### Цель:

Исследование моделирования наночастиц при использовании компьютерной программы 3D Builder.

### Задачи работы:

1. Проанализировать исторические и теоретические материалы образование наночастиц.
2. Проследить процедуру формирования наночастиц в различных условиях.
3. Разработать модели с помощью виртуального лабораторного практикума «3D Builder».

### План работы:

1. Теоретическое изучение понятий «атомная физика»; «ядерная физика»; «нанотехнологии».
2. Изучение основных направлений использования нанотехнологий в различных сферах жизнедеятельности, выявление основных плюсов и минусов.
3. Проведение исследований наночастиц:
  - Подготовка материалов для исследования
  - Использование специальной программы моделирования наночастиц
  - Вывод по окончанию исследования
4. Общий вывод ко всей работе.

## 1. Направления нанотехнологий и их использование в различных сферах

**Нанотехнологии обычно делят на три направления:**

1. изготовление электронных схем, элементы которых состоят из нескольких атомов;
2. создание наномашин - механизмов и роботов размером с молекулу;
3. манипуляция атомами и молекулами и сборка из них чего угодно;

Благодаря стремительному прогрессу в таких технологиях, как оптика, нанолитография, механохимия и 3D прототипирование, нанореволюция может произойти уже в течение следующего десятилетия. Когда это случится, нанотехнология окажет огромное влияние практически на все области промышленности и общества.

**Использование нанотехнологий очень многообразное, они используются в различных сферах:**

1) **Наномедицина** — слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя разработанные наноустройства и наноструктуры.

Наномедицина подразумевает применение достижений нанотехнологии при лечении и омоложении человека, включая достижение физического бессмертия.

Огромные возможности нанотехнологий помогут человеку избавляться от болезней очень легко и просто и то, что когда то казалось неизлечимым, окажется пустяком – вот к чему стремятся ученые, разрабатывающие нанолечения, которые будут доставляться кровотоком непосредственно к больному органу человека.

2) Предполагается, что нанотехнологии смогут, наконец, решить проблему бедности и голода путем замены "естественных механизмов" производства пищи их искусственными аналогами - комплексами из молекулярных роботов. Они будут выполнять те же химические процессы, что происходят в живом организме или в растении и вырабатывать те же продукты, однако более коротким и эффективным путем. В домах вместо холодильников появятся мини-фабрики пищевых продуктов, изготавливающих по заказу любой продукт, включая деликатесы. Сейчас нам трудно в это поверить, однако в ближайшем будущем это будет возможно, данные нововведения облегчат нашу жизнь.

3) Нанотехнологии предвещают достижение бессмертия людей с помощью внедрения в организм молекулярных роботов, которые останавливают старение клеток, а также перестраивают и "облагораживают" ткани человеческого тела.

4) Принципы всемирного тяготения позволяют протянуть от Земли в космос некоторый трос, по которому можно подниматься в космос как на лифте. Нанотехнологии позволят создать из нанотрубок такой сверхпрочный и сверхлегкий трос и воплотить эту мечту в реальность. Нанороботы смогут сделать другие планеты, например Марс или Луну, пригодными для заселения человеком, построят там из природных материалов космические станции.

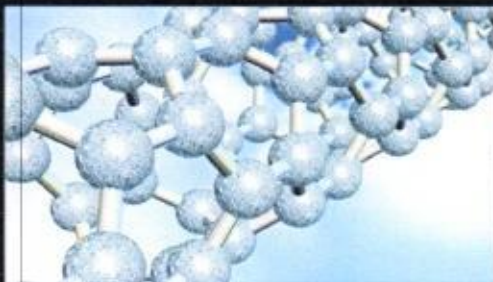
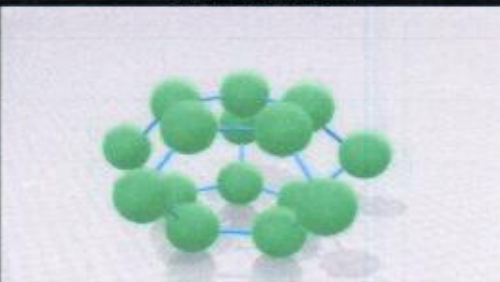
5) Ученые работают над созданием робота размером с молекулу - "вечного" элемента питания, который не будет нуждаться в подзарядке. Нанотехнологии могут реально осуществить переход от ныне существующих планарных структур микросхем к трехмерным микросхемам, при этом размеры активных элементов уменьшаться до размеров молекул. Рабочие частоты компьютеров достигнут терагерцовых величин. Получат распространение схемные решения на нейроподобных элементах. Появится быстродействующая долговременная память на белковых молекулах, емкость которой будет измеряться терабайтами. Станет возможным "переселение" человеческого интеллекта в компьютер.

## 2. Проведение практической части «Самосборка ансамблей наночастиц в капле растворителя»

### Визуализационное моделирование.

Для моделирования наночастицы мы решили использовать программу 3D Builder, для того чтобы наглядно разглядеть структуру частицы и ее физические свойства.

