

ПРЕДИСЛОВИЕ

Как пользоваться этим сборником?

– Как хорошей энциклопедией, то есть читать с любого места и в любом количестве.

Сборник состоит из 7 разделов:

1. Химия и наука о материалах
2. Физика наносистем, наноустройства, наноинженерия, альтернативная энергетика
3. Математика и моделирование наноустройств
4. Бионанотехнологии и медицина
5. Конструкционные материалы
6. Викторины, тесты, угадки.
7. Начинающие в нано, игры, творческие задания

В каждом разделе задачи представлены в хронологической последовательности, начиная с 2007 года. Уровень сложности каждой задачи можно оценить не только по ее длине, но и по числу баллов, которое за нее можно было получить на олимпиаде. Кроме баллов указана и категория участников – школьники, студенты, научные сотрудники и т.д. На эту запись мы советуем не обращать особого внимания, так как в задачах для студентов есть много интересных вопросов и для школьников, и наоборот. Не огорчайтесь, если многие задачи покажутся вам сложными. Это только на первый взгляд. Учтите, что основная часть материала была предложена для заочного тура, продолжительность которого иногда достигала месяца. Это давало возможность познакомиться с литературой, покопаться в интернете, посоветоваться с друзьями и учителями. Мы рекомендуем Вам почаще обращаться к сайту www.nanometer.ru, где можно найти ответы или подсказки ко многим из поставленных вопросов.

Если вы все же не решили задачу полностью, но хотите узнать, в чем там дело, то в конце каждого задания можно найти авторское решение, из которого вы получите ответы на те вопросы, которые остались непонятными. Разумеется, авторское решение не обязано быть единственно возможным, и если вы придумали другое, поделитесь с нами через указанный выше сайт и мы расскажем о вашем решении всем людям, заинтересованным в нанотехнологиях.

Желаем вам приятного чтения и увлекательного интеллектуального труда!

ОГЛАВЛЕНИЕ

УСЛОВИЯ.....	7
Блиц-турнир (2007, задание для всех).....	7
Промышленный шпионаж или нанотехнологический Шерлок Холмс (2007, задание для всех)	10
Эссе (2008, школьники, творческий конкурс).....	14
Дивертисмент (2008, разминка к химическому блоку задач)	16
Обуздаем серую слизь! (2008, творческий конкурс основного тура)	17
Это просто фантастика! (2008, творческий конкурс)	19
Нанопурга (2009, нанохимия)	22
Что такое НАНО? (2009).....	24
Викторина очного тура Интернет-олимпиады (2009).....	28
Конкурс основных нанотехнологических терминов РОСНАНО (2010, творческий конкурс).....	41
Наночки (Нанометр, НТ Информ, NNN, Современное естествознание) (2010, творческий конкурс).....	43
Нанотехнологии - малой Родине Совета Федерации (2010, творческий конкурс).....	45
Нанотехнологии 20 лет спустя передачи "Доброе утро, Россия" (2010, творческий конкурс).....	47
Академический подход РАН (2010, творческий конкурс)	50
Дедал и Икар группы ОНЭКСИМ (2010, творческий конкурс)	52
Прозондируем наномир компании НТ МДТ (2010, творческий конкурс)	54
Конкурс учителей (Рособразование) (2010, творческий конкурс)	57
Лаборатория знаний издательства Бином и ФНМ МГУ (2010, творческий конкурс).....	59
Бит или не бит - вот в чем вопрос компании Интел (2010, творческий конкурс).....	60
Удивительное - рядом (префектура ЮВАО, МКНТ, ФНМ МГУ) (2010, творческий конкурс).....	62
Квантовый эффект журнала "Квант" (2010, творческий конкурс).....	65
Изобретаем велосипед 22 века с компанией Байер (2010, творческий конкурс).....	66
Трансмутация от РХТУ (2010, творческий конкурс).....	69
Тест "Химическая технология и физико - химия наноматериалов" и прием решений по конкурсу "Трансмутация" РХТУ им. Д.И.Менделеева (2010).....	71
Тест "Вездесущий углерод" и прием решений по конкурсу "Изобретаем велосипед ... 22 века" компании "Байер" (2010)	73

Тест "Видеомания" и прием решений по конкурсу "Нанотехнологии 20 лет спустя" передачи "Доброе утро, Россия" (2010)	75
Тест "Квантовый подход" и прием решений по конкурсу "Квантовый эффект" журнала "Квант" :-)) (2010)	77
Тест по курсу "Нанохимия, самосборка и наноструктурированные поверхности" (прием решений по конкурсу демонстрационных нанотехнологических опытов) (2010)	79
Тест "Кое-что о нанoeлектронике" и прием решений по конкурсу "Бит или не бит - вот в чем вопрос" компании Интел (2010)	81
Тест по курсу "Мир нанотехнологий" (прием решений по конкурсу эссе "Лаборатория знаний" издательства Бином и ФНМ МГУ) (2010).....	83
Тест по курсу "Методическая работа в области нанотехнологий" (прием решений по конкурсу учителей Рособразования) (2010).....	85
Тест по курсу "Работа на современном аналитическом и синтетическом оборудовании" (прием решений по конкурсу "Прозондируем наномир" компании НТ МДТ) (2010)	87
Тест "Лекции и видеоматериалы Научно-образовательного Центра МГУ по нанотехнологиям" и прием решений по конкурсу "Дедал и Икар" группы ОНЭКСИМ (2010)	90
Тест "Избранные главы нанохимии и функциональные наноматериалы" и прием решений по конкурсу "Академический подход" РАН (2010)	92
Тест "Видеолекции по инновационным подходам в материаловедении" и прием решений по конкурсу Совета Федерации "Нанотехнологии - малой Родине" (2010)...	94
Тест "Богатство наномира" и прием решений по конкурсу "Наночки" (2010)	96
Тест "Азбука нано" и прием решений по конкурсу основных нанотехнологических терминов РОСНАНО (2010).....	100
Отборочный тур для начинающих (2011)	102
Отборочный тур для школьников старших классов (2011)	113
Теоретический тур для школьников (2011)	130
Теоретический тур для студентов, аспирантов, молодых ученых (2011).....	165
Минивикторины творческих конкурсов и конкурсов научно-исследовательских работ (2011)	212
РЕШЕНИЯ.....	283
Блиц-турнир (2007, задание для всех)	283

Промышленный шпионаж или нанотехнологический Шерлок Холмс (2007, задание для всех)	305
Эссе (2008, школьники, творческий конкурс)	316
Дивертисмент (2008, разминка к химическому блоку задач)	325
Обуздаем серую слизь! (2008, творческий конкурс основного тура)	330
Это просто фантастика! (2008, творческий конкурс)	358
Что такое НАНО? (2009).....	380
Викторина очного тура Интернет-олимпиады (2009).....	383
Тест "Химическая технология и физико - химия наноматериалов" и прием решений по конкурсу "Трансмутация" РХТУ им. Д.И.Менделеева (2010).....	393
Тест "Вездесущий углерод" и прием решений по конкурсу "Изобретаем велосипед ... 22 века" компании "Байер" (2010)	394
Тест "Видеомания" и прием решений по конкурсу "Нанотехнологии 20 лет спустя" передачи "Доброе утро, Россия" (2010)	395
Тест "Квантовый подход" и прием решений по конкурсу "Квантовый эффект" журнала "Квант" :-)) (2010)	396
Тест по курсу "Нанохимия, самосборка и наноструктурированные поверхности" (прием решений по конкурсу демонстрационных нанотехнологических опытов) (2010)	397
Тест "Кое-что о наноэлектронике" и прием решений по конкурсу "Бит или не бит - вот в чем вопрос" компании Интел (2010)	398
Тест по курсу "Мир нанотехнологий" (прием решений по конкурсу эссе "Лаборатория знаний" издательства Бином и ФНМ МГУ) (2010).....	399
Тест по курсу "Методическая работа в области нанотехнологий" (прием решений по конкурсу учителей Рособразования) (2010).....	400
Тест по курсу "Работа на современном аналитическом и синтетическом оборудовании" (прием решений по конкурсу "Прозондируем наномир" компании НТ МДТ) (2010)	401
Тест "Лекции и видеоматериалы Научно-образовательного Центра МГУ по нанотехнологиям" и прием решений по конкурсу "Дедал и Икар" группы ОНЭКСИМ (2010)	402
Тест "Избранные главы нанохимии и функциональные наноматериалы" и прием решений по конкурсу "Академический подход" РАН (2010)	403
Тест "Видеолекции по инновационным подходам в материаловедении" и прием решений по конкурсу Совета Федерации "Нанотехнологии - малой Родине" (2010).....	404

Тест "Богатство наномира" и прием решений по конкурсу "Наночки" (2010)	405
Тест "Азбука нано" и прием решений по конкурсу основных нанотехнологических терминов РОСНАНО (2010).....	406

УСЛОВИЯ

Блиц-турнир (2007, задание для всех)

В этом задании даны вопросы различного уровня и тематики. Коротко ответьте на понравившиеся Вам вопросы (не более 1000 знаков на ответ по любому из вопросов).

Большее количество правильных ответов приведет к большему количеству баллов.

Однако не переживайте, если Вы знаете ответы не на все вопросы!

1. Предложите методы сепарации по размерам изотропных наночастиц для трех основных размерных диапазонов – менее 10 нм, от 10 до 30 нм и более 30 нм. (1 балл)
2. Что такое температура плавления в применении к наночастицам? (1 балл) Какого рода фазовый переход может быть связан с плавлением наночастиц? (1 балл)
3. Где нельзя применить наноматериалы и какие материалы вредно получать в ультрадисперсном состоянии? (2 балла)
4. Может ли наночастица быть мезопористой с точки зрения терминологии IUPAC? (1 балл)
5. Почему наночастицы нельзя разглядеть в оптический микроскоп? (1 балл)
6. Какие наночастицы содержит сажа и платиновая чернь? (1 балл)
7. Какие дефекты могут быть и какие не должны существовать в наночастицах? (1 балл)
8. Ксерогель пентоксида ванадия и нанотрубки оксида ванадия дают четкие спектры рентгеновской дифракции. Можно ли эти материалы считать моно- или поликристаллическими? (1 балл)
9. Как крышечка закрытой с одного конца нанотрубки изменит ее химические, механические и физические свойства? (2 балл)
10. Каковы рекордные коэффициенты полезного действия солнечных батарей, использующих наноматериалы? (1 балл)
11. Что термодинамически стабильнее при нормальных условиях - графен, фуллерен, одностенная углеродная нанотрубка, наноалмаз? (1 балл)
12. Назовите максимальное число способов разделения одностенных и многостенных углеродных нанотрубок. (1 балл)
13. Предложите простейший способ получения магнитных наночастиц оксида железа. (1 балл) Почему при добавлении цинка T_c таких частиц снижается? (1 балл)
14. Выберите лучший материал для наноиндентера – кварц, алмаз, УНТ, SiC, BN, высокоуглеродистая сталь, золото, политетрафторэтилен. (1 балл)

15. Какую моду и какой кантилевер СЗМ лучше всего выбрать для анализа поверхности алмаза, поверхности магнитной пленки, запоминающих элементов флэш-дискеты, пленки органического светодиода, пленки жидкости с магнитными наночастицами, поверхности графита, поверхности сверхпроводника, ион-проводящего нитевидного кристалла? (3 балла)
16. Что такое «кассиев пурпур»? Когда он был открыт? (1 балл) Почему он может обладать различным цветом в зависимости от способа получения? (1 балл) Где сейчас могут найти практическое применение такие системы? (1 балл)
17. Как происходит генерация синглетного кислорода при фотодинамической терапии рака с использованием нанокристаллического кремния? (1 балл)
18. Где применяют гвозди и шурупы из «нанокристаллического» титана? (1 балл) Как сделать такой гвоздь? (2 балла)
19. В чем причина упорядочения лиотропных жидкокристаллических систем, используемых для получения мезопористых матриц – так называемых одномерных нанореакторов для получения наночастиц, нанопроволок и пр.? (1 балл) Как можно контролировать диаметр пор? (1 балл)
20. В чем плюсы и минусы использования наноматериалов для создания химических источников тока. (1 балл)
21. Назовите наибольшее число наноматериалов, протестированных для хранения водорода. Какие из них считаются наиболее перспективными и почему? (2 балла)
22. В Мессбауэровском спектре наночастиц оксида железа (III) наблюдается секстет. Означает ли это, что данную кристаллическую модификацию оксида железа можно эффективно использовать для регионарной гипертермии раковых опухолей? (2 балла)
23. Как сделать диод Шоттки из одностенной углеродной нанотрубки (1 балл)? Объясните, почему возможно создание такого диода. (1 балл)
24. Почему суперпарамагнитные частицы могут разогреваться в переменном магнитном поле? (1 балл)
25. Предположим, что средняя скорость дрейфа электронов в золоте – 1 м/с, а в графене – 1000 000 м/с. Расчитайте с точностью до секунды разность по времени, когда абонент компании МГТС на Камчатке (10 000 км) услышит свою тещу, живущую в Москве, по телефонному кабелю, сделанному из графена или золота, соответственно. (1 балл)
26. Как звучит нанопианино и наногитара? (1 балл)

27. Почему при растяжении золотой проволоки до определенных пределов начинает нарушаться закон Ома и как в этом случае выглядит вольт-амперная характеристика? (1 балл)
28. Опишите качественно график изменения проводимости углеродных нанотрубок типа «кресла», «зигзаг» и хиральных НТ («левых» и «правых») при изгибе, кручении и сжатии. Объясните причину изменения проводимости. Можно ли этого же эффекта ожидать от металлоксидных нанотрубок? Из каких нанотрубок лучше делать светоизлучающий элемент, основанный на электронной эмиссии – изогнутых, хиральных, одностенных, многостенных? (5 баллов)
29. Через сколько метров оборвется под собственным весом монокристаллическая нанотрубка из одностенной углеродной нанотрубки для космического лифта в однородном поле земного тяготения? Принять диаметр нанотрубки D нм (конфигурация «зигзаг»), а энергия связи углерод-углерод - E [эрг]. (2 балла)
30. Почему крем от загара, содержащий нанокристаллический диоксид титана, может быть опасен для здоровья? (2 балла)

Промышленный шпионаж или нанотехнологический Шерлок Холмс (2007, задание для всех)

Микрофотографии современных материалов чаще всего содержат достаточно много «скрытой» информации, как правило, достаточно специфично характеризующей тот или иной класс материалов. Стоит только скрупулезно проанализировать все детали. Иногда этим пользуются развивающиеся промышленные компании, чтобы попытаться воспользоваться секретами конкурентов в своих целях. В этом случае научное знание может быть поставлено на службу сомнительной коммерческой выгоде. Тем не менее, попробуйте испытать себя в роли Шерлока Холмса, который, как известно, сам пытался бороться в одном из рассказов с промышленным шпионажем.

Ниже приведено несколько (точнее, 18) различных фотографий неорганических материалов.

Предположите, что это может быть за материал для каждой (по 2 балла) из фотографий, обосновав логику своего выбора и указав, с помощью какого инструментального метода получены микрофотографии. Укажите элементы наноструктурирования на каждой (по 1 баллу) фотографии, если они имеются. Как может быть получен указанный Вами материал (по 1 баллу)? Каковы могут быть практические применения (по 1 баллу) предложенных Вами материалов?

Чем больше фотографий Вы опишите, тем больше будет количество набранных баллов за задачу – при условии, что Ваши гипотезы хотя бы гипотетически будут соответствовать истине. Мы не ожидаем, что Вы сможете точно указать, что изображено на фотографии, нас интересует любая здравая гипотеза и логика Ваших рассуждений.

