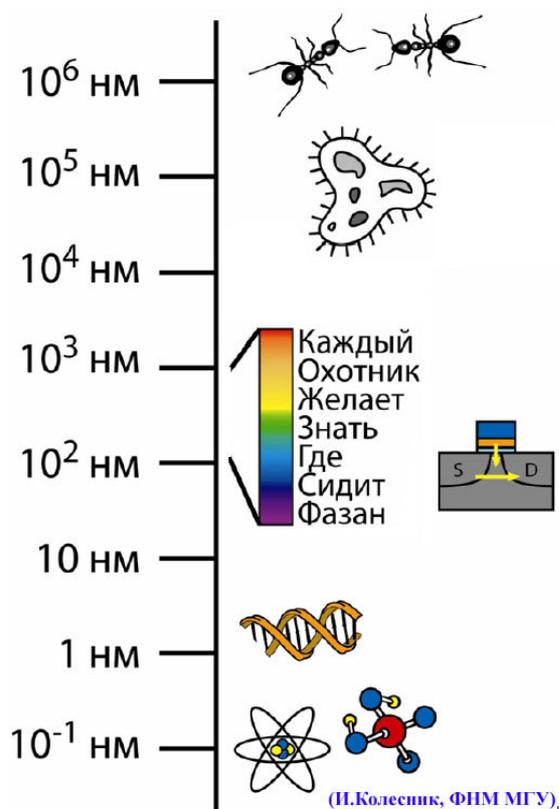


Пятое измерение (школьники, разминка)



Размер имеет значение! Лучший способ познать это – сравнить... Иногда путешествие «вглубь» материи по шкале масштабов называют путешествием по «пятому измерению» в дополнение к уже существующим четырем – трем пространственным и времени. Очень большую роль здесь как раз и играет область «наноразмеров». Нанометр (сокращенно нм) – это одна миллиардная часть метра. Приставка «нано» пришла к нам из древней Греции, в переводе на русский язык она означает «гном» или «карлик» (νηπιος). В латыни «нано» имеет значение «маленький», «крошечный». И действительно, один нанометр – это очень маленькая величина, увидеть невооруженным глазом объекты такого размера невозможно. Для сравнения заметим, что волосы человека растут со скоростью 10 нм в секунду (а мы этого не замечаем!), а толщина одного волоска составляет огромную величину – почти 100 тысяч нанометров или 100 микрон. Наноразмерный масштаб используют для характеристики самых маленьких объектов, например, атомов и молекул. Размер атома

кремния составляет 0.24 нм, а молекулы «фуллерена» C₆₀ («футбольного мяча», состоящего из шестидесяти атомов углерода) – 0.75 нм. К представителям наномира также можно отнести кластеры, способные содержать до нескольких сотен атомов, и различного рода «наноструктуры», размер которых хотя бы в одном из измерений не превышает нескольких десятков нанометров. Мир наноструктур чрезвычайно интересен, ведь они имеют физические свойства, которые отличаются от свойств объемных материалов. Нанометры являются привычными единицами для описания длины волн света. Например, видимый свет имеет длины волн в диапазоне от 400 до 700 нм. В нанометрах измеряют также размеры микроорганизмов, клеток и их частей, биомолекул. Вот лишь некоторые примеры:

- Диаметр спирали ДНК человека – 2 нм;
- Длина одного витка ДНК – 3.4 нм;
- Молекула гемоглобина – 6.4 нм;
- Пиконановирусы – 20 нм;
- Молекула гемоцианина – 50 нм;
- Бактерии *Mycoplasma mycoides* 100-250 нм;
- Мимовирусы – 500 нм
- Эритроциты человека – 8000 нм (уже 8 микрон);

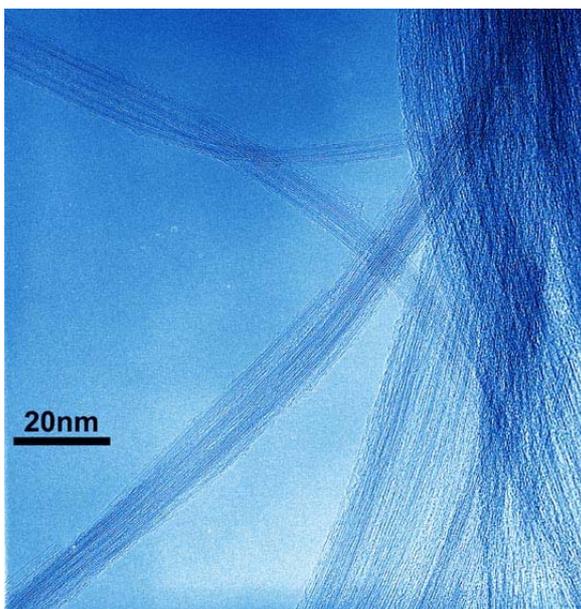
Однако «нано» – лишь короткий, хотя и очень важный, отрезок «пятого измерения», его принципиальная важность заключается в том, что на этом кусочке пространственной шкалы реализуются интереснейшие, практически важные химические и физические взаимодействия. В действительности любые объекты и материалы можно и нужно изучать на разных пространственных масштабах. Лишь совокупность особенностей структуры