Мы подготовили данные и материалы для моделирования. За наночастицу мы решили взять частицу серебра, используя программу 3D Builder мы смоделировали нашу частицу (этапы моделирования представлены далее). По завершению моделирования мы извлекли данные, характеризующие наночастицу серебра.

Элемент	Изображение	Изображение моделированной структуры
<p>AG Серебро</p>		

Для моделирования мы решили использовать частицу Серебра.

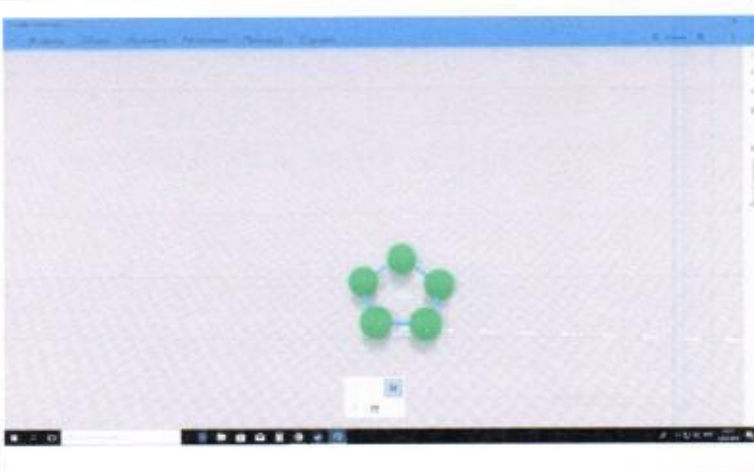
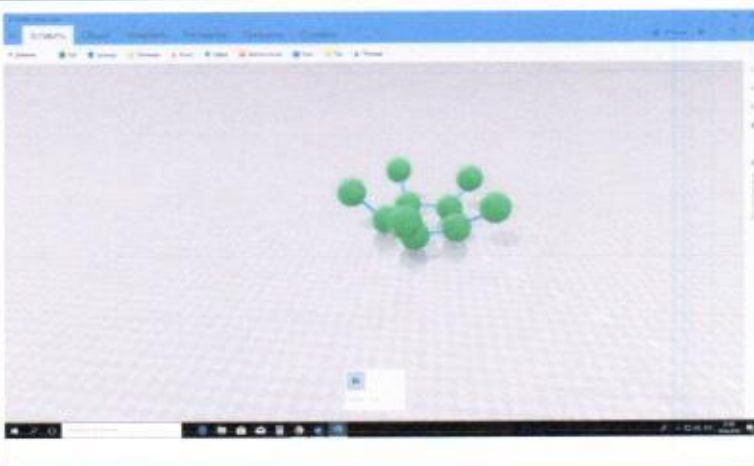
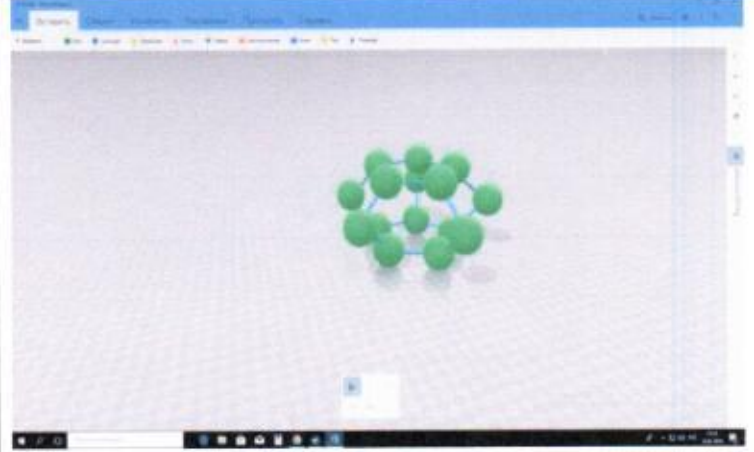
Плотность AG=10,50 г/см<sup>3</sup>

Размер AG=13-18 нм

Координационное числоAG=2

Используя данные, мы легко смоделировали нужную частицу, затем изучили ее.

### Этапы моделирования

1		
2		
3		

### *«Самосборка ансамблей наночастиц в капле растворителя»*

Капля, нанесенная на материал, после испарения оставляет на ней ансамбль из микросфер («кольца»). Их структура зависит от многих параметров. Поэтому, для моделирования наноструктурированных материалов с заранее заданными свойствами весьма актуальным является изучение влияния различных исходных параметров на конечную структуру рабочего элемента. Поэтому для проведения данной практической работы мы выбрали определенные параметры при которых моделирование возможно.

**Цель работы:**

Исследование зависимости характера расположения на данном материале ансамбля наночастиц, а также времени высыхания растворителя, от физико-химических параметров системы.