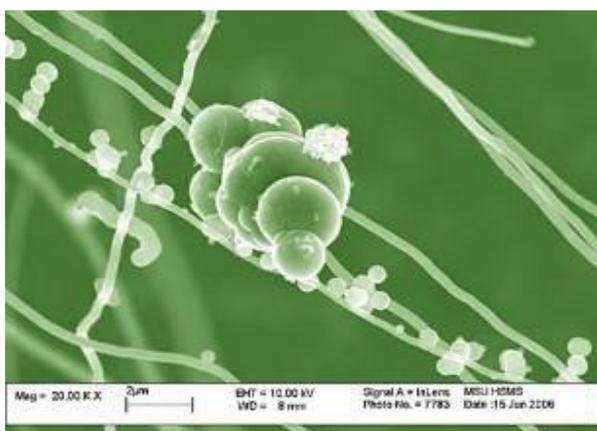
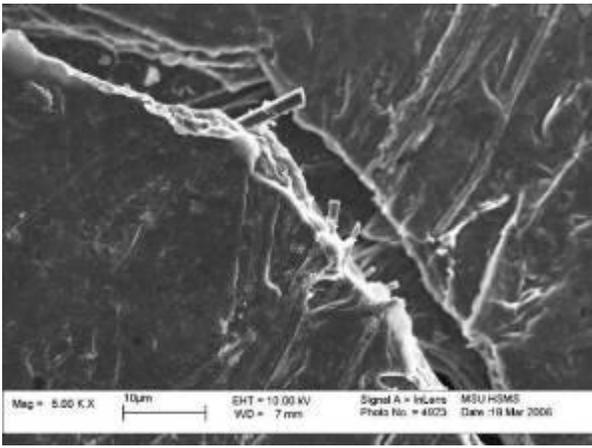


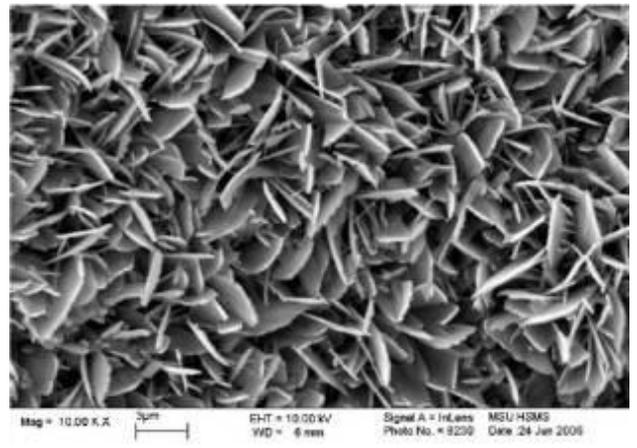
Рис.1.



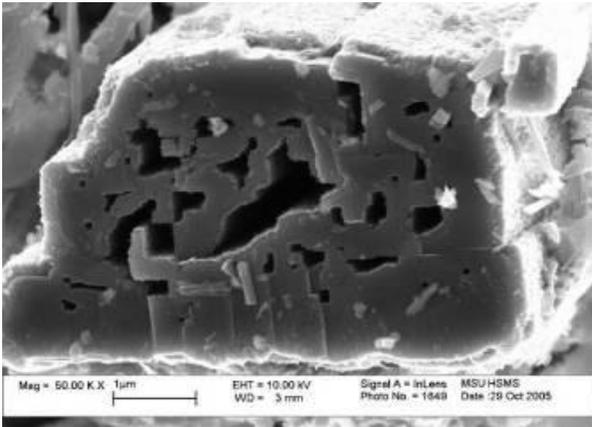
Рис.2.



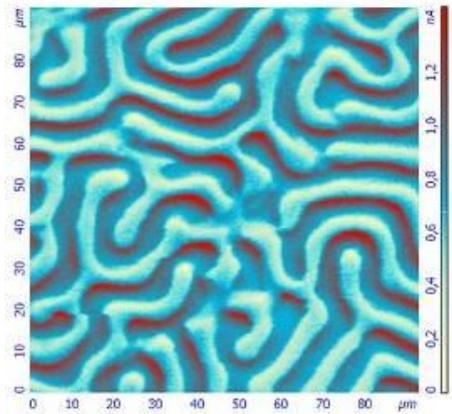
Puc.3.



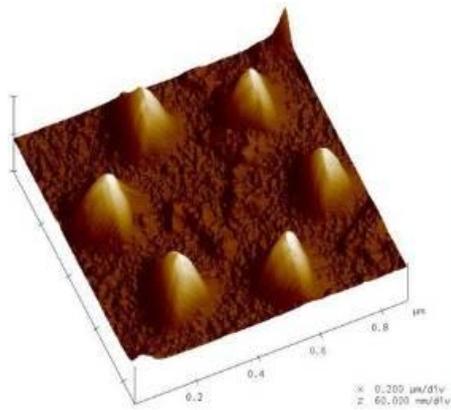
Puc.4.



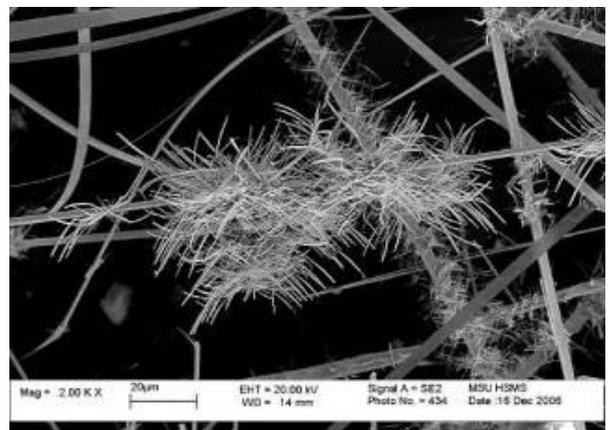
Puc.5.



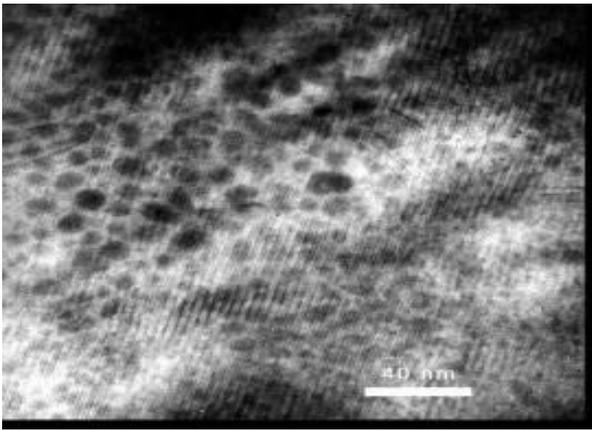
Puc.6.



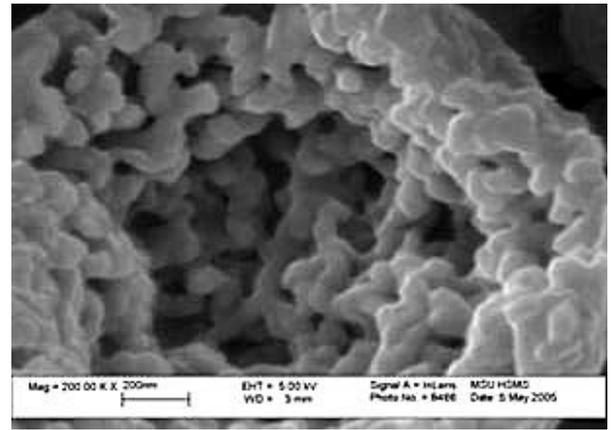
Puc.7.



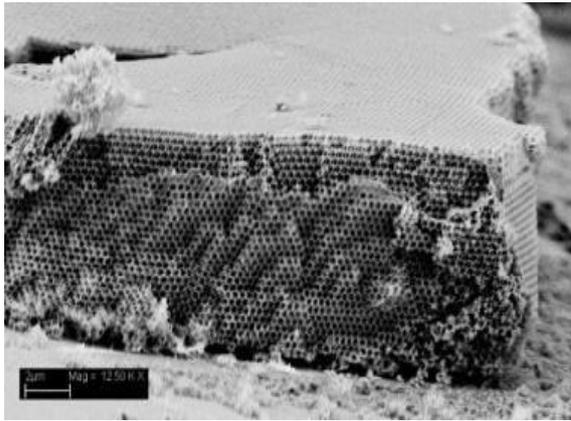
Puc.8.



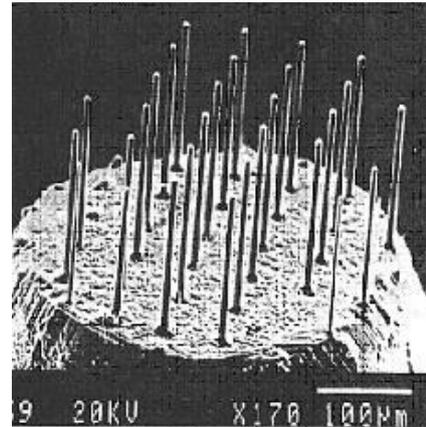
Puc.9.



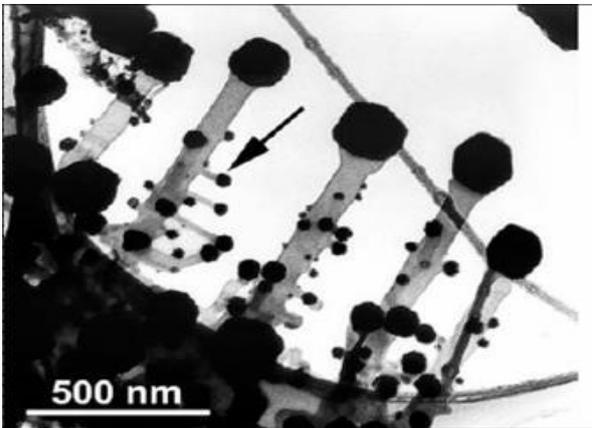
Puc.10.



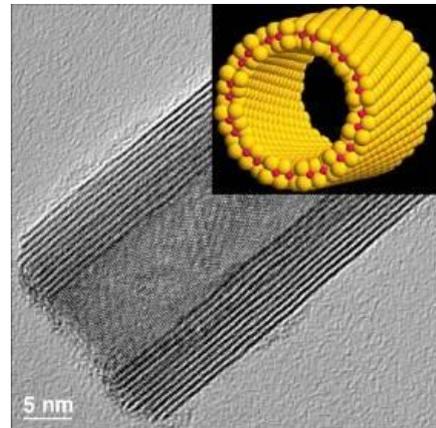
Puc.11.



Puc.12.



Puc.13.



Puc.14.

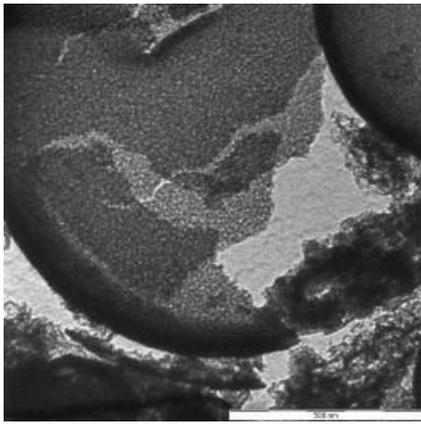


Рис.15.

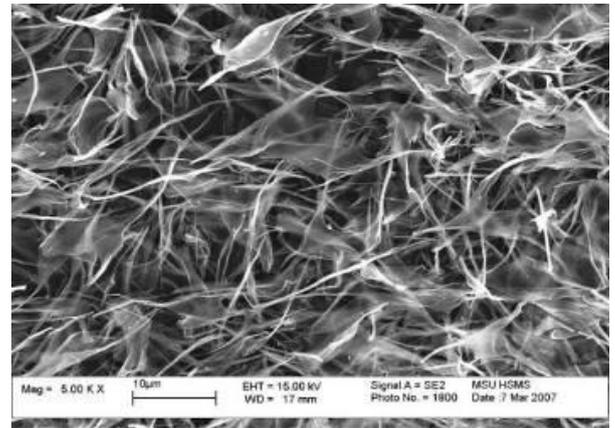


Рис.16.

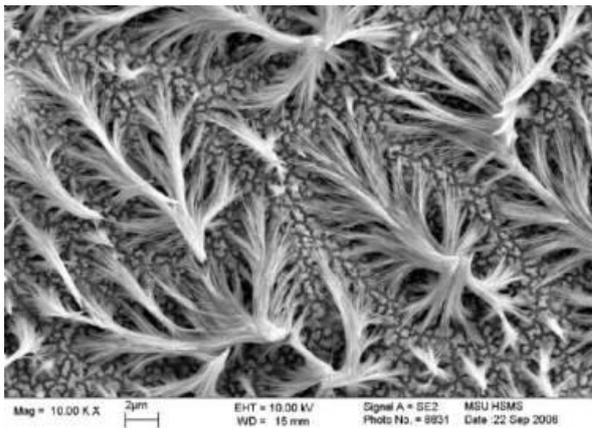


Рис.17.



Рис.18.

Прим. ред.: идентификация способа съемки фотографий, приведенных ниже, должна была быть основана на трех признаках – формальном, цветокодировке и характерном масштабе расстояний. Формальным признаком являлось наличие подписей под фотографиями, в случае электронной микроскопии, скажем, наличие информации об ускоряющем напряжении, для сканирующей зондовой микроскопии – трехмерная компьютерная реконструкция изображения или наличие осей, на которых обычно указывается масштаб. Цветокодировка использовалась, как правило, для СЗМ, наличие цвета на фотографии с небольшим увеличением наверняка свидетельствовало о том, что изображение получено с помощью оптической микроскопии. Наконец, очевидно, что оптическая микроскопия может дать увеличения не выше 1000 крат, в то время как электронная микроскопия может иметь разрешение до 5 нм в растровой модификации и до 1 А – в просвечивающем варианте. СЗМ работает как с микронными, так и с наноразмерными объектами.

Эссе (2008, школьники, творческий конкурс)

Нанотехнологии – это не только технологии, но и определенный образ мышления... Они, если перефразировать основателя Московского Университета Михайло Ломоносова, «широко простирают руки в дела человеческие»... И в то же время, существует опасность того, что развитие nanoиндустрии может принести и определенный риск.

Ниже приводятся вопросы. Вам нужно написать небольшое эссе на тему, которую задает тот или иной вопрос (текст не больше 1 страницы формата А4, шрифт 12 точек Times New Roman, одинарный интервал, 1-2 иллюстрации). Такое «сочинение» в качестве обязательных элементов должно содержать придуманное Вами название, эпиграф, одно единственное предложение, выражающее основную мысль сочинения, основной текст, красивое окончание. Вы должны художественно убедить собеседника в Вашей правоте и при этом опираться на реальные научные факты! Не забывайте, пожалуйста, и о том, что эссе не должно содержать грамматических и орфографических ошибок...

Вопросы-темы:

1. Пять тысяч лет назад человек впервые начал защищать себя одеждой, а сейчас рынок только одной текстильной продукции оценивается суммой в 400 млрд. долларов. При этом наиболее интенсивно развивается производство текстильных материалов, обладающих необычными функциональными свойствами, такими как высокая стабильность по отношению к механическим, химическим и термическим воздействиям, светопоглощающими или светоизлучающими свойствами, водо-, масло- или почвоотталкивающими способностями. Какую роль нанотехнологии уже играют или смогут играть в функционализации текстильных тканей? Напишите эссе «Нанотехнологическая одежда будущего»
2. Американский геолог-астронавт Гавард Шмит, вернувшись из лунной экспедиции, произнес знаменательную фразу «Луна – это запыленное окно в прошлое Земли». Как это утверждение связано с наносостоянием вещества? Напишите эссе «Лунная пыль»
3. Какую роль в эволюции Земли сыграло наносостояние вещества? Напишите эссе «Геология под знаком «нано»
4. Около месяца назад в доме ученых РАН состоялось обстоятельное обсуждение темы «Развитие нанотехнологий – благо, блеф или грядущая катастрофа?» Как бы Вы ответили на этот вопрос, обосновав свою точку зрения. Напишите эссе на эту тему.
5. В Беркли (Калифорния) принят закон, предписывающий обязательную сертификацию любых нанопродуктов, поступающих в продажу. Есть ли смысл

- нечто подобное ввести, например, в Москве, и к какому результату это приведет?
Напишите эссе «Тотальный контроль».
6. В регионах, прилегающих к действующим вулканам, обнаружено заметное увеличение числа больных раком легких. Чем можно объяснить этот феномен?
Напишите эссе «Огненное дыхание Земли».
 7. В конце марта этого года на нефтеперерабатывающем заводе в Дагестане произошел грандиозный пожар, который не смогли потушить в течение нескольких суток. Каковы могут быть последствия для людей, постоянно проживающих в этом регионе? Напишите эссе «Пылающая кровь Земли»
 8. Почему картинка, иллюстрирующая гидрофобность листа лотоса, стала одним из символов в пользу развития нанотехнологий? Объясните это в эссе «Цветок лотоса»
 9. Попробуйте предложить эффективные системы очистки питьевой воды, основанные на использовании наноматериалов. Напишите эссе «Без воды жизни нет».
 10. Внутренние стенки углеродных нанотрубок характеризуются идеальной гладкостью. Как можно использовать это уникальное свойство в технике, в медицине и в быту? Напишите эссе «Нанотрубчатый быт».
 11. Как профессиональные болезни, такие как силикоз, бериллоз или цинковая лихорадка связаны с нанодисперсным состоянием соответствующих веществ?
Напишите эссе «Осторожно, «нано»»

Свободные темы сочинений:

12. «Кем и чем я буду в будущем нанотехнологическом обществе?»
13. «Откуда происходят российские нанотехнологии?»
14. «Кто победит в нанотехнологической гонке?»
15. «Нанотехнологии – сплав наук»

Дивертисмент (2008, разминка к химическому блоку задач)

1. Почему наночастицы размером менее 5 нм не содержат в объеме структурных дефектов? (1 балл)
2. Чем объяснить, что нестабильные в объемном состоянии кристаллические модификации твердых тел оказываются стабильными в нанодисперсных образцах тождественного химического состава. (1 балл)
3. Почему примесь ионов иода по-разному распределяется в объемных образцах бромида серебра и в нанопорошках тождественного состава? (1 балл)
4. Почему очень малые по размеру наночастицы золота в отличие от объемных образцов проявляют полупроводниковые свойства? (2 балла)
5. Установлено, что интенсивность люминесценции нанокристаллов селенида кадмия резко уменьшается в результате адсорбции даже ничтожного количества (порядка 10^{-7} моль) цианид-ионов. Почему это происходит? (1 балл) Как можно практически использовать этот феномен? (1 балл)
6. Представим себе, что радиоактивный элемент имеет период полураспада, равный одному году. Сколько элементарных актов распада будет иметь место в наночастице этого элемента в течение одних суток (сколько времени потребуется на осуществление одного элементарного акта распада в наночастице диаметром 1 нм) и каков должен быть объем гомеопатического препарата (радионуклидная гомеопатия), имеющего ту же частоту радиоактивного распада? (2 балла)

Обуздаем серую слизь! (2008, творческий конкурс основного тура)

К счастью (или сожалению), свойства подавляющего большинства материалов изменяются при переходе в наносостояние. Именно поэтому нетривиальной задачей выглядит конструирование (хотя бы на бумаге, которая все стерпит) наноробота – мечты всех нанотехнологов.