материалов на всех уровнях предопределяет его конечные свойства, важные для фундаментальных исследований и, конечно, практики. Кроме макроуровня (объект в целом) и атомарного уровня (определяющие, фундаментальные характеристики вещества), обычно выделяют масштабный уровень "микро" (характерный размер - микроны, то есть тысячные доли миллиметра), который задает так называемые "структурно-чувствительные" свойства материала. Таким образом, в конечном счете, для создания наноматериалов оказывается важным не только их состав (определяющий основные свойства), размер ("модифицирующий" свойства), но и "размерность" (делающая частицы неоднородными) и упорядочение в системе (усиление, "интеграция" свойств в ансамбле нанообъектов). Это характерно для нанотехнологий - новое качество, как правило, получается только при правильно организованной структуре на более крупных масштабах, чем нано.

Вопросы:

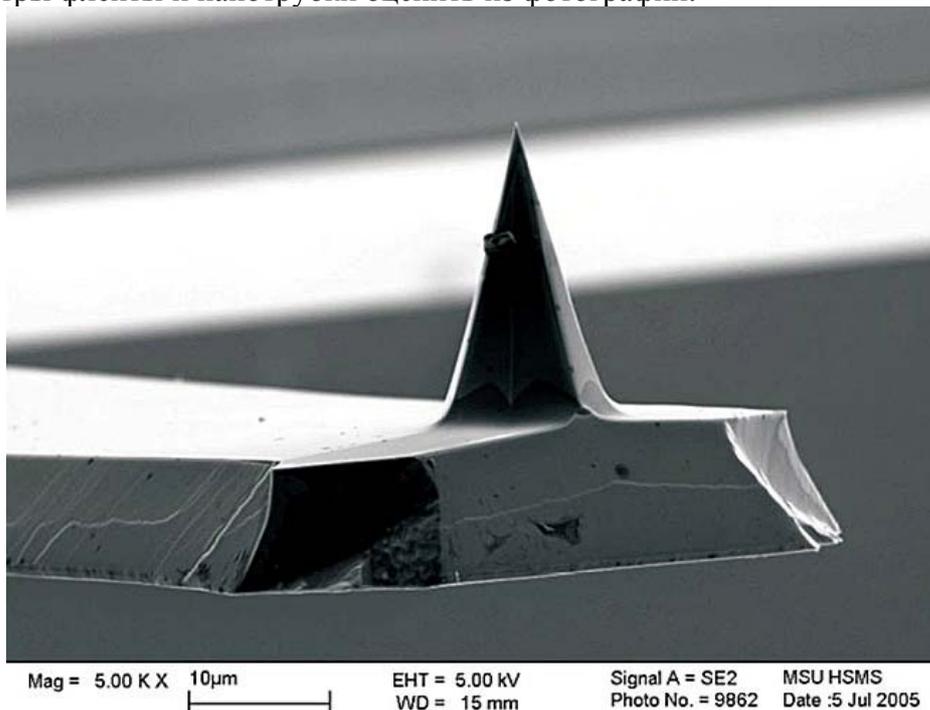


А. Когда – то, говорят, Чингис-хан приказал каждому из своих воинов принести по камню к его шатру. Приказано-сделано. Выросла гора. А что если каждый человек на земном шаре принесет по одной единственной квантовой точке (диаметр 10 нм, плотность материала 7 г/см^3) и положит ее около штаб-квартиры Государственной Корпорации «Роснано» в кучу, то какую массу будет иметь эта куча (**2 балла**)?



Б. Приблизительно сколько раз можно обернуть вокруг талии показанную на фотографии девушку углеродной нанотрубкой, длина которой увеличена во столько же раз, во сколько диаметр нанотрубки увеличен до диаметра флейты, на которой играет девушка, получившая эти нанотрубки (**2 балла**)? Считать длину окружности талии