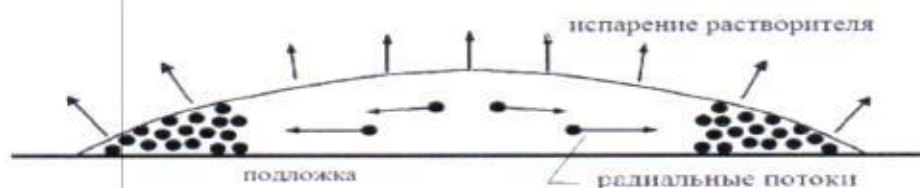
**Задачи:**

1. Получение теоретических представлений о явлении "самосборке" ансамблей наночастиц.
2. Ознакомление с основными движущими силами процессов самосборки и их применением для получения нужной структуры.
3. Ознакомление с «методом диссипативной динамики частиц», как инструмента компьютерного расчета морфологии ансамбля наночастиц в высыхающей микрокапле раствора.
4. Смоделировать данное явление на примере некоторого вещества.
5. Сделать вывод.

**Ход работы:**

1. Самосборка ансамблей наночастиц в высыхающем объеме раствора основана на процессах самоорганизации в открытой диссипативной системе. Термин «диссипативные структуры» ввели для того, чтобы подчеркнуть их отличие от равновесных структур. Механизм образования диссипативных структур следует четко различать с механизмом формирования равновесных структур, основанного на больцмановском принципе упорядоченности.

2. Рассмотрим физическую суть самосборки в капле или тонкой пленке коллоидного раствора на самом материале, движущие силы и факторы, приводящие к установлению ближнего и дальнего порядка в системе частиц. Такая система - микрореактор, в изменяемом объеме которого происходит процесс самосборки ансамблей микро и нано структур.



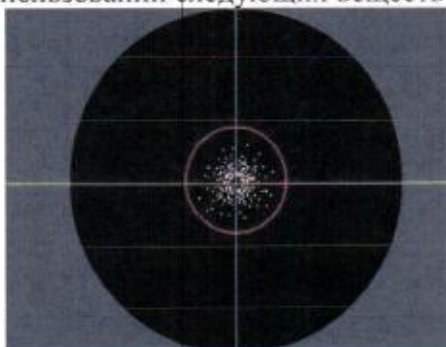
3. Обратимся к понятию диссипативной динамики глубже, чтобы раскрыть сущность данного метода.

В методах диссипативной динамики частиц растворитель рассматривается как сплошная среда с некоторыми характеристиками, а наночастица, содержащая множество молекул, как непрерывный объект, свойства которого являются усреднением свойств составляющих ее молекул.

4. Методы диссипативной динамики частиц применяются для описания процессов самосборки наночастиц в диссипативных системах вида испаряющейся капли или пленки раствора.

5. При моделировании данного явления мы вывели нужные нам параметры:

- Четкая архитектура колец при высыхании капли жидкости выстраивается при использовании следующих веществ-растворителей :спирт, вода, масло.



- Проведены эксперименты, направленные на оценку влияния изменения параметров температуры и создание структуры наночастиц при высыхании:

А)  $t_1 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$  ( 295 K)

Б)  $t_2 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$  (296 K)

В)  $t_3 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$  (300 K)

Четкая архитектура колец при высыхании капли жидкости в трех системах выстраивается при вариантах А) и Б). Четкая структура колец при высыхании капли жидкости выстраивается при относительной влажности от 50 до 70 %.

- Проведены вычислительные эксперименты, направленные на оценку влияния изменения параметров угла контакта (угол между касательной к поверхности капли и горизонтальной прямой на создание архитектуры наночастиц при высыхании):

А)  $30^\circ$

Б)  $60^\circ$

В)  $90^\circ$

Четкая архитектура колец при высыхании капли жидкости выстраивается при угле контакта в  $90^\circ$ .





### **Заключение**

Данная работа позволяет углубленно узнать о наночастицах их происхождении, а также моделировании и самосборке. В процессе данной работы мы узнали, что все наше будущее будет связано с этими удивительными частицами, и уже на данный момент им находят широкое применение в различных сферах жизнедеятельности. Поэтому сейчас каждый из нас должен иметь хоть какие то знания о наночастицах, для этого мы провели исследование, оно показало что узнать о этих частицах не трудно, а еще более интересным можно найти самостоятельное компьютерное моделирование наночастиц. Мы смоделировали данную частицу, описали ее. Далее рассмотрели самосборку ансамблей наночастиц, для того чтобы каждый мог провести данный опыт получения четкой архитектуры колец, мы нашли идеальные условия для этого: растворитель должен быть – масло, спирт либо вода, а идеальный угол контакта -  $90^\circ$ .

## Использованные материалы

<http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/20444/1/cfu-2013-10.pdf>

<https://www.ronl.ru/referaty/fizika/210266/>

<http://nashol.com/2017032593710/nanomaterialovedenie-vityaz-p-a-svidunovich-n-a-kuis-d-v-2015.html>

<http://www.docme.ru/doc/1345521/lebedev-stepanov-vvedenie-v-samosborku-ansamblej-nanochast>

<https://hi-news.ru/tag/nanochasticy>

журнал о нанотехнологиях «нано дайджест»