1. Итак, опишите подробно, как можно было бы сделать наноробота (можно также в идеале предложить чертеж его строения *(5 баллов)*)
2. Какие реальные материалы Вы берете и почему, какие у них будут свойства в наносостоянии? *(10 баллов)*
3. Если Вы не можете сделать наноробота по приведенным ниже техническим требованиям, дайте детальное обоснование своего отказа, указав, почему те или иные материалы, которые подходили бы для «обычного робота», не будут работать для заявленной цели в наносостоянии. *(10 баллов)* Для реализации Ваших идей можно использовать **любые существующие** (не фантастические) материалы и **любые физические принципы** (тоже вполне реальные).

Технические требования к свойствам наноробота:

- Внешний размер – не более 100 нм
 - Биосовместимая защитная оболочка
 - Память для хранения информации и программ (любой принцип записи) – не менее 10 кб
 - Процессор с тактовой частотой не менее 10 кГц
 - Запас энергии в источниках питания – не менее 1 кДж
 - Температура функционирования – температура человеческого тела
 - Выполняемые функции (одна или несколько) – самостоятельное, управляемое извне или по внутренней программе перемещение в физиологических жидкостях, транспортировка и программируемое высвобождение лекарств, проникновение внутрь клеток.
4. Предложите методы получения материалов и методы их сборки в единое целое – микроробота – с показателями по техническим требованиям, увеличенными в 100 раз *(10 баллов)*.
 5. Являются ли вирусы природными нанороботами? *(5 баллов)*
 6. Могут ли они выполнять хотя бы часть планирующихся функций искусственных нанороботов? *(приведите примеры и поясните, 5 баллов)*

7. Может ли случиться катастрофа по Дрекслеру, когда толпы вышедших из-под контроля нанороботов разрушат человеческую цивилизацию? *(обоснуйте, 5 баллов)*
8. Какие примеры реально действующих молекулярных машин Вы знаете? *(5 баллов)*

Это просто фантастика! (2008, творческий конкурс)

Когда-то издательство «Физматлит» выпустило книжку «Изобретения Дедала», которая представляла собой сборник «сумасшедших идей будущего» с вполне реалистичным естественнонаучным обоснованием.

Рассмотрите перспективы развития нанотехнологий с перспективой на 2015-2020 год (то есть используя наиболее перспективные идеи) и предложите коммерчески привлекательные для России проекты создания и использования конкретных продуктов и материалов (образы разработок будущего) по следующим направлениям:

1. Новые источники тока и принципы их функционирования
2. Микропечатная электроника
3. Глубокая нефтепереработка и горюче-смазочные материалы
4. Эффект лотоса (самоочищающиеся покрытия)
5. Самозалечивающиеся материалы
6. Полимерные композиты
7. Борьба с коррозией
8. Защитные покрытия (при термических, химических воздействиях, для защиты от различных видов излучения)
9. Биомиметика
10. Новые строительные материалы и технологии
11. Функционализация текстильных тканей
12. Сельское хозяйство, пищевая промышленность, биологически активные добавки
13. Наномедицина и нанотоксикология, имплантаты
14. Косметика
15. Криминалистика, защита документов, товаров и денежных знаков
16. Новые принципы электроники
17. Информационные технологии
18. «Военные» нанотехнологии
19. Альтернативная энергетика
20. Очистка питьевой воды, отходящих газов, дожиг топлива, ликвидация разлива нефтепродуктов – экология в действии
21. Новые научные приборы
22. Создание новых материалов для научных исследований
23. Всемогущий углерод
24. Моделирование нанообъектов и процессов на наноуровне
25. Сверхлегкие и прочные конструкции для транспорта

Ваши предложения должны содержать научно-техническое и маркетинговое обоснование проекта.

План написания фантастической заявки на «финансирование» Вашего фантастического проекта «Прорыв в Будущее»:

1. **Резюме мини-проекта** (всего - не более 2 страниц)
 - Название, отражающее суть (1-2 строки)
 - Цель, не повторяющая название (1-2 предложения)
 - Задачи проекта (20 строк)
 - Ожидаемые результаты, описание продукта проекта и его свойств (желательно, с конкретными числами), факторы конкурентоспособности продукта и его социальной значимости
2. **Маркетинг** (не более 1 страницы)

Опишите предполагаемые области применения, объемы рынка вашего продукта и его стоимость (в ценах 2008 г.), дайте портрет типичного потребителя (аудитории) продукта

3. Научно-техническое обоснование проекта
 - Новизна идеи (0.5 страницы)
 - Фундаментальные естественнонаучные принципы, лежащие в основе создания продукта проекта (1 страница, допускается 1 - 2 картинки)

Для участников с ИНЫМ уклоном образа мышления можно написать эссе. Темы свободных эссе:

1. нанохимия и происхождение минералов
2. нанотехнологии и религия
3. эстетика наномира
4. нанотехнологии и «утечка мозгов»
5. нанотехнологии как философская парадигма
6. юридическая поддержка нанотехнологических разработок
7. проблема обязательной сертификации нанопродуктов
8. нанотехнологии – благо, блеф или грядущая катастрофа?
9. социальные аспекты нанотехнологий
10. миниреферат по альтернативной энергетике и экологии
11. разработка концепции образовательной программы в области нанотехнологий для начального уровня («нанознайка»)
12. наноажиотаж и нанофобии – две стороны медали... Что стоит за этим?
13. нанотехнологии прошлого и будущего

14. книга рекордов (наноГиннеса) для наномира

План написания эссе «Прорыв в Будущее»:

1. Художественное название, возможно, аллегорически отражающее суть (1-2 строки), эпитафия
2. Введение (до 1 страницы) – отражает основную мысль и цель эссе, текущее положение дел, новизну подхода автора
3. Как достигнуть поставленную цель и раскрыть тему эссе? (1 страница с 1 - 3 картинками)
4. Что из всего этого следует (1 страница)
5. Перспективы и ожидания (1 страница)

В минипроектах и эссе любое из перечисленных направлений-тем должно рассматриваться с точки зрения развития и практического применения нанотехнологий, это основное требование. **Один участник может описать не более двух тем (на собственный выбор) и использовать в качестве формы изложения или (и) минипроект, или (и) эссе. В зачет пойдет лучшее из того, что написал участник.**

Формат изложения: (2-5 страниц формата А4, одинарный интервал, шрифт Times new roman 12 pt, отступы везде по 2 см.)

Не рассматривайте общеизвестные или широко обсуждаемые применения наноматериалов (сроки реализации до 2010-2015 года), не раскрывайте ноу-хау своей научной группы и неопубликованные данные, дайте простор своей научно-практической фантазии, оставаясь в рамках разумного! (50 баллов)

Нанопурга (2009, нанохимия)

В недавно выпущенной книге В.Балабанова «Нанотехнологии – наука будущего» (тираж 3000 экземпляров был распродан мгновенно) имеется немало удивительных фрагментов, которые заслуживают внимания химиков. Например:

1. Цитата «Алмазоид – алмазоподобная структура, построенная из атомов углерода методами механосинтеза, имеющая прочность и химическую инертность алмаза. Алмазоид будет использоваться в качестве основного материала при построении нанороботов. Это гидрокарбонат, в котором атомы углерода образуют тетраэдральную пространственную сетку, точно такую же, как в алмазе. В природе алмазоид встречается в сырой нефти в виде молекул низших гидрокарбонатов: адамантана, диадамантана и триадамантана.». Прокомментируйте это высказывание с точки зрения терминологии, неорганической, структурной химии и здравого смысла. (5 баллов)
2. Цитата «В целом, если не принимать в расчет первый японский «наноавтомобиль» на фуллереновых колесах, именно невозможность практически изготовить хотя бы простейшие из теоретически рассчитанных деталей (молекул) является наиболее слабым местом молекулярной нанотехнологии». Прокомментируйте это утверждение с точки зрения возможных исторических и химических неточностей. (3 балла)
3. Обсуждается сообщение зам. начальника Генерального штаба ВС РФ по поводу успешного подрыва «папы всех бомб», цитата «... в сентябре 2007 г. Россией испытана новейшая вакуумная бомба, разработанная на принципах нанотехнологий, мощность которой, согласно утверждениям военных, может сравниться с ядерными боевыми зарядами». Пожалуйста, с использованием доступных Вам данных сравните тепловыделение при подрыве 1 тонны самых мощных взрывчатых веществ на Ваш выбор (можно также и объемного действия) с энергией, которая выделяется при подрыве «пули» с критической массой, которая сделана из металлического америция. (5 баллов)
4. Насколько время протекания химической реакции будет отличаться от времени протекания ядерной реакции? (1 балл)
5. Каким образом может увеличить мощность бомбы «использование нанотехнологий»? (2 балла)
6. Цитата «на 11 международной выставке средств обеспечения безопасности государства... научно-исследовательский институт стали (Москва) и институт прикладных нанотехнологий (Зелиноград) продемонстрировали первые опытные

образцы «жидкой брони...» (см. рис.). «... Создание «жидкой» брони заключается в обработке обычной баллистической ткани гелевой композицией на основе фтора с наночастицами оксида корунда...» Найдите максимальное количество ошибок на приводимом рекламном блоке. (3 балла)

7. Существуют ли реальные перспективы разработки «жидкой брони» и из каких компонентов она может состоять? (3 балла)
8. Какова может быть ее эффективность и чем она определяется? (1 балл)

Что такое НАНО? (2009)

1. Кто считается крестным отцом нанотехнологий?
 - 1) Отец Джорджа Буша, организовавшего американскую национальную нанотехнологическую инициативу
 - 2) Л.Б.Меламед, ставший первым генеральным директором государственной корпорации нанотехнологий
 - 3) А.Б.Чубайс, который успешно провел Международный форум по нанотехнологиям
 - 4) Эрик Дрекслер, впервые придумавший обезумевшие орды нанороботов
 - 5) Ричард Фейнман, который призвал занять место внизу, где его еще много
 - 6) Астронавт Армстронг, привезший лунную пыль на Землю
 - 7) В.В.Путин, провозгласивший российскую национальную нанотехнологическую программу
 - 8) Академик Ж.И.Алферов, лауреат Нобелевской премии
 - 9) Академик В.А.Садовничий, Ректор МГУ
2. Один нанометр равен чему? Укажите арифметически правильный ответ...
 - 1) Одна миллионная сантиметра
 - 2) Одна миллионная миллиметра
 - 3) Одна тысячная ангстрема
 - 4) Одна триллионная мили
 - 5) Сто ангстрем
 - 6) Десять пикометров
 - 7) Одна миллиардная парсека
 - 8) Одна стотысячная дюйма
 - 9) Одна тысячная фута
 - 10) Одна миллиардная морского узла
3. Какой из размеров ближе всего к 1 нанометру?
 - 1) диаметр молекулы фуллерена
 - 2) вандерваальсовый радиус молекулы кислорода
 - 3) длина молекулы ДНК
 - 4) диаметр кишечной палочки
 - 5) толщина лапы муравья
 - 6) длина волны излучения бытовой микроволновой печи
 - 7) радиус квантовой точки на основе халькогенида кадмия
4. Из какого языка произошла приставка "нано" и что она означает?

- 1) из древнеславянского и означает "солнечная пылинка"
 - 2) из тюркского и означает "жадный"
 - 3) из немецкого и означает "крошка"
 - 4) из греческого и означает "гном, карлик"
 - 5) из латыни и означает "глубина, топь"
 - 6) из английского и означает "мера, деление"
 - 7) из французского и означает "утренний ежик"
 - 8) из санскрита и означает "дитя, ребенок"
 - 9) из иврита и означает "богатый"
5. Какие из эффектов НЕхарактерны для нанообъектов? Выберите наиболее подходящий ответ...
- 1) Туннелирование
 - 2) Квантование (квантоворазмерные эффекты)
 - 3) Повышенная химическая активность
 - 4) Повышенная концентрация (точечных и протяженных) дефектов
 - 5) Повышенная концентрация "оборванных" связей
 - 6) Свечение (люминесценция) в видимой области
 - 7) Притяжение к постоянному магниту
6. Какой из перечисленных ниже объектов точно НЕ относятся к наномиру?
- 1) углеродные нанотрубки
 - 2) наноалмазы
 - 3) квантовые точки
 - 4) касиев пурпур
 - 5) платиновая чернь
 - 6) мицеллы
 - 7) вирусы
 - 8) ацетилен
 - 9) липосомы
 - 10) золь
7. Демон Максвелла, сортирующий молекулы, что может привести к передаче тепла от холодного к горячему, невозможен потому, что...
- 1) ... он слишком маленький
 - 2) ... он нарушает законы природы
 - 3) ... молекулы очень быстрые
 - 4) ... молекул очень много

- 5) ... я его видел!
 - 6) ... у него нет точки опоры
 - 7) ... откуда он возьмет энергию для совершения такой работы?
 - 8) ... беспорядок нельзя нарушить никогда
8. Назовите единственный (среди перечисленных) реально существующий в наном мире тип объектов.
- 1) нанороботы
 - 2) янусы
 - 3) суперпарамагнитные монополи
 - 4) супрамолекулярный вечный двигатель второго рода
 - 5) гномы
 - 6) единорог
 - 7) флогистон
 - 8) суперструны
9. Кто предложил термин "серая слизь" для взбесившихся орд нанороботов?
- 1) Ж.И.Алферов
 - 2) Р.Фейнман
 - 3) Р.Бредбери
 - 4) Э.Дрекслер
 - 5) Б.Клинтон
 - 6) И.В.Мичурин
 - 7) этот термин не существует, как и нанороботы
 - 8) никто не изобретал, это народная молва
 - 9) это термин ИУРАС
10. В какое время появились термины «Наноматериалы» и «Нанотехнологии»?
- 1) Они были еще со времен алхимиков
 - 2) В середине XX века
 - 3) В конце XX века
 - 4) В начале XXI века
 - 5) Их своими опытами фактически ввел М.В.Ломоносов
11. Кто предложил использовать «координату дисперсности» в описании и интерпретации корреляционных зависимостей между составом, структурой и свойствами веществ и материалов?
- 1) академик И.В.Тананаев
 - 2) академик П.А.Ребиндер

- 3) академик Ж.И.Алферов
- 4) гендиректор РОСНАНО А.Б.Чубайс
- 5) академик В.А.Каргин
- 6) президент РФ Д.А.Медведев
- 7) Эрик Дрекслер
- 8) Ричард Фейнман
- 9) Михайло Ломоносов

Викторина очного тура Интернет-олимпиады (2009)

1. Кто из перечисленных ниже ученых впервые предложил метод атомно-слоевого осаждения?
 - 1) Р.Фейнман
 - 2) Э.Дрекслер
 - 3) Ю.Д.Третьяков
 - 4) В.Б.Алесковский
 - 5) П.А.Ребиндер
 - 6) Ж.И.Алферов
2. Какой из законов (правил) описывает, как считается, механические свойства нанокристаллических материалов?
 - 1) Холла
 - 2) Холла-Петча
 - 3) Мура
 - 4) Стендаля
 - 5) Данкова-Конобеевского
 - 6) Гиббса-Вульфа
3. Для каких изделий бесполезен «эффект лотоса»?
 - 1) зонтик
 - 2) ветровое стекло автомобиля
 - 3) катодный материал
 - 4) антикоррозионное покрытие
 - 5) антипригарное покрытие
 - 6) солнцезащитные очки
4. Какой из материалов должен иметь наибольшую удельную ($\text{м}^2/\text{г}$) площадь поверхности?
 - 1) ксерогель
 - 2) аэрогель
 - 3) гель
 - 4) керамика
 - 5) тонкая пленка
 - 6) микропористая пленка
5. За счет чего, скорее всего, будет происходить пластическая деформация нанокристаллического материала?
 - 1) зернограничное проскальзывание