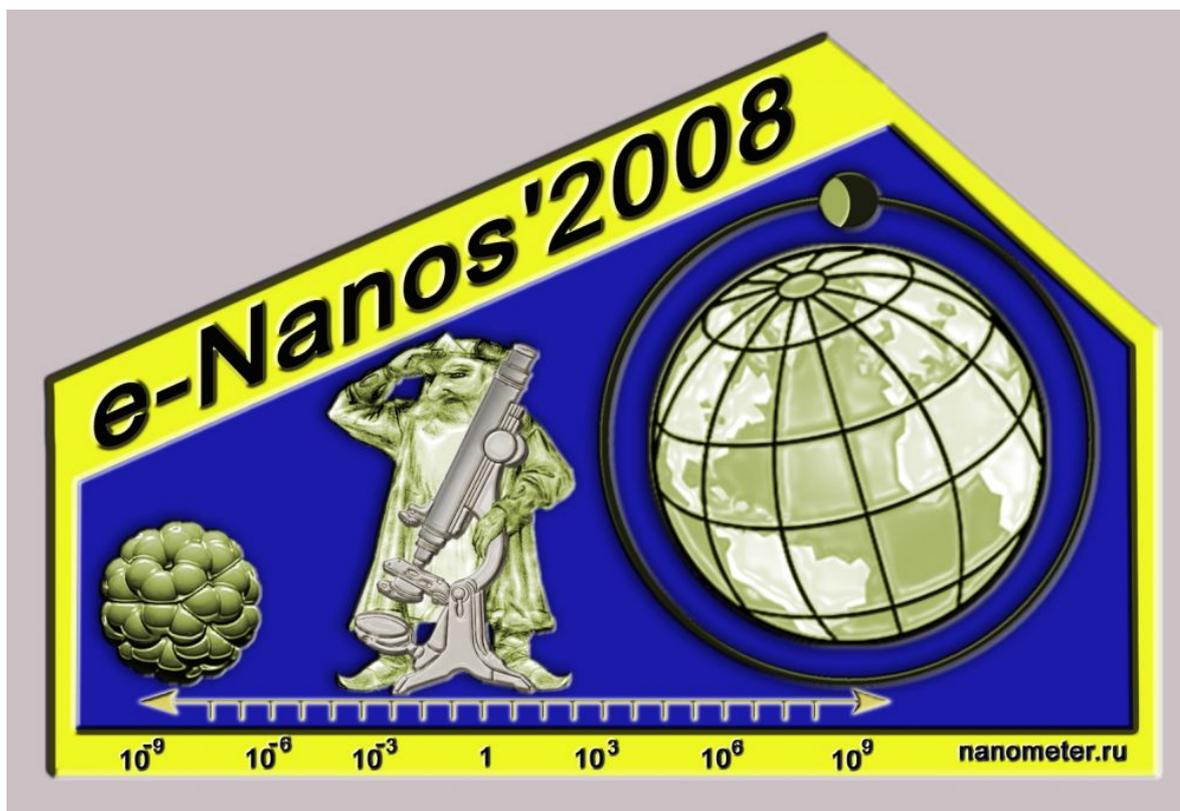
девушки равной 60 см, принять соотношение длины нанотрубок к их диаметру равной 100. Диаметры флейты и нанотрубки оценить из фотографий.



В. Сколько нанороботов может уместиться на острие швейной иглы (**1 балл**)? А иглы атомно-силового микроскопа (**1 балл**)?

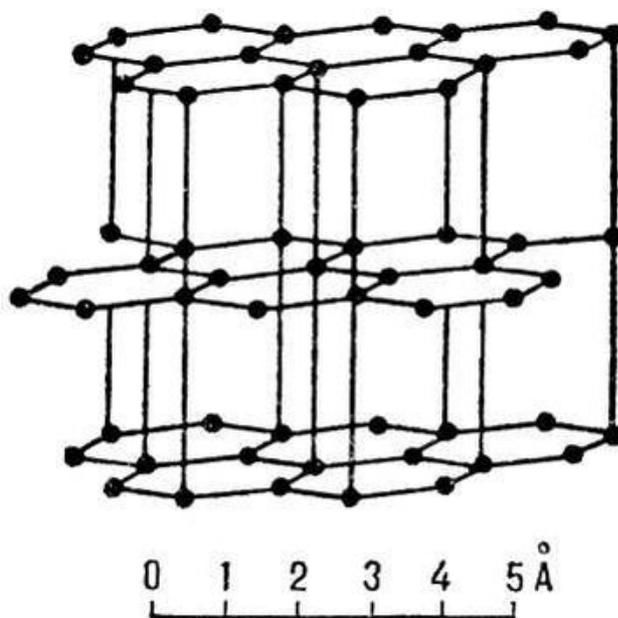


Г. Сколько молекул фуллерена может проглотить прожорливый фагоцит, чтобы полностью заполнить свой «желудок» (**2 балла**)? Считать фагоцит шаром.