- 2) скольжения дислокации Франка
 - 3) перемещения дислокационных стенок
 - 4) переползания дислокационных петель
 - 5) поперечного скольжения винтовых дислокаций
 - 6) изменения концентрации плоскостей кристаллографического сдвига
6. Считается, что введение 0.1 масс.% углеродных нанотрубок в цемент может улучшить его прочность. Укажите причину такого воздействия.
- 1) концентрирование нанотрубок на границах раздела зерен
 - 2) армирование материала нанотрубками
 - 3) влияние на зародышеобразование фаз
 - 4) улучшение макродиффузионных процессов за счет капиллярного эффекта
 - 5) сорбция излишка воды внутри ОУНТ
7. Механоактивация при интенсивном механическом помоле не связана напрямую с...
- 1) увеличением концентрации дислокаций
 - 2) увеличением концентрации точечных дефектов
 - 3) аморфизацией вещества
 - 4) уменьшением среднего размера частиц
 - 5) увеличением концентрации микротрещин
 - 6) увеличением концентрации микровключений
8. Какая из указанных ниже методик не позволяет эффективно получать планарные наноструктуры?
- 1) FIB-литография
 - 2) ИК-литография
 - 3) СЗМ-литография
 - 4) контактная микропечать
 - 5) микросферная литография
 - 6) расслаивание блоксополимеров
9. Треугольные ямки анизотропного травления кремния означают, что это плоскость...
- 1) 111
 - 2) 110
 - 3) 100
 - 4) 030
 - 5) 600
 - 6) 123

10. Какой из параметров является наименее важным при создании полевого транзистора на основе углеродных нанотрубок?
- 1) толщина диэлектрического слоя
 - 2) хиральность нанотрубки
 - 3) тип проводимости полупроводника
 - 4) толщина слоя проводника
 - 5) длина углеродной нанотрубки
11. Какой из параметров является наиболее важным при создании диода (типа Шоттки) на основе одиночной нанотрубки?
- 1) величина деформации / изгиба / скрутки разных частей одностенной нанотрубки
 - 2) диаметр всей нанотрубки
 - 3) легирование всей нанотрубки
 - 4) наличие функциональных групп на всей поверхности УНТ
 - 5) многослойность нанотрубки
12. Когда впервые появились статьи о получении углеродных нанотрубок?
- 1) 1952
 - 2) 1959
 - 3) 1986
 - 4) 1991
 - 5) 1996
 - 6) 2003
13. Спиновый вентиль для спинтроники требует наличия...
- 1) сверхпроводника
 - 2) суперионного проводника
 - 3) ферромагнетика
 - 4) ферроэлектрика
 - 5) ферроэластика
 - 6) системы кубитов
14. Какой из шаблонов наиболее эффективно может быть использован для калибровки СЗМ?
- 1) пленка мезопористого диоксида кремния
 - 2) пленка анодированного алюминия
 - 3) пленка OLED
 - 4) пленка для магнитофонной записи

- 5) DVD – диск с питрами, кодирующими запись информации
 - 6) упорядоченная пленка бактериородопсина
15. Какие из приведенных ниже металлов используют в электрокаталитическом слое топливных элементов?
- 1) золото
 - 2) осмий
 - 3) палладий
 - 4) платина
 - 5) серебро
 - 6) медь
16. Максимальная полезная работа, совершенная системой над внешними телами, равна...
- 1) уменьшению внутренней энергии системы, компенсированному увеличением энтропии
 - 2) уменьшению энергии Гиббса системы
 - 3) изменению химического потенциала системы
 - 4) увеличению энтальпии системы
 - 5) увеличению энтропии системы
17. При уменьшении размера частиц фазы алмаза ниже 5 нм при комнатной температуре...
- 1) сингония решетки остается прежней (кубической)
 - 2) сингония решетки изменяется (становится гексагональной)
 - 3) формируются нанокластеры, которые не могут быть «уложены» в плотную трехмерную структуру
 - 4) формируются псевдожидкие кластеры с хаотической структурой
 - 5) формируются кубические наночастицы с усеченными углами (комбинация куба и октаэдра) с повышенной концентрацией точечных дефектов
18. Какой из указанных ниже материалов является наиболее термодинамически стабильным при нормальных условиях?
- 1) графит
 - 2) алмаз
 - 3) фуллерен
 - 4) углеродные нанотрубки
 - 5) наноалмаз детонационного синтеза
 - 6) карбин

19. Какое из перечисленных ниже веществ может позволить сформировать самособирающиеся монослои на золотой подложке?
- 1) длинноцепочечные галогениды
 - 2) олеиновая кислота
 - 3) длинноцепочечные тиолы
 - 4) ЦТАБ (цетилтриметиламмония бромид)
 - 5) додецилсульфат натрия
 - 6) поливиниловый спирт
20. Чем может быть обусловлена структурная селективность цеолитных катализаторов по отношению к неразветвленным / разветвленным алканам при гидрокрекинге?
- 1) силой льюисовских центров
 - 2) силой бренстедовских центров
 - 3) микроструктурой
 - 4) структурными полостями
 - 5) гидрофильностью поверхности
 - 6) дисперсностью частиц
21. Критический радиус зародыша означает, что ...
- 1) он не может раствориться
 - 2) он самопроизвольно растет
 - 3) дальнейшее увеличение размера сопровождается уменьшением энергии Гиббса
 - 4) начинается формирование граней-фасеток
 - 5) он снимает вокруг себя пересыщение в питающей среде
 - 6) он изменяет квазижидкую структуру на нанокристаллическую
22. Что наименее значительно влияет на зародышеобразование в твердой фазе?
- 1) замедленность диффузионных процессов
 - 2) возникновение упругих напряжений при появлении новой фазы
 - 3) изменение уровней Ферми фаз
 - 4) возникновение ассоциатов точечных дефектов
23. Какой из методов лучше всего использовать для получения монослоев бактериородопсина?
- 1) самособирающиеся монослои
 - 2) графоэпитаксия
 - 3) метод Лэнгмюра-Блоджетт
 - 4) кристаллизация белка из раствора высаливанием

- 5) химическое осаждение из газовой фазы
 - 6) диализ
24. Терм нормального состояния молекулы кислорода обозначается символом
- 1) S
 - 2) T
 - 3) P
 - 4) F
 - 5) I
25. Схема Рассела-Саундерса учитывает в своей основе...
- 1) спин-орбитальное взаимодействие
 - 2) спин-спиновое взаимодействие
 - 3) правило Хунда
 - 4) орбиталь-орбитальное взаимодействие
 - 5) эффект Яна-Теллера
26. К безызлучательным переходам в молекулах относится...
- 1) внутренняя конверсия
 - 2) фосфоресценция
 - 3) люминесценция
 - 4) комбинационное рассеяние
 - 5) флюоресценция
 - 6) электронные переходы
27. Какие из указанных ниже элементов часто используются для создания OLED?
- 1) Tb³⁺
 - 2) Na⁺
 - 3) Cs⁺
 - 4) Ca²⁺
 - 5) MnO⁴⁺
 - 6) Co³⁺
28. Нанофлуктуации состава в неодим-бариевых купратах являются...
- 1) центрами пиннинга
 - 2) стопорами дислокаций
 - 3) элементами дисперсионного упрочнения
 - 4) F-центрами
 - 5) магнитными центрами
29. Для работы молекулярных моторов используется...

- 1) АТФ
 - 2) глюкоза
 - 3) соляная кислота
 - 4) аскорбиновая кислота
 - 5) РНК
 - 6) этанол
30. Для получения пористого кремния используется...
- 1) щавелевая кислота
 - 2) хлористоводородная кислота
 - 3) плавиковая кислота
 - 4) янтарная кислота
 - 5) царская водка
 - 6) перекись водорода
31. Оптическое сверхразрешение СОМБП связано с ...
- 1) использованием ультрафиолетового источника освещения
 - 2) использованием асферической оптики
 - 3) применением отверстия размером много меньшим, чем длина волны, в непрозрачном экране
 - 4) специальной когнитивной обработкой изображения
 - 5) использованием иглы СЗМ, покрытой люминофором
 - 6) применением оже-излучения
32. Метод гигантского комбинационного рассеяния связан с ...
- 1) использованием ультрафиолетового источника освещения
 - 2) использованием наночастиц золота и плазмонного резонанса
 - 3) применением тонкого оптоволокна
 - 4) специальной когнитивной обработкой изображения
 - 5) использованием иглы СЗМ, покрытой люминофором
 - 6) применением оже-излучения
33. Что не влияет на частоту плазмонного резонанса наночастиц серебра?
- 1) анизотропия
 - 2) размер
 - 3) модификатор поверхности
 - 4) наличие точечных дефектов и F-центров (центров окраски)
 - 5) температура
 - 6) давление

34. Какие из перечисленных ниже «соединений» имеют наименее прочные химические связи (между составляющими их компонентами)?

- 1) катенаны, ротаксаны
- 2) соединения внедрения в графит
- 3) клатраты хлора
- 4) криптандалы
- 5) электриды
- 6) фуллериды

35. ОКР не могут отделяться друг от друга...

- 1) дислокационными стенками
- 2) высокоугловыми границами
- 3) двойниковыми границами
- 4) точечными дефектами
- 5) специальными границами

36. «Самосборка» квантовых точек на подложке при осаждении из газовой фазы вызвана...

- 1) флуктуациями (модуляцией) состава питающей среды
- 2) химическим взаимодействием квантовых точек с подложкой
- 3) эпитаксиальным ростом пленок
- 4) рассогласованием параметров решеток пленки и подложки
- 5) осаждением полупроводниковых «островков» на винциальных выходах винтовых дислокаций подложки
- 6) затрудненной миграцией ростовых блоков по боковой поверхности эшелонов ростовых ступеней подложки

37. Какие из белков «используются» в молекулярных моторах?

- 1) кинезин
- 2) бактериородопсин
- 3) альбумин
- 4) миоглобин
- 5) казеин
- 6) трипсин

38. Действие оптического пинцета основано на...

- 1) создании градиента температур и микроконвективных потоков
- 2) возбуждении энергетических уровней захватываемого объекта или повышении его внутренней энергии

- 3) локальном изменении плотности среды, в котором находится захватываемый объект
- 4) изменении трибологических характеристик подложки
- 5) изменении заряда двойного электрического слоя
- 6) действию градиентных сил давления света

39. Пористый кремний получают с помощью...

- 1) наноиндентирования
- 2) электронно-лучевой эпитаксии
- 3) электрохимически
- 4) химическим осаждением из газовой фазы
- 5) импульсного лазерного облучения
- 6) самосборкой кремниевых микросфер

40. Показатель коэффициента преломления у метаматериалов...

- 1) равен нулю
- 2) положительный
- 3) отрицательный
- 4) его нельзя определить
- 5) мнимый
- 6) широко варьирующийся

41. На периодически модулированных поверхностях металлических пленок возможно резонансное возбуждение поверхностных...

- 1) экситонов
- 2) магнонов
- 3) фотонов
- 4) фононов
- 5) плазмон-поляритонов
- 6) поляронов

42. Гашение люминесценции квантовых точек в присутствии наночастиц золота может происходить за счет...

- 1) FRET
- 2) сульфидирования поверхности золота при химическом взаимодействии с квантовыми точками
- 3) поглощения золотом всего падающего на квантовую точку возбуждающего излучения
- 4) поглощением золотом всего излучения, испущенного квантовой точкой

- 5) восстановлением металлических катионов квантовой точки с образованием интерметаллидов
43. При получении монослоев методом Лэнгмюра-Блоджетт Y-тип пленки означает...
- 1) голова к голове, хвост к хвосту
 - 2) голова к хвосту
 - 3) хвост к голове
 - 4) комбинация X и Z – типов
 - 5) латеральное упорядочение в пленке
 - 6) периодически гофрированный монослой
44. При получении методом Лэнгмюра-Блоджетт пленки Y-типа двумерное давление следует...
- 1) периодически увеличивать скачком
 - 2) поддерживать постоянным
 - 3) монотонно увеличивать
 - 4) монотонно уменьшать
 - 5) сначала увеличивать, а потом уменьшать
 - 6) в силу способности системы к самоорганизации о давлении можно не заботиться
45. Какой из приведенных ниже процессов приводит к самопроизвольному («безактивационному») формированию смеси фаз?
- 1) Оствальдовское старение
 - 2) спинодальный распад
 - 3) расстекловывание
 - 4) собирательная рекристаллизация
 - 5) перитектоидный распад
 - 6) самораспространяющийся высокотемпературный синтез
46. Какой из указанных ниже компонентов не входит в состав липосом?
- 1) фосфолипиды
 - 2) холестерин
 - 3) лецитин
 - 4) полиэтиленгликоль
 - 5) дофамин
47. К одной из важных особенностей бактериородопсина относится...
- 1) перенос протонов из клетки во внешнюю среду под действием света
 - 2) изменение осмотического давления в мембране под действием света

- 3) генерация потока электронов через мембрану под действием света
 - 4) работа в качестве «фотонного конвертера»
 - 5) перемещение в пространстве под действием света
48. В какой области поглощает бактериородопсин (для осуществления своей нормальной «работы»)?
- 1) в пурпурной
 - 2) в зеленой
 - 3) в инфракрасной
 - 4) в ультрафиолетовой
 - 5) во всей области видимого света
 - 6) в микроволновой области
49. Что не является признаком сверхпроводящего состояния?
- 1) эффект Джозефсона
 - 2) отсутствие электрического сопротивления
 - 3) диамагнетизм
 - 4) пиннинг
 - 5) эффект «горячей точки»
 - 6) наличие критической температуры (бозе-конденсация)
50. Какой из механизмов является общепринятым для описания инжекции носителей зарядов в структуре ЭЛУ?
- 1) эффект Джозефсона
 - 2) эффект Яна-Теллера
 - 3) термоионная эмиссия Ричардсона-Шоттки
 - 4) безызлучательный перенос энергии
 - 5) эффект сенсibilизации
 - 6) Ферстеровский резонансный перенос энергии
51. Какие из указанных ниже объектов нельзя рассматривать в качестве нанокompозитов?
- 1) частицы Януса
 - 2) фотонные кристаллы
 - 3) ферромагнитная проволока в мезопористой матрице
 - 4) квантовые точки ядро-оболочка
 - 5) гетероструктуры для гигантского магнетосопротивления
 - 6) полупроводниковые лазеры
52. Какие из систем не являются коллоидной системой «газовая фаза - вещество»?

- 1) аэрогель
- 2) аэросил
- 3) аэрозоль
- 4) туман
- 5) зыбучий песок
- 6) смог

53. Какие эффекты / законы не лежат в основе функционирования термоэлектриков?

- 1) Зеебека
- 2) Пельтье
- 3) Томпсона
- 4) Шоттки
- 5) Ома

54. Какие (магнитные) частицы будут обладать максимальной коэрцитивной силой?

- 1) монокристаллические
- 2) монокристаллические
- 3) суперпарамагнитные
- 4) поликристаллические
- 5) полидоменные
- 6) парамагнитные

55. Какой состав имеют стенки пор анодированного алюминия?

- 1) алюминий
- 2) корунд
- 3) оксид корунда
- 4) аморфный гидратированный оксид алюминия
- 5) монокристаллический лейкосапфир
- 6) гамма-оксид алюминия

56. Выберите наиболее подходящий способ направленной неинвазивной доставки квантовой точки или другой наночастицы в клетку...

- 1) электропорация клетки
- 2) инъекция в клетку при помощи микроэлектрода
- 3) конъюгация наночастицы с антителом к рецептору на мембране клетки, инициирующему эндоцитоз
- 4) смешивание наночастиц с клетками для пассивной диффузии в цитоплазму

- 5) изменение баланса калия и натрия вне клетки для обратного осмоса через калиевые каналы
 - 6) использование ПАВ для уменьшения толщины билипидной мембраны
57. Какой из РЗЭ не используется при создании люминесцентных устройств?
- 1) Yb
 - 2) Tb
 - 3) Pm
 - 4) Sm
 - 5) Tm
 - 6) Nd
58. Какой из методов анализа доказал свою эффективность при исследовании структуры ОУНТ?
- 1) анализ ОКР
 - 2) СКР
 - 3) ЯКР
 - 4) ЯМР
 - 5) ЯГР
 - 6) РФА
59. Что представляет собой ВКВС?
- 1) Неорганический полимер
 - 2) Гибридный материал
 - 3) Суспензия
 - 4) Наноструктурированный high-k материал
 - 5) Стеклокерамический материал
 - 6) Поликристаллический однофазный материал
60. Укажите, каким свойством не должна обладать подложка для длительных выращивания и исследований клеток...
- 1) Отсутствие цитотоксичности
 - 2) Хорошая клеточная адгезия
 - 3) Структура, сходная с геометрией естественного окружения клеток
 - 4) Индукция изменений морфологии и мембранного потенциала клеток
 - 5) Отсутствие собственной флуоресценции и комбинационного рассеяния

Конкурс основных нанотехнологических терминов РОСНАНО (2010, творческий конкурс)

Одна из самых сложных вещей на свете - дать Имя, название, определить ТЕРМИН... Так было практически всегда. Вы рискуете столкнуться с ожесточенной критикой Ваших коллег, друзей и недругов, Вас могут и хвалить, и ругать, Вы можете даже всю жизнь шлифовать один единственный термин (и будут ли Вам благодарны потомки, рассудит история). Однако, так уж повелось, и таковы наша культура и традиции, что без терминов нельзя, на них держится взаимопонимание и обычных людей, и узких специалистов, они сокращают путь к истине и экономят время на ненужные споры. Это как в поэзии (по словам В.В.Маяковского): "поэзия {читай - работа с терминами} — та же добыча радия. В грамм добыча, в год труды. Изводишь единого слова ради тысячи тонн словесной руды." И если Вы удачно определили термин, Вас и Ваше определение запомнят надолго и все будут знать, что именно Вы совершили маленький прорыв. Маленькую, но важную терминологическую победу - прелюдию более важных достижений. Итак, это очень важное занятие - работать с терминами и, тем более, создавать из них словарь...

В декабре 2009 года был завершен первый этап создания электронного словаря нанотехнологических терминов (сейчас на сайте РОСНАНО размещено свыше 400 статей, описывающих основные понятия и явления мира нанотехнологий).

Целью работы является создание словаря основных терминов, используемых в области нанотехнологий, который был бы написан языком, понятным максимально широкому кругу читателей, и который бы способствовал дальнейшему развитию отношений Корпорации с учеными и бизнесменами, а также становлению nanoиндустрии в целом.

Словарь является открытым, а это значит, что уже опубликованные статьи будут корректироваться и дорабатываться с учетом предложений и замечаний, которые будут высказываться всеми заинтересованными пользователями. В рамках конкурса РОСНАНО предлагается написать новые (или переписать старые) статьи – те из них, которые наиболее близки к Вашей деятельности или знаниям, а также аргументировано высказать, если Вы сочтете это необходимым, Ваши замечания и комментарии. Вы также можете высказать предложения по включению в словарь тех или иных терминов, которые в настоящее время отсутствуют в нем, но включение которых, по Вашему мнению, было бы целесообразным.

Структура статьи:

- Термин на русском языке (не более 5 слов)
- Термин на английском (точный перевод)
- Синонимы (не более 5)

- Аббревиатуры (не более 3)
- Связанные термины (не более 10)
- Определение (не более 100 слов)
- Описание (не более 400 слов)
- Авторы (Вы и Ваши коллеги, если они реально участвовали в работе, но сама работа подается от Вашего имени и должна быть оригинальной, то есть именно Вашей)
- Ссылки (не более 10, но не менее 1)
- Иллюстрации (не более 5, но не менее 1)
- Теги (ключевые слова) (не более 10)
- Раздел рубрикатора (см. приложение 2), к которому можно отнести термин (не более 5)
- Критика и комментарии существующего в словаре термина, либо аргументация к включению в словарь отсутствующего термина (не более 500 слов)

Основные критерии оценки:

- оригинальность выбора термина (*2 балла*)
- описание термина, содержащего краткое пояснение необходимости его включения в словарь (*3 балла*)
- четкость и корректность определений (*5 баллов*)
- выбор иллюстративного материала и его качество (*3 балла*)
- обоснованность выбора предложенных ссылок (*2 балла*)
- корректность выбора ключевых слов и соотнесение с разделами (*2 балла*)
- критика и комментарии (*3 балла*)

Наночки (Нанометр, НТ Информ, NNN, Современное естествознание) (2010, творческий конкурс)

Одна из участниц - школьниц III Интернет – олимпиады по нанотехнологиям все свои «нанотехнологические» решения сопроводила рисунками на полях, которые она назвала «Наночки», они были призваны лучше выразить ее мысль (правда, на конечных баллах это фактически никак не отразилось). И более опытные участники, несмотря на то, что излагали серьезное решение, бывало, подкрепляли его меткими шаржами (хотя и из их весомого решения все было абсолютно понятно). «Нано» по – прежнему вызывает восхищение, будоражит, привлекает, заставляет размышлять, искать и находить, хотя иногда вызывает сарказм, усмешку, недоверие... Весь спектр эмоций! Выражайте Ваши эмоции в великолепии цвета и образа!

В соответствии с идеей, обсуждавшейся в рамках взаимодействия сайтов Нанометр, НТ-ИНФОРМ, Nanonewsnet и Фонда "Современное естествознание" приглашаем всех участников придумывать и рисовать работы (на компьютере и даже на бумаге) для конкурса «**Наночки**». Для того, чтобы участвовать в конкурсе, необходимо создать Вашу «Наночку» (оригинальный, Ваш собственный рисунок или компьютерную графику) и сопроводить ее емкими комментариями, ответив на несколько основных вопросов:

- Что изображено?
- Что Вы имели в виду?
- Какие Ваши эмоции рисунок выражает?
- Почему все так..?

Конкурс проводится по трем различным номинациям:

- Нанотехнологические фантазии (любые Ваши рисунки или компьютерная графика, включая 3D, коллажи и т.д.)
- Галерея наномира (стилизация изображений из Галереи сайта Нанометр под обои рабочего стола компьютеров)
- Кисть и перо (рисованные картинки любого жанра в стиле «нано» или про «нано»)

Для **школьников и младших участников** принимаются отсканированные рисунки, выполненные лично автором, вместе с его собственными комментариями. Особенностью конкурса для них является то, что до того, как создавать творение, они могут подробно расспросить обо всех особенностях того, что они собираются рисовать, в рамках курса «Богатство наномира».

Основные критерии оценки:

- Оригинальность и самобытность (5 баллов)

- Эстетическая привлекательность (*5 баллов*)
- Свежесть и глубина выражения мысли, то есть Ваши объяснения (комментарии) по поводу рисунка (*5 баллов*)

Нанотехнологии - малой Родине Совета Федерации (2010, творческий конкурс)

Устойчивое развитие и сама будущность Российской Федерации неразрывно связаны со скорейшим внедрением научно – технических инноваций и всемерным их использованием в самых разных сферах деятельности и во всех регионах страны. Альтернативы этому процессу нет. В 21 веке символом передовых достижений человечества становятся нанотехнологии, несмотря на разное отношение к ним со стороны неспециалистов. Планомерный, требующий времени и объединенных усилий ученых, политиков и бизнесменов прогресс в этой междисциплинарной области знаний – назревшее и объективное явление. Улучшение качества жизни, рывок в телекоммуникационной и информационно – компьютерной сфере, решение экологических проблем, новый уровень медицины – вот осязаемые перспективы развития нанотехнологий в нашей стране. Приблизить эти ожидания, увидеть уже в ближайшем будущем плоды труда российских исследователей в области нанотехнологий – важнейшая задача, стоящая перед современным обществом. Воплощение достижений нанотехнологий в реальность сопряжено со сложнейшим, многоуровневым поиском новых подходов в науке, технике и образовании. И решить эти непростые задачи невозможно без активного участия молодых и целеустремленных людей – новой генерации интеллектуального потенциала России.

Учитывая важность и необходимость развития высоких технологий в России и стимулирования молодых исследователей к созидательной, творческой деятельности, Совет Федерации приглашает к участию в новом конкурсе в рамках IV Интернет – олимпиады по нанотехнологиям с названием «Нанотехнологии - малой Родине». Конкурс позволит предложить оригинальные идеи развитие регионов, основанные на использовании нанотехнологических разработок, даст богатую пищу для дальнейших размышлений как участникам конкурса, так и руководителям регионов. Победители конкурса будут отмечены памятными дипломами и подарками. Хотелось бы пожелать всем участникам успехов, а организаторам – достижения их благородных целей.

Представьте себе, что Вы – лидер и руководитель (Вашего города, района, области, края) и у Вас есть все необходимые материальные, административные, человеческие и технические ресурсы. Напишите в свободной форме реалистичный (с Вашей токи зрения) план проекта реорганизации Вашего региона (города, района, области, края) с использованием самых последних (с Вашей точки зрения) достижений нанотехнологий. Цель реорганизации – повышение уровня жизни граждан, развитие индустриального, сельскохозяйственного и других производственных комплексов, увеличение дохода бюджета, стабильное развитие региона (города, района, области, края).

Типовой план проекта работы включает:

- Современное состояние дел (описание не только известных Вам научных и практических достижений в регионе в области нанотехнологий, но и важных проблем, которые, по Вашему мнению, необходимо решить)
- Целевая направленность (укажите сферы деятельности и целевые группы, которых в наибольшей степени коснутся предлагаемые Вами изменения)
- Актуальность изменений и нанотехнологических нововведений, которые Вы хотите предложить (почему именно такие изменения Вы предлагаете, чем они лучше других вариантов)
- Описание (план, идея) реорганизации (с указанием используемых продуктов нанотехнологий, развития новых, замена старых производств, все полностью на Ваше усмотрение)
- Преимущества и риски (что это принесет хорошего и что может случиться, если что – то пойдет не так). Экономическое обоснование Вашего выбора (какие потребуются инвестиции, какую и почему проект принесет финансовую выгоду региону, городу, краю). Другие преимущества (новая интеллектуальная собственность, новые рабочие места и пр.).
- Ваша виртуальная команда (кого бы Вы собрали в свою администрацию для выполнения Ваших планов).

Формат: 2 - 5 страниц А4 с иллюстрациями, схемами, ссылками на научные публикации и публицистические материалы, законы, патенты, прочие источники (на Ваше усмотрение).

Критерии оценки: оригинальность идей (**5 баллов** максимум), обоснованность плана (**5 баллов** максимум) и реалистичность предложенных подходов (**5 баллов** максимум) Вашего плана.

Нанотехнологии 20 лет спустя передачи "Доброе утро, Россия" (2010, творческий конкурс)

Впервые центральное российское телевидение, передача «Доброе утро, Россия!» в рамках уникального творческого конкурса на IV Интернет – олимпиаде «Нанотехнологии – прорыв в Будущее» отберет лучших участников, которые смогут рассказать телезрителям свою «историю успеха» в области высоких технологий (нанотехнологий). У Вас будет реальный шанс поведать о себе, Ваших коллегах и своей работе миллионам зрителей на канале, который, по мнению экспертов, является одним из самых объективных в освещении развития нанотехнологий в России. Конкурс проводит творческая группа, имеющая богатейший опыт работы в этой области. Участники данного творческого конкурса должны удовлетворять нескольким несложным «квалификационным требованиям», соблюдение которых будет контролироваться советниками творческой группы программы «Доброе утро, Россия!» – членами жюри олимпиады из МГУ им.М.В.Ломоносова.

Если Вы школьник, придумавший что-то великое и уверенный в своей правоте, если Вы пока еще неизвестный изобретатель, если Вы студент, аспирант, молодой ученый, опубликовавший выдающуюся статью или победивший в престижном конкурсе, если Вы и Ваши коллеги – интересные люди, которым есть, что рассказать и показать миллионам зрителей России, то это – Ваш конкурс! Расскажите миллионам о Ваших открытиях, исследованиях, достижениях, образцах и устройствах!

Задание творческого тура программы «Доброе утро, Россия!» для участников Интернет-олимпиады: «Нанотехнологии 20 лет спустя»...

Часть 1. Творческая (самая важная, оценивается в баллах)

«Перенесемся на 20 лет в будущее, и представим, что Вы теперь – выдающийся и известный во всем мире ученый, исследователь в области нанотехнологий. Сегодня – Вы гость в студии программы «Доброе утро, Россия!». Главная тема интервью: «Важные открытия последних лет и самые интересные изобретения, связанные с ними».

Задание: напишите это интервью. Какие вопросы задавали (бы) наши ведущие, и что (бы) Вы отвечали. Время в эфире – 5 минут (примерно 2,5 страницы текста 14 кеглем Times New Roman). Придумайте и опишите, что Вы могли бы показать «материального» во время этого интервью (образцы, устройства и пр.).

Критерии оценки:

- Соответствие работы заданию и предложенной тематике конкурса (5 балла)
- Оригинальность (5 баллов)
- Творческий подход (5 баллов)

- Здравый смысл (5 баллов)

Часть 2. Формально – квалификационная (оценивается как «зачет» или «незачет»)

Для участия в конкурсе Вам необходимо просмотреть лекции "Видеомании". Вы будете должны набрать минимум баллов в тесте на знание "нанотехнологических" выпусков передачи (одновременно со передачей жюри Вашей работы). Доброжелательные (и это правда!) научно – технические советники «Доброго утра» из состава жюри олимпиады выскажут свои рекомендации съемочной группе. При этом они будут руководствоваться тем, что Ваше футуристическое интервью должно исходить не только из сердца, но и идти от ума и опыта. Мы нуждаемся в ВАШЕЙ СЕГОДНЯШНЕЙ «истории успеха». Расскажите уже не в художественном стиле, а на языке сухих фактов:

1. Ваша фотография (даже если Вы не размещали ее в анкете, дайте ее, пожалуйста, здесь)
2. Кто Вы по образованию? (1 абзац)
3. Какие работы (публикации) вы имеете (общее число и 5 лучших ссылок), в каких конференциях участвовали (не более 0.5 стр.). Для школьников этот пункт можно пропустить или рассказать, на каких конкурсах Вы были и где победили.
4. В чем смысл Вашей работы сейчас? (не более 1 стр.)
5. Лаконично и обосновано объясните, в чем состоят Ваши лучшие, самые оригинальные находки (не более 1 стр.)
6. Что Вы можете показать зрителям? (образцы, установки, изобретения, ..., желательны фотоизображения) (не более 1 стр.)
7. Дополнительная информация (что можно, а что нельзя раскрывать публично, дополнительные важные факторы, неформальное объяснение, почему Вы хотели бы рассказать о Вашей работе) (не более 1 стр.)

Работа подается в виде ОДНОГО файла формата PDF, в который размещается ЧАСТЬ 1, ЧАСТЬ 2, а также дополнительные материалы (подсказка - в PDF файл последних версий Acrobat Reader можно вставить видеоролики). Техническое ограничение – файл не должен быть размером более 20 Мб.

Таким образом, в первой части конкурса Вы должны продемонстрировать ВИДЕНИЕ будущего той проблематики, которой Вы занимаетесь, и сделать это красиво, для зрителей, которые, возможно, мало что знают. Во второй – показать НАСТОЯЩЕЕ Вашей работы. Постарайтесь передать Ваши идеи в первой части работы хорошим художественным языком – ее будет оценивать творческая команда программы «Доброе утро, Россия!». Вы должны убедить их в том, что именно Вас и Ваши работы должны знать зрители. Во второй части Вы должны убедить научное жюри в оригинальности

Ваших работ, поэтому она пишется в стиле научного, обоснованного обсуждения проблемы, очень сфокусировано, в расчете на жюри. Эта часть работы является «секретной» и не подлежит разглашению без Вашего ведома. За нее не дается баллов, жюри только рекомендует творческому коллективу «Доброго утра» рассматривать ли работу данного участника по основным критериям творческого конкурса, или нет.

Академический подход РАН (2010, творческий конкурс)

Отделение химии и наук о материалах Российской Академии Наук объявляет о проведении в рамках IV Интернет – олимпиады конкурса работ студентов, аспирантов, молодых ученых «**Академический подход**». Для участия в конкурсе следует зарегистрироваться, работы рассматриваются в рамках курса «Избранные главы нанохимии и функциональные наноматериалы». Работы принимаются по направлениям:

- Наноматериалы прошлого
- Наноматериалы настоящего
- Наноматериалы будущего
- Скрижали истории
- Пророки лженауки

В рамках первого направления авторы работ могут рассмотреть реальные примеры наноматериалов, которые существовали до начала эры нанотехнологий (в том числе, известные исторические или «доисторические» факты, природные объекты и процессы, можно обсудить забытые, непризнанные или спорные открытия и т.д.). В рамках второго конкурса Вы можете рассказать о своих исследованиях – как самих наноматериалах, полученных Вами и коллегами, так и разработанных химических подходах по их синтезу. В рамках третьего конкурса рассматриваются и обоснованно обсуждаются идеи новых наноматериалов или процессов по их созданию, которые пока еще не существуют, но могут принести к прорыву и получению уникальных научных или практических результатов, то есть научная фантастика в области наноматериалов. В четвертом направлении необходимо расширить «официальную» прозападную историю нанотехнологий за счет рассмотрения достижений российских (национальных, советских ученых) и их научных школ, которые внесли своими работами существенный вклад в развитие нанотехнологических подходов и фундаментальных основ нанотехнологий, даже если эти работы неизвестны вне пределов нашей страны (республик СНГ). В пятом конкурсе предлагается четко и обоснованно разгромить современных лжеученых, мошенников, шарлатанов и их «работы», да так, чтобы другим неповадно было.