Автор рисунка: Щербаков Александр Борисович

Д. Почему автор эмблемы расположил гнома между фуллереном и Луной? (2 балла)

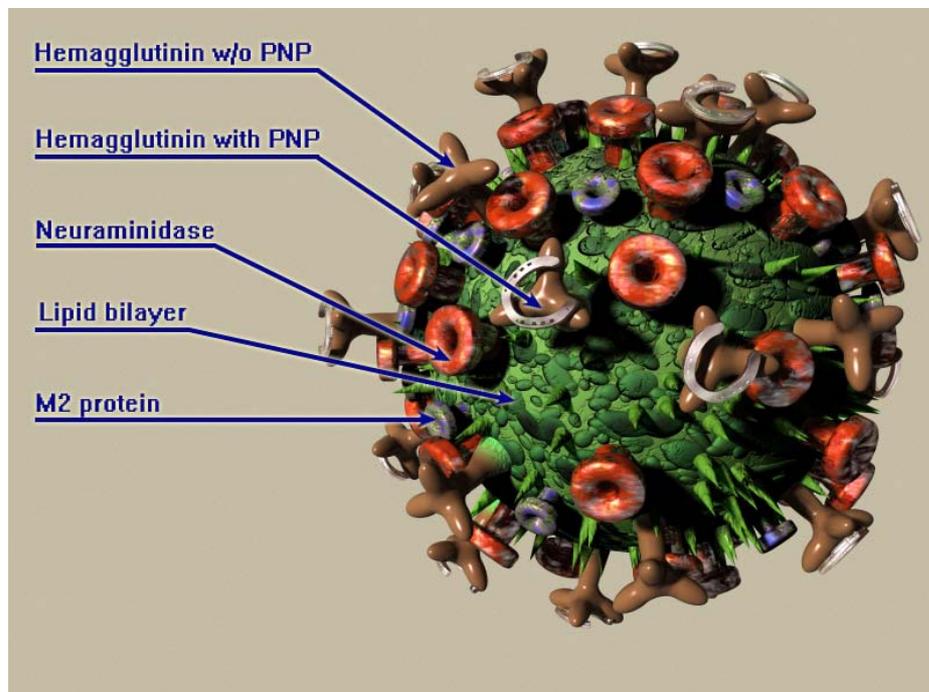


Е. Графен – двумерный лист углерода толщиной в один атом. Этот материал впервые был получен командой учёных из Манчестерского университета и Института микроэлектронных технологий в Черноголовке. При использовании обычных графитовых карандашей на бумаге остается след, содержащий чешуйки графена. Предположим, что карандаш имеет квадратное сечение со стороной 1 миллиметр и длину графитового «сердечника» 5 сантиметров. Сколько листов формата А4 можно полностью закрасить

таким карандашом, если (предположим) его след будет состоять только из монослоя графена (3 балла)? Расстояние между слоями графена в чистом графите найдите сами.



Ж. Каплю мыльного раствора 0.01 миллилитра раздули в мыльный пузырь. При каком диаметре пузыря толщина его стенки станет равной длине молекулы поверхностно-активного вещества, находившегося в капле исходного раствора (3 балла)? Данные для расчета найдите сами.



З. Два вируса гриппа попали на клетку больного в одну и ту же произвольно взятую точку А. Один из них ползет по поверхности клетки диаметром 10 микрон к точке Б (тоже на поверхности клетки), которая противоположна точке А (расстояние между точками А и Б равно диаметру клетки). Другой вирус проник внутрь клетки и движется к точке Б напрямую. В один и тот же момент времени оба вируса встречаются в точке Б. Каково должно быть соотношение скоростей движения вирусов, чтобы это произошло (2

балла)? Как Вы думаете, каково соотношение объемов вируса и клетки (**2 балла**)? Дополнительную информацию найдите сами.



И. Для того, чтобы сделать трос для «космического лифта», в ряде фантастических (и не только) проектов планируется использовать одностенные углеродные нанотрубки, которые являются легким и чрезвычайно прочным материалом. Представьте, что один гипотетический наноробот-пылинка массой 0.01 миллиграмма сшивает две одинаковые одностенные углеродные нанотрубки длиной 1 микрон и диаметром 10 нанометров (каждая) за 1 миллисекунду, после чего у него исчерпывается запас энергии, и он «умирает». Затем два таких же наноробота сваривают куски из двух нанотрубок, сделанных предыдущими нанороботами, вместе на всем их протяжении (таким образом, пучок таких нанотрубок будет в два раза длиннее и в два раза толще). Затем еще большее количество нанороботов сваривает два получившихся пучка по длине и ширине, так что и тот, и другой параметр снова увеличиваются в два раза. Процесс прекращается, когда гигантский пучок достигает длины одну тысячу километров. Каков будет диаметр полученного троса (**2 балла**)? Через какой промежуток времени это произойдет (**3 балла**)? Какова будет масса погибших в процессе сборки троса нанороботов (**4 балла**)?