На конкурс принимаются работы в виде **одного файла**, написанные по следующему примерному шаблону:

- Название
- Сведения об авторе (*фамилия, имя, отчество, место работы или учебы, научная специализация, научный руководитель, его должность и место работы, если есть, не более 0.5 стр.*)

- Аннотация научная (*научная идея работы, не более 0.5 стр.*)
- Аннотация для неспециалистов (*объяснение идеи работы для «чайников», простыми словами, можно художественно, поэтически и пр., не более 1 стр.*)
- Почему и зачем написана работа (*актуальность, новизна, текущее состояние дел, не более 1 стр.*)?
- Что рассматривается в работе и какую цель и задачи она преследует (*цели, задачи, объекты, рассматриваемые в работе, не более 1 стр.*)?
- Введение (*не более 0.5 стр.*)
- Рассмотрение проблемы (*экспериментальная часть, подходы и методы, обсуждение результатов и пр., не более 3 стр. с иллюстрациями*)
- Заключение (*выводы, не более 0.5 стр.*)
- Список использованных источников (*ссылки, гиперссылки, свои собственные опубликованные работы и выступления на конференциях, патенты и другие охраняемые документы по теме*)

Критерии оценки:

- оригинальность работы и подходов, предложенных в ней (5 баллов),
- значимость работы с точки зрения фундаментальных знаний (5 баллов),
- обоснованность предложенных решений (5 баллов)

Принимаются работы, участвовавшие в других конкурсах при условии, что их формат адаптирован под формат настоящего конкурса.

Дедал и Икар группы ОНЭКСИМ (2010, творческий конкурс)

Люди всегда хотели летать ... вверх, все выше и выше. Добиваться нового, совершать открытия, придумывать и делать то, чего раньше никогда не было. Древняя легенда гласит, что однажды искусный мастер, Дедал, сделал крылья (впервые в мире!). Они были великолепны! И ученик его, Икар, стал первым летчиком - испытателем... И полетел. Все выше, и выше, к солнцу, к мечте! И все было бы хорошо, но внешняя температура вышла за допустимый диапазон условий эксплуатации крыльев, что, как известно, привело к разрушению сверхлегкого летательного аппарата и человеческим жертвам. Изобретение Дедала - типичная история создания и успешной попытки внедрения инновационного исследовательского проекта (с единственным упущением, которое не зависело от автора проекта и, к сожалению, привело к нарушению регламента испытаний).

- Побудьте Дедалом и немного, причем теоретически, Икаром и поучаствуйте в творческом конкурсе генерального партнера Всероссийских Интернет - олимпиад по нанотехнологиям - группы ОНЭКСИМ, посвященному разработке новых инновационных проектов, **связанных с использованием нанотехнологий и наноматериалов**. Условия конкурса инновационных проектов группы ОНЭКСИМ для участников IV Интернет - олимпиады по нанотехнологиям:
- проект должен быть связан с использованием **нанотехнологий (наноматериалов)**, преимущества которых должны сделать проект оригинальным и инновационным
- основные области, в рамках которых и для которых разрабатывается проект, ограничиваются только желанием или фантазией участника, хотя было бы желательно, чтобы проект ориентировался на разработку и использование альтернативных источников энергии, решение проблем экологии и энергосбережения, новых источников света, создание новых эффективных транспортных средств, лекарственных препаратов, сенсоров и средств диагностики, телекоммуникации, хранения и передачи информации, применение информационных и компьютерных технологий, новых конструкционных материалов.
- одновременно следует подать заявку на Зворыкинский проект в соответствии с Положением о Зворыкинском проекте. В этом случае наиболее успешным участникам данного конкурса в рамках Интернет - олимпиады по нанотехнологиям от имени Оргкомитета будет дана рецензия - рекомендация их проекта для его продвижения на Зворыкинском проекте, для всех призеров и победителей конкурса группы ОНЭКСИМ (независимо от участия в Зворыкинском проекте) будут установлены денежные премии и выдан официальный диплом победителя. Если

Вы хотите участвовать **только** в конкурсе группы ОНЭКСИМ на IV Интернет - олимпиаде по нанотехнологиям (без участия в Зворыкинском проекте), это никак не скажется в худшую сторону на Ваших шансах победить, однако участники, которые одновременно подадут заявку на Зворыкинский проект, будут иметь дополнительный шанс выиграть еще в одном крупном конкурсе.

Правила оформления заявок на конкурс группы ОНЭКСИМ на IV Интернет - олимпиады по нанотехнологиям:

- Размер работы - **не более 10 страниц** (формат А4 с отступами по 2 см от краев, шрифт Arial или Times New Roman, 12 pt, одиночный интервал) вместе с иллюстрациями и списком использованных источников;
- Структура работы должна включать аннотацию, введение, основную научную часть, возможные области и эффекты практического использования, бизнес - обоснование, описание техники безопасности использования результатов проекта, выводы, список использованных источников;

Критерии оценки работы: оригинальность и новизна идеи (3 балла), соответствие тематике и стилю конкурса (2 балла), обоснование конкурентных преимуществ использования наноматериалов и нанотехнологий для реализации проекта (5 баллов), реалистичность и обоснованность проекта в целом и с точки зрения экономических и / или социальных выгод. (5 баллов)

Прозондируем наномир компании НТ МДТ (2010, творческий конкурс)

С прошлого (2008) года Министерство образования и науки РФ реализует поистине уникальный образовательный проект. ВУЗы естественно-научной и инженерной направленности, а также специализированные школы (преимущественно физико-математические) оснащаются лабораториями для обучения студентов и школьников основам нанотехнологий на реальных экспериментах. Ключевым элементом такой лаборатории является учебный зондовый микроскоп НАНОЭДЬЮКАТОР производства группы компаний НТ-МДТ. По сути НАНОЭДЬЮКАТОР – это тренажер для освоения практических навыков по зондовой микроскопии. А зондовая микроскопия – это ключ к пониманию огромного числа процессов в нано- и микромире.

Уникальность проекта - в его масштабности. Сейчас уже активно работает около 70 классов и еще около 30 будет установлено в конце 2009 - начале 2010. В комплект поставки входит все необходимое для начала учебного процесса – учебники, методические рекомендации, расходные материалы и т.д. Поэтому каждый класс с НАНОЭДЬЮКАТОРАМИ – это своего рода школа молодого бойца по обучению работе и визуализации нанообъектов. Поработав своими руками с зондовым микроскопом – даже таким простым как НАНОЭДЬЮКАТОР – школьник начинает понимать специфику поверхностных явлений, возможности и ограничения нанокompозитных материалов, получает представление о «железе», используемом в современных исследованиях. И таких школьников и студентов будут выпускаться десятки и сотни уже начиная со следующего года! Подобный системный подход к процессу обучения не реализован пока ни в одной стране мира. Поэтому сейчас в России есть уникальный шанс сделать качественный рывок вперед, подняв планку образования в сфере нанотехнологий до конкурентоспособного на мировом уровне.

Творческий конкурс для преподавателей

Для того, чтобы стимулировать работу талантливых и активных преподавателей, группа компаний НТ-МДТ объявляет творческий конкурс на лучшую методическую работу с использованием классов НАНОЭДЬЮКАТОР. На конкурс принимаются любые работы – описание одного (но очень показательного и эффектного) эксперимента, или лабораторной работы в некоем специализированном направлении, или методические рекомендации по организации учебного процесса и др.

Главные критерии:

- эффективность для учебного процесса (работа должна помочь студенту или школьнику лучше разобраться в общих принципах изучаемых явлений; должен

соблюдаться баланс между слишком узко-специальным и слишком абстрактно-теоретическим знанием) – (5 баллов)

- универсальность работы (т.е. потенциальная возможность масштабирования данного методического знания на другие классы НАНОЭДЬЮКАТОР) – (3 балла)
- наглядность результатов (как результаты эксперимента, так и результаты самой методической работы, если они есть, должны быть представлены максимально наглядно) – (5 баллов)
- экономичность и безопасность (работа учащихся не должна требовать дорогостоящих реактивов или расходных материалов, процесс пробоподготовки не должен быть сопряжен с использованием слишком сложного или слишком опасного оборудования и т.д.) – (2 балла)

Оценивать работы будет специальная экспертная комиссия, победителям будут вручены дипломы 1й, 2й и 3й степени, а также ценные призы и подарки от группы компаний НТ-МДТ. Работы могут быть опубликованы с согласия их авторов (согласие в каждом случае будет специально запрошено).

Творческие конкурсы для учащихся – студентов и школьников

- Конкурс на лучшую научную работу с использованием учебно-научного комплекса НАНОЭДЬЮКАТОР. На конкурс принимаются любые работы, выполненные школьниками старших классов или студентами 1-3 курсов ВУЗов. Обязательным условием является наличие результатов, полученных с помощью приборов НАНОЭДЬЮКАТОР. На конкурс могут быть представлены работы, участвовавшие в других конкурсах, олимпиадах и научных конференциях, если только условиями этих мероприятий не оговорено обратное. Основной критерий – научная значимость работы, ее соответствие общепринятым стандартам научного исследования.
- Конкурс изображений, полученных с помощью учебно-научного комплекса НАНОЭДЬЮКАТОР. На конкурс принимаются изображения в графическом формате (напр., jpg, tif, bmp и др.). К изображению должно быть приложено краткое описание образца и условий эксперимента, в котором был получен такой результат. Принимаются только авторские изображения, не участвующие в других конкурсах и не опубликованные где-либо. В случае, если автор имеет ограниченные права на использование изображения, вопрос о допустимости участия нужно согласовывать с организаторами. Присылая изображение на конкурс, автор дает согласие на публикацию изображения и на использование его в рекламных и информационных целях организаторами конкурса. При оценке будут

учитываться как научная значимость результата, так и художественная и эстетическая ценность изображения.

Конкурс учителей (Рособразование) (2010, творческий конкурс)

В рамках Олимпиады Федеральное Агентство по образованию организует конкурс учителей, лучшие из которых по результатам творческого и очного туров будут награждены памятными грамотами Рособразования и получат ценные призы и подарки от оргкомитета Олимпиады во время церемонии закрытия Олимпиады в апреле 2010 г. в МГУ им.М.В.Ломоносова.

Процесс создания востребованных сейчас современных и эффективных концепций образовательной деятельности в области нанотехнологий, а также соответствующих учебно-методических пособий и учебных планов может оказаться на практике чрезвычайно сложным и не вполне однозначным в случае общего и среднего профессионального образования. В связи с этим настоящий конкурс преследует цель обмена мнениями и отбора лучших идей в области преподавания нанотехнологии в общеобразовательных учреждениях и учреждениях среднего профессионального образования.

Участникам предлагается разработать детальный план или предложить готовую учебно-методическую разработку (в рамках дисциплин естественнонаучного цикла), предназначенную для использования в общеобразовательных учреждениях дополнительного образования детей или учреждениях СПО. Учебно-методические разработки могут быть нацелены:

- на интегрирование сведений о нанотехнологиях в общеобразовательные или углубленные школьные курсы дисциплин естественнонаучного цикла;
- на использование в рамках дополнительного образования школьников и студентов СПУ.

Конкурсные работы должны быть выполнены в виде учебно-методического обеспечения, необходимого для проведения урока, занятий элективного курса, школьной конференции, факультатива, кружка в общеобразовательных учреждениях или учреждениях среднего профессионального образования, занятиях детских творческих объединений учреждений дополнительного образования детей и т.п. Разработанное учебно-методическое обеспечение должно включать следующие обязательные компоненты:

- адаптированное для учащихся изложение выбранной темы, содержащей сведения о нанотехнологиях;
- предметное содержание общеобразовательного школьного курса, необходимое для усвоения содержания выбранной темы;
- иллюстрационный материал – для визуальной поддержки изучаемого содержания – фото, описание видеоматериалов, рисунки, схемы;

- пояснительная записка, включающая сценарий проведения учебного мероприятия, перечень методов, средств, форм организации учебного процесса.

Конкурсные разработки оцениваются с учетом следующих критериев:

- обоснованность выбора темы с учетом возрастной группы учащихся; *(5 баллов)*
- адаптированность материала выбранной темы, содержащей сведения о нанотехнологиях, к контингенту учащихся; *(5 баллов)*
- соответствие выбора предметного содержания общеобразовательного школьного курса содержанию выбранной темы; *(5 баллов)*
- качество иллюстрационного материала – фото, рисунки, схемы; *(5 баллов)*
- адекватность методов, форм и средств организации учебного процесса. *(5 баллов)*

Работы - победители конкурса прошлого года без существенного видоизменения к конкурсу не допускаются, остальные участники могут после добавлений и улучшений передать свои работы. Принимаются новые работы от любых участников (не только от учителей и преподавателей). Публикация и распространение работ участников будет производиться по согласованию (с разрешения) участников. За участниками остается полное право распоряжаться своей работой с целью ее самостоятельной публикации и обсуждения на профессиональных площадках и в СМИ (при подаче работы на конкурс не происходит передача эксклюзивных прав оргкомитету на присланные работы).

Лаборатория знаний издательства Бином и ФНМ МГУ (2010, творческий конкурс)

Издательство "Бином. Лаборатория знаний" и ФНМ МГУ объявляют ставший уже традиционный конкурс миниэссе, в этом году под названием "Лаборатория знаний". Для участия в конкурсе рекомендуется посмотреть лекции миникурсов "Азбука nano" и "Мир нанотехнологий".

Участникам предлагается самостоятельно выбрать любой научный термин или общеупотребительное слово, однако оно обязательно должно быть связано с нанотехнологиями или наноматериалами. Вы должны коротко, ясно и главное - популярно - рассказать, как Вы понимаете это слово (термин), да так, чтобы и другие сразу разобрались с самым интересным и самым главным в этом слове. Например, у вас есть младшая сестра или брат школьного возраста... Постарайтесь, чтобы Ваш рассказ был понятен им и вызвал у них интерес и любопытство. Вы должны попытаться удивить и поразить, при этом нужно донести правильно смысл того, о чем Вы говорите. Наиболее желательная форма выполнения задания - эссе, иллюстрированное созданными Вами самими картинками (**не более 2500 знаков текста, не более 5 картинок на слово**). Таким образом, Вы можете выступить либо в роли писателя и педагога, либо в роли художника, либо побывать в «шкуре» и того, и другого, и третьего.

Оцениваются следующие компоненты:

- объяснения (четко и ясно понятные прямо из текста Вашего эссе) того, что выбранный Вами термин действительно имеет отношение к нанотехнологиям; (5 баллов)
- оригинальность статьи-эссе и / или взаимосвязанной с ней картинки; (5 баллов)
- художественный вкус и качество исполнения эссе и / или картинки; (5 баллов)
- раскрытие существа термина (проблемы); (5 баллов)
- оригинальность стиля изложения, допускается любой литературный и / или художественный стиль в рамках ограничений по тексту; (5 баллов)
- лаконичность при полноте раскрытия темы. (3 балла)

Бит или не бит - вот в чем вопрос компании Интел (2010, творческий конкурс)

Биты, байты, нули и единицы, классическая основа современной электроники... Гордон Мур, один из основателей всемирно известной корпорации Intel, сделал в 1965 году, всего через шесть лет после изобретения интегральной схемы, эмпирическое, но до сих пор выполняющееся наблюдение, что число транзисторов в процессоре будет удваиваться в среднем каждые 2 года. Больше таких элементов на единицу площади – больше битов информации можно обработать в единицу времени в одной микросхеме, компьютер становится быстрее и мощнее, все больше записывает информации и экономит энергию. Представив в виде графика рост производительности микросхем, он обнаружил закономерность, которая сейчас называется «законом Мура» - новые модели микросхем разрабатывались спустя более или менее одинаковые периоды (18—24 мес.) после появления их предшественников, а ёмкость (плотность расположения элементов в них) при этом возрастала каждый раз примерно вдвое.

И в то же время у каждой медали есть обратная сторона и очевидно, что у такого экстенсивного пути развития есть физические пределы. Процессор дошел от Intel 4004 до Intel Core i7, изменились архитектура и идеи. Литография стремится к 13 и 9 нанометрам. Уже сейчас электроника успешно вторглась в область нано, став из микроэлектроники «нанoeлектроникой». Что дальше? Кубиты? А потом?.. Нужны ли нам биты и байты, булева логика? Или можно придумать что-то еще, развить иные принципы.

Уже пытались лучшие умы человеческие решить эту задачу. Что может уничтожить всю «кремниевую» электронику? Как известно из научно – фантастических фильмов и исследований военных - электромагнитный импульс, спутник «ядерного безумия». А если компьютер будет «гидродинамический», основанный на микрожидкостных схемах? Выживет! Чем участник олимпиады отличается от «обычного» компьютера, на котором он будет работать и творить? Конечно, тем, что пока компьютер не умеет творить сам, не умеет мыслить, не умеет жить образами, не превращен в искусственный интеллект. А если его сделать «аналоговым», основанным на использовании «возбудимых» (переключаемых, триггерных) сред, например, различных вариантов «клеточных автоматов», реакции «Белюсова - Жаботинского», колоний грибов или бактерий, упорядоченных структур из нервных клеток, нейронных сетей с функцией перцептрона? Что будет, если в компьютере будет работать свет, а не потоки электронов, спины, а не заряд? Вам предстоит решить эту задачу любыми доступными (и реалистичными) средствами.

Задание

Придумайте или найдите (и проанализируйте), а затем опишите, как будут выглядеть компьютеры будущего, не использующие традиционную архитектуру и принципы.

При этом рекомендуется (но не обязательно) придерживаться следующего плана:

- Введение (какие из проблем современной электроники решает Ваш компьютер, для чего он предназначен лучше всего) – не более 1 стр. (А4, шрифт Times New Roman 12 pt, одиночный интервал)
- Описание принципа работы компьютера (физический, химический или биологический принцип, основные элементы и их взаимодействие, архитектура компьютера) и его научно – техническое обоснование, почему выбран именно этот принцип и его реализация? – не более 2 стр.
- Преимущества и недостатки по сравнению с традиционными подходами – не более 1 стр.
- Перспективы практического использования – не более 1 стр.
- Список использованных источников

В работе можно использовать любые иллюстрации – от футуристических и нарисованных от руки и до профессиональных.

Критерии оценки:

- Оригинальность и неожиданность идеи (5 баллов)
- Научное и техническое обоснование, реалистичность и проработанность идеи (5 баллов)
- Использование наноматериалов и нанотехнологий (5 баллов)
- Описание перспектив практического применения (5 баллов)
- Полнота и адекватность ссылок на источники (3 балла)
- Стиль изложения (2 балла)

Удивительное - рядом (префектура ЮВАО, МКНТ, ФНМ МГУ) (2010, творческий конкурс)

Первая инстинктивная реакция обычного человека на сообщение о том, что где-то кто – то что – то нашел новое, удивительное и прекрасное – «**Покажи!**» Требование серьезных инвесторов – «**Покажите!**» макет, установку, продукт... Что со школьниками чаще всего делают в известном всем Политехническом музее? Им **показывают** экспонаты... Для чего приезжает в школу Нанотрак? Не только рассказать, но и **показать** реальные (нано)материалы в действии. Что запоминают школьники на уроке больше всего? Правильно, взрыв, который им «**показал**» учитель. Такова человеческая природа, именно поэтому мы так любим различные эксперименты, красивые научные «фокусы», которые отнюдь не ловкость рук, но опыт экспериментатора, игра ума и знание законов природы. И лучшие опыты не только западают в душу, но и убеждают в правоте экспериментатора тех, кто раньше не верил в научное чудо.

А как показать то, что нельзя увидеть из-за очень маленького размера? Например, наночастицы, нанообъекты? Да еще показать так, чтобы все хлопало от восхищения, всем все было понятно, надолго и позитивно запомнилось? Почти неразрешимая загадка... Но решать ее надо со всей горячей творческой силой, холодным разумом и железной уверенностью в конечном благотворном эффекте. Интересно знать, что такое «огненный дождь» или «платиновое огниво»? Как светятся квантовые точки в коллоидном растворе при освещении их «фиолетовой» лазерной указкой? Почему магнитная жидкость может быть похожа на «купающегося ежика»? Почему пергидроль взрывается, если в него бросить щепоточку нановискеров? Какой наноматериал при воздействии фотовспышки взрывается в атмосфере кислорода? Какие наноматериалы есть в сотовом телефоне? Ответы на эти и многие другие необычные вопросы могут дать демонстрационные нанотехнологические опыты.

Итак, при поддержке префектуры ЮВАО, МКНТ и МГУ объявляется конкурс «**Удивительное - рядом**» на разработку **демонстрационных экспериментов в области нанотехнологий** (химического, физического, математического, биологического, инженерного характера).

Номинации конкурса:

1. *Фантастические идеи нанотехнологических экспериментов* – умозрительное описание любых демонстрационных экспериментов, которых еще никто не делал, но которые, по мнению авторов, могут поразить воображение любого
2. *Нанотехнологическая интерпретация* существующих экспериментов в новом (предлагаемом авторами) оформлении и соответствующими пояснениями

3. *Школьный кружок* – сборники опытов (опубликованные или нет) для школьников различных классов с пояснениями методики реализации и их сути, в том числе эксперименты с использованием технических средств и аналитических установок
4. *Лабораторные работы* – описание или уже готовые результаты по созданию демонстрационных экспериментов, лабораторных работ и практикумов для студентов ВУЗов
5. *Нанотехнологии для всех* – описание «нанотехнологических» экспонатов, безопасных и зрелищных (простых) опытов для широкой аудитории, например, посетителей Политехнического музея (г.Москва), слушателей передвижного учебного комплекса в области нанотехнологий (Нанотрак, МКНТ) и т.д.

Условия конкурса:

1. Возраст и происхождение участников – любые.
2. Придуманные опыты или описания реально проведенных (разработанных) экспериментов должны быть направлены на демонстрацию особых свойств веществ и материалов, находящихся в «наносостоянии», а также способствовать лучшему пониманию законов «наномира» соответствующей аудиторией, на которую эти опыты рассчитаны. При этом характер экспериментов может быть связан как с химией, физикой, биологией (медициной), так и с инженерными подходами в науке и технике.
3. Эксперименты могут быть связаны с синтезом, свойствами, поведением, превращением и метрологией наноматериалов или использованием нанотехнологических подходов для изменения свойств существующих веществ и материалов.
4. Авторские права остаются за участниками, подавшими работы на конкурс, они могут самостоятельно публиковать работу в печатных изданиях и других сайтах. Если работа уже опубликована, ее подача на конкурс не должна противоречить тем условиям, на которых работа была опубликована. Лучшие опыты могут войти в печатный сборник демонстрационных опытов в области нанотехнологий (за авторством участников), который планируется подготовить для издательства «Бином. Лаборатория знаний» (обсуждается с участниками отдельно).
5. Формат работы:
6. Пояснительная записка (введение) – что за опыт предлагает участник (если есть аналоги или исторические корни, указать их), в чем его суть, каковы физические, химические, биологические и прочие принципы, на которых он основан, в чем новизна и что этим опытом хочется показать – не более 2 стр. формата А4

7. Описание эксперимента (или пропись, если эксперимент уже проводили) – не более 2 страниц формата А4
8. Результаты – текстовое описание ожидаемых (или происходящих) событий, фотоотчет или видео материалы (сделайте архив, чтобы все можно было загрузить в виде одного файла размером не более 30 Мб)
9. Список использованных источников или ссылки на публикации Вашего эксперимента в Интернете или печатных изданиях (если есть)
10. Информация об истории разработки опыта и краткая информация об авторах и соавторах (допускаются коллективные работы, подаваемые от имени одного из участников) – не более 1 стр. формата А4.

Критерии оценки:

- Оригинальность идеи и зрелищность эксперимента (*5 баллов*)
- Обоснование опыта (*5 баллов*)
- Детализация и продуманность методики постановки опыта (*5 баллов*)
- Полнота (завершенность) и самодостаточность работы (*5 баллов*)

Квантовый эффект журнала "Квант" (2010, творческий конкурс)

Журнал «Квант» в представлении не нуждается. Старейший, лучший, самый полезный... Одна из его традиций – составление, поиск, разбор по полочкам самых зубодробительных и оригинальных физико – математических задач.

Составить хорошую задачу часто существенно сложнее, чем ее решить. Это настоящее творчество и даже искусство. Хорошие задачи уходят в золотой фонд поколений, а иногда и решаются на протяжении нескольких поколений. За них могут даваться международные премии, о них могут писаться диссертации. Конечно, очень сложно ожидать, чтобы свои великие теоремы Ферма уже возникли для нанотехнологических задач, однако нанотехнологии – благодатнейшая почва для составления задач необычных, самобытных, поучительных. Именно этим, под знаком «Кванта», и предлагается заняться в задачном конкурсе «Квантовый эффект» участникам IV Всероссийской Интернет – олимпиады по нанотехнологиям.

Номинации конкурса:

1. Лучшие задачи участников
2. Лучшие задачи наноолимпиады

В первой номинации участвуют ... участники и их благожелательным образом оценивает жюри олимпиады, как обычно. А вот во второй номинации участвуют **только** задачи, которые составлялись для участников методической комиссией Олимпиады (то есть участвуют авторы задач Олимпиады). Эту номинацию оценивают голосованием ... **сами участники.**

Категории задач, которые принимаются на конкурс:

1. Физика, квантовая физика и все остальное
2. Математика, механика, трибология и все остальное
3. Физическая химия, химическая физика, стереохимия, структурная химия и прочее такое же
4. Биофизика, биоинформатика, бионанотехнологии и так далее

Непременным условием является то, что задача должна иметь прямое (фундаментальное, практическое или формальное) отношение к наносистемам, наноматериалам, нанотехнологиям.

Критерии оценки:

- Важность и фундаментальность проблемы, которую поднимает задача (2 балла)
- «Мораль» задачи и уроки, которые она преподносит (3 балла)
- Оригинальность и изящество условия задачи (5 баллов)
- Полнота, строгость и обоснованность решения (5 баллов)

Изобретаем велосипед 22 века с компанией Байер (2010, творческий конкурс)

Когда о ком – то говорят, что он изобрел велосипед, имеют в виду, что этот человек придумал что – то уже очень давно известное и что его изобретение неактуально. Однако если вечный двигатель изобретать запрещают фундаментальные законы природы, то ничто не запрещает изобретать велосипед... но с учетом требований к материалам, из которых он должен состоять, достойных современного научно – технического прогресса. В 22 веке мы не увидим привычного всем «железного коня» – резиновые шины, наполненные сажей, стальной каркас с «оцинковкой» и антикоррозионной краской, разболтанные и дребезжащие крылья, местами погнутые и проржавевшие, шестеренки в солидоле, красные фонарики – отражатели с сотовой структурой; жужжащий электрогенератор на колесе, запасующий электроэнергию для ночного освещения (а вдруг ночью надо будет ехать?) или для радиоприемника... Есть очень большой шанс, что резина станет каким – нибудь трудностирающимся эластичным композитом на основе специальных полимеров, устойчивым и в жар, и в холод, самозалечивающимся при наезде на гвоздь и хорошо себя чувствующим даже в луже серной кислоты или нефти; стальной каркас превратится в титан с ультрамелкокристаллической структурой (после конверсии парочки подводных лодок) или даже в новые сверхпрочные композиты на основе алюминия; краска станет вечной или будет заменена супергидрофобным антифрикционным и антибактериальным покрытием, солидол превратится в твердую смазку с наночастицами, которая никогда не загустевает и не будет собирать грязь, а также будет залечивать дефекты механических деталей, а сами шестерни сильно потеряют в весе и будут состоять почти из чистых углеродных волокон (опять в составе композита), собственно, как и «крылья»; красные фонарики потеряют малоэффективную лампу накаливания, которая будет заменена мощными светодиодами; отражатели станут фотоннокристаллическими; сенсоры будут определять погодные условия; электрогенератор будет ловить солнечную энергию, а аккумулятор перестанет быть взрывоопасным, токсичным и будет запасать в несколько раз больше энергии; радио будет заменено на бортовой компьютер с высоким быстродействием и удобным OLED – табло отображения информации...

Возможно? Очень вероятно! И таких «замен» отживших технологий можно придумать так много, что даже знаменитому Джеймсу Бонду такое не снилось, да и над стоимостью подумать тоже надо, чтобы это экологически совершенное чудо техники было доступно и школьнику, и студенту, и молодому ученому, их учителям и преподавателям. И во всех этих деталях будут работать композитные материалы – материалы, состоящие из специальным образом организованных, взаимодействующих компонентов (фаз), по

свойствам превосходящим исходные «ингредиенты». И почти везде могут быть использованы наноматериалы и нанотехнологии.

Теперь становится понятно, почему конкурс известной всем компании Байер (да, той самой, производящей аспирин и много чего другого для лучшей жизни) посвящен тому, чтобы практически в буквальном смысле слова ... изобрести велосипед, точнее, «переизобрести» (придумывать пятое колесо и антигравитационные крылья все же не надо). Таким образом, основное условие конкурса - **сконструируйте материалы для велосипеда 22 века** (кстати, многие из них подойдут и для автомобилей, самолетов, теннисных ракеток - *ЕСЛИ НЕ ХОТИТЕ "ИЗОБРЕТАТЬ" ВЕЛОСИПЕД, ИЗОБРЕТИТЕ АВТОМОБИЛЬ или нечто подобное!*).

Предлагаемый план (разумеется, примерный) Вашей работы, которая подается на конкурс:

1. Название материала (будущая новая торговая марка)
2. Состав (из каких частей состоит композит, как они организованы на макро, микро и наноуровне, это Вы можете словесно описать и даже нарисовать картинку, если идея основана на реальном открытии – дать микрофотографию без раскрытия ноу – хау конкретных условий получения)
3. Предполагаемые свойства (объясните, чем они будут лучше по сравнению с аналогами и, главное, почему, укажите эффекты, описанные в литературе, подтверждающие Вашу гипотезу)
4. Способ получения Вашего материала (основные технологические стадии, если это основано на Вашей реальной работе, то без раскрытия ноу – хау (не указывайте, если нельзя, точные режимы и условия, если это еще не защищено патентом или статьей))
5. Рассчитайте примерную стоимость материала, оцените его экологичность и токсичность, сопротивление неблагоприятным погодным условиям (дождю, жаре, холоду и пр.)
6. Укажите, в каких частях (узлах) супервелосипеда данный материал может быть эффективно и по назначению использован (и обоснуйте кратко Вашу точку зрения)
7. Дайте список использованных источников (включая собственные публикации и патенты, если есть)
8. Сформулируйте суть работы в коротком абстракте – эссе на русском и английском языках (и в том, и в другом случае – не более, чем по 500 слов). Это требуется, чтобы Вашу работу смогли просмотреть не только члены жюри, но и эксперты компании Байер. Если Вы пишете работу полностью на английском языке, это

тоже хорошо (хотя дополнительных баллов это не даст, главное – чтобы идеи были свежие и оригинальные).

Общий объем работы с иллюстрациями не должен превышать 5 страниц (на каждый материал) при использовании отступов по 2 см от краев листа, шрифта Times new Roman 12 pt и одиночного интервала между строками. Если сотрудники компании Байер заинтересуются Вашими идеями, возможно продолжение контактов.

Основные критерии оценки:

1. Оригинальность работы (5 баллов)
2. Научная и техническая обоснованность идей (5 баллов)
3. Использование наноматериалов и нанотехнологий (5 баллов)
4. Экономическое обоснование (3 балла) и адекватность использования источников информации (2 балла)
5. Дополнительно – использование углеродных нанотрубок (2 балла) и описание методов получения наноматериалов (3 балла)

Трансмутация от РХТУ (2010, творческий конкурс)

Мечта древних алхимиков – философский камень, который мог превращать любой металл в золото за счет специального магического процесса трансмутации, давал вечную жизнь и мог делать множество других чудес. Конечно, наука доказала, что философский камень не существует, однако, как ни странно, в реальном мире есть процесс, который из черного может сделать белое, продлить здоровье, заставить идти реакцию по нужному пути, «растворить» золото в воде и т.д. Это уже хорошо разработанные технологические приемы получения наноматериалов с искусственно модифицированной поверхностью. Модификация поверхности – именно тот «золотой ключик», который позволяет продвинуться далеко вперед и в области создания удивительных супергидрофобных (несмачиваемых) поверхностей, и в направлении сверхпрочных композитных материалов с контролируемыми физическими, химическими и биологическими характеристиками, и в области развивающейся гигантскими темпами наномедицины.

Современные технологии уже просто невозможно представить без наноматериалов. Сегодня наука позволяет синтезировать материалы с различной структурой. Так, например, в химических лабораториях получены композиционные наночастицы, по своему строению напоминающие орех. Их ядро состоит из одного материала, а оболочка – из другого. Нанесение на поверхность наночастиц различных веществ (атомов, ионов, радикалов, молекул) часто называют модификацией их поверхности. Они позволяют направленно менять свойства поверхности и самих наночастиц. Наносимые вещества могут защищать химически активные наночастицы от нежелательного взаимодействия с окружающей средой. Наночастицы стремятся понизить свою энергию путем объединения в агрегаты, что часто является нежелательным. Модификация поверхности позволяет блокировать этот процесс (рис. 1). Это – тоже путь к реализации самосборки наночастиц и построения из них желаемых структур, например, нанопроволок или электронных схем.

До конца остаются нерешенными проблемы синтеза наноматериалов с узким распределением по размерам и подбора функциональных групп для модификации поверхности наночастиц и нанокомпозитов.

Задание:

1. Предложите наибольшее количество методов получения таких частиц, когда в качестве ядер или оболочек используются различные металлы (какие и для чего?), неорганические соединения или полимеры (10 баллов).
2. Для получения наноматериалов широко используют так называемый темплатный синтез. Темплат – это форма, шаблон, «лекало». Шаблон может быть наноразмерным контейнером, который заполняют веществом, принимающим

форму контейнера, либо само вещество может покрывать снаружи форму - темплат. Предложите наибольшее количество способов получения наночастиц (сферических, игольчатых, пластинчатых...) темплатным синтезом. Приведите примеры необходимых для решения поставленной задачи темплатов (10 баллов).

3. Какие типы функциональных групп вы можете предложить для решения проблем контролируемой организации и самосборки наночастиц в упорядоченные ансамбли в виде трехмерных структур, пленок, нитей, других интересных (более сложных) образований? Приведите примеры механизмов, по которому будут «работать» функциональные группы, какие особые свойства могут проявлять такие, предложенные Вами, структуры? (10 баллов)
4. Предложите способы получения нанокомпозитов, в которых в матрице из стекла распределены керамические нанокристаллы различной (игольчатой, пластинчатой, дискообразной формы) формы. Какие физико – химические процессы могут быть ответственны за формирование таких частиц? (10 баллов).

Критерии оценки решений творческого задания:

- обоснованность выбранного подхода к выполнению поставленной задаче,
- оригинальность выбора метода/методов синтеза наноматериалов,
- четкость и корректность изложения материала,
- наличие иллюстраций.

Правила оформления работы:

- Размер работы не должен превышать семь листов формата А4 с иллюстрациями.
- Шрифт Times New Roman, 12 pt, одиночный интервал, с отступами 2,5 см от краев.
- Структура работы должна быть следующей: введение, основная научная часть, возможные области практического применения, выводы и список использованных источников.

Тест "Химическая технология и физико - химия наноматериалов" и прием решений по конкурсу "Трансмутация" РХТУ им. Д.И.Менделеева (2010)

1. С каким из классов молекул прочнее всего обычно "связываются" наночастицы или поверхность благородного серебра (в частности, при формировании так называемых "самособирающихся монослоев")?
 - 1) со спиртами
 - 2) с тиолами
 - 3) с аминами
 - 4) с парафинами
 - 5) с аминами
 - 6) с азидами
2. На что больше всего "похожи" молекулы дендримеров, которые перспективны для использования в наномедицине и других областях науки и техники?
 - 1) на "кусты"
 - 2) на длинные цепи
 - 3) на хаотичный клубок цепей
 - 4) на трехмерный металлоорганический каркас
 - 5) на спиралевидные пространственные образования
3. Если бы гномы могли очень точно и аккуратно рубить вещество своими топорами и секирами, то при какой "разделке" куба золота со стороной 1 метр получилась бы наибольшая площадь поверхности?
 - 1) при разделке его на золотые кубики со стороной 10 нм
 - 2) при разрезании на пластинки толщиной 10 нм
 - 3) при расщеплении на иглы диаметром 10 нм
4. При получении квантовых точек типа "ядро в оболочке" (например, CdSe - ZnS) преследуют цель
 - 1) снизить стоимость квантовых точек
 - 2) контролируемо изменить их оптические свойства
 - 3) защитить "ядро" от деградации в водной среде
 - 4) увеличить диаметр
 - 5) уменьшить плотность
 - 6) повысить гидрофобность
5. Углеродные нанотрубки любят вводить в полимеры при изготовлении износостойких покрытий, теннисных ракеток, долговечных химически стойких

"пластиковых" емкостей и т.д. Зачем при этом нанотрубки, вводящиеся в полимер, в ряде случаев химически модифицируют с поверхности?

- 1) для защиты поверхности нанотрубок от химически агрессивных мономеров
- 2) неизвестно для чего
- 3) для увеличения "адгезии" с полимером
- 4) для увеличения проводимости и стока статического заряда
- 5) для еще большего увеличения прочности самих нанотрубок
- 6) для вытравливания вредных структурных дефектов

Тест "Вездесущий углерод" и прием решений по конкурсу "Изобретаем велосипед ... 22 века" компании "Байер" (2010)

1. На фотографии изображен экспонат с выставки второго Международного форума РОСНАНО по нанотехнологиям - "стеклянный автомобиль" из Германии, показывающий, в каких узлах и агрегатах реальных автомобилей могут использоваться наноматериалы. В каких узлах автомобиля стоит ожидать использования углеродных нанотрубок?
 - 1) в ветровом стекле для просветления (увеличения коэффициента пропускания)
 - 2) в шинах вместо сажи для вулканизации каучука
 - 3) в механонагруженных узлах в составе композитных материалов
 - 4) в источниках освещения (фарах) вместо спирали (нити) накаливания
 - 5) в аккумуляторной батарее в составе полимерного электролита
 - 6) в молниезащитной грунтовке под краску
 - 7) в составе "полирующего" синтетического моторного масла
2. Чего в наибольшей могут "бояться" углеродные нанотрубки, участвующие в создании в России истребителя пятого поколения?
 - 1) космического излучения и лучей радаров
 - 2) нагрева в окислительной атмосфере
 - 3) контакта со сплавами, содержащими железо, из-за риска каталитического превращения в наноалмазы
 - 4) молний
 - 5) влаги и холода
 - 6) ржавчины
 - 7) оружейной смазки
3. Введение углеродных нанотрубок в лопасти ветряных двигателей выгодно в силу того, что...
 - 1) такая конструкция легче, прочнее и поэтому лопасти могут иметь больший размах
 - 2) из-за электрической проводимости углеродных нанотрубок такие двигатели устойчивы против ударов молний в грозу
 - 3) введение нанотрубок делает пластик лопастей менее токсичным
 - 4) добавление нанотрубок создает эффект "лотоса" и лопасти "отталкивают" дождевые капли

- 5) от таких лопастей хорошо отражается сигнал радара, что снижает аварийность для гражданской авиации
 - 6) нанотрубки снижают трение о воздух и такие лопасти меньше шумят при вращении
4. Какой из металлов использовала компания "Байер" при создании высокопрочного нанокompозита с углеродными нанотрубками методами порошковой металлургии?
- 1) железо
 - 2) платиновую чернь
 - 3) серебряный шлам
 - 4) алюминий
 - 5) ультрамелкокристаллический титан
 - 6) "органические" металлы
5. Какие бы материалы, содержащие углерод в той или иной форме, вы бы использовали для строительства "космического лифта" (если его вообще можно построить)?
- 1) стальной трос
 - 2) шелковые нити
 - 3) многостенные углеродные нанотрубки
 - 4) одностенные углеродные нанотрубки
 - 5) алмазные "усы"
 - 6) фуллерены
 - 7) графен
 - 8) карбин

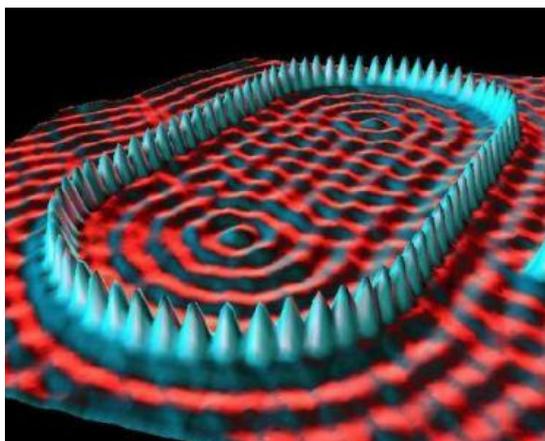
Тест "Видеомания" и прием решений по конкурсу "Нанотехнологии 20 лет спустя" передачи "Доброе утро, Россия" (2010)

1. На каком канале идет программа "Доброе утро, Россия!"
 - 1) первый, просто "Первый"
 - 2) второй, телеканал "Россия"
 - 3) третий, ТВЦ
 - 4) НТВ
 - 5) "Спорт"
 - 6) "Столица"
2. Какие из рубрик программы "Доброе утро, Россия!" чаще всего содержат репортажи и другую интересную информацию о нанотехнологиях?
 - 1) Прогноз погоды
 - 2) Блондинка хочет знать
 - 3) Главная – видео
 - 4) Это - Россия!
 - 5) Полезное утро
 - 6) Чудеса России
3. Кто из журналистов телеканала "Россия" блистательно выиграл творческий тур III Всероссийской Интернет - олимпиады по нанотехнологиям?
 - 1) Анастасия Чернобровина
 - 2) Вера Тарасова
 - 3) Владислав Завьялов
 - 4) Андрей Негру
 - 5) Ирина Муромцева
4. Какова частота кадров в стандарте Пал/Секам, используемом в России?
 - 1) это статическая картинка
 - 2) 30 кадров в секунду
 - 3) 25 кадров в секунду
 - 4) 100 Гц
 - 5) 1 кадр в секунду
5. Слово "форсайт" в отношении нанотехнологий означает...
 - 1) ... это имя известного писателя
 - 2) ... ничего не означает
 - 3) ... побочную сторону развития нанотехнологий
 - 4) ... прорыв, революцию

- 5) ... коммерциализацию продуктов нанотехнологий
- 6) ... предсказание, предвидение

Тест "Квантовый подход" и прием решений по конкурсу "Квантовый эффект" журнала "Квант" :-)) (2010)

1. Каков профиль у журнала "Квант"
 - 1) химико – биологический
 - 2) социально – экономический
 - 3) физико – математический
 - 4) нанотехнологический
 - 5) инженерно – технический
 - 6) кино – фотоматериалы
 - 7) такого журнала не существует
2. Что означает слово "квант"?
 - 1) милосердие
 - 2) неделимая порция
 - 3) частица
 - 4) атомный уровень
 - 5) лазер
3. Какое из явлений, перечисленных ниже, НЕ имеет квантовой природы?
 - 1) люминесценция квантовых точек
 - 2) свечение "лазерной указки"
 - 3) сортировка "демоном Максвелла" молекул
 - 4) работа "спиновых вентилях" в спинтронике
 - 5) свечение "синглетного кислорода"
4. Кто из перечисленных ниже авторов не публиковался в "Кванте"?
 - 1) Яминский
 - 2) Кротов
 - 3) Крото
 - 4) Головин
 - 5) Богданов
 - 6) Мессбауэр
5. С помощью какого из приборов был получен изображенный тут "квантовый коралл"?
 - 1) микроскоп
 - 2) электронная микроскопия
 - 3) сканирующая зондовая микроскопия
 - 4) рентгеновская дифракция
 - 5) электронная спектроскопия
 - 6) инфракрасная спектроскопия
 - 7) ультрафиолетовая спектроскопия
 - 8) фотолюминесценция
 - 9) фотоакустическая спектроскопия
 - 10) фотоакустическая спектроскопия
 - 11) фотоакустическая спектроскопия
 - 12) фотоакустическая спектроскопия
 - 13) фотоакустическая спектроскопия
 - 14) фотоакустическая спектроскопия
 - 15) фотоакустическая спектроскопия
 - 16) фотоакустическая спектроскопия
 - 17) фотоакустическая спектроскопия
 - 18) фотоакустическая спектроскопия
 - 19) фотоакустическая спектроскопия
 - 20) фотоакустическая спектроскопия
 - 21) фотоакустическая спектроскопия
 - 22) фотоакустическая спектроскопия
 - 23) фотоакустическая спектроскопия
 - 24) фотоакустическая спектроскопия
 - 25) фотоакустическая спектроскопия
 - 26) фотоакустическая спектроскопия
 - 27) фотоакустическая спектроскопия
 - 28) фотоакустическая спектроскопия
 - 29) фотоакустическая спектроскопия
 - 30) фотоакустическая спектроскопия
 - 31) фотоакустическая спектроскопия
 - 32) фотоакустическая спектроскопия
 - 33) фотоакустическая спектроскопия
 - 34) фотоакустическая спектроскопия
 - 35) фотоакустическая спектроскопия
 - 36) фотоакустическая спектроскопия
 - 37) фотоакустическая спектроскопия
 - 38) фотоакустическая спектроскопия
 - 39) фотоакустическая спектроскопия
 - 40) фотоакустическая спектроскопия
 - 41) фотоакустическая спектроскопия
 - 42) фотоакустическая спектроскопия
 - 43) фотоакустическая спектроскопия
 - 44) фотоакустическая спектроскопия
 - 45) фотоакустическая спектроскопия
 - 46) фотоакустическая спектроскопия
 - 47) фотоакустическая спектроскопия
 - 48) фотоакустическая спектроскопия
 - 49) фотоакустическая спектроскопия
 - 50) фотоакустическая спектроскопия
 - 51) фотоакустическая спектроскопия
 - 52) фотоакустическая спектроскопия
 - 53) фотоакустическая спектроскопия
 - 54) фотоакустическая спектроскопия
 - 55) фотоакустическая спектроскопия
 - 56) фотоакустическая спектроскопия
 - 57) фотоакустическая спектроскопия
 - 58) фотоакустическая спектроскопия
 - 59) фотоакустическая спектроскопия
 - 60) фотоакустическая спектроскопия
 - 61) фотоакустическая спектроскопия
 - 62) фотоакустическая спектроскопия
 - 63) фотоакустическая спектроскопия
 - 64) фотоакустическая спектроскопия
 - 65) фотоакустическая спектроскопия
 - 66) фотоакустическая спектроскопия
 - 67) фотоакустическая спектроскопия
 - 68) фотоакустическая спектроскопия
 - 69) фотоакустическая спектроскопия
 - 70) фотоакустическая спектроскопия
 - 71) фотоакустическая спектроскопия
 - 72) фотоакустическая спектроскопия
 - 73) фотоакустическая спектроскопия
 - 74) фотоакустическая спектроскопия
 - 75) фотоакустическая спектроскопия
 - 76) фотоакустическая спектроскопия
 - 77) фотоакустическая спектроскопия
 - 78) фотоакустическая спектроскопия
 - 79) фотоакустическая спектроскопия
 - 80) фотоакустическая спектроскопия
 - 81) фотоакустическая спектроскопия
 - 82) фотоакустическая спектроскопия
 - 83) фотоакустическая спектроскопия
 - 84) фотоакустическая спектроскопия
 - 85) фотоакустическая спектроскопия
 - 86) фотоакустическая спектроскопия
 - 87) фотоакустическая спектроскопия
 - 88) фотоакустическая спектроскопия
 - 89) фотоакустическая спектроскопия
 - 90) фотоакустическая спектроскопия
 - 91) фотоакустическая спектроскопия
 - 92) фотоакустическая спектроскопия
 - 93) фотоакустическая спектроскопия
 - 94) фотоакустическая спектроскопия
 - 95) фотоакустическая спектроскопия
 - 96) фотоакустическая спектроскопия
 - 97) фотоакустическая спектроскопия
 - 98) фотоакустическая спектроскопия
 - 99) фотоакустическая спектроскопия
 - 100) фотоакустическая спектроскопия



- 1) просвечивающая электронная микроскопия
- 2) оптическая микроскопия в поляризованном свете
- 3) времяпролетная нейтронная дифракция
- 4) сканирующая зондовая микроскопия
- 5) осаждением из паровой фазы
- 6) самоорганизация полупосаждением из паровой фазы волноводников в квантовые точки на "рассогласованных" подложках

**Тест по курсу "Нанохимия, самосборка и наноструктурированные поверхности"
(прием решений по конкурсу демонстрационных нанотехнологических опытов)
(2010)**

1. Какие из оксидов (гидратированных) оксидов железа используют для производства магнитных жидкостей?
 - 1) Ржавчина
 - 2) Вюстит
 - 3) Гематит
 - 4) Магнетит
 - 5) Ферроксицит
2. Опыт "огненный" дождь основан на внесении предварительно разогретого вещества зеленого цвета в большую колбу с водным аммиаком. До этого данное зеленое вещество получают самопроизвольным (при поджигании) разложением красного вещества (опыт "вулкан"). Что это за вещества и процесс?
 - 1) термолюминесценция комплексных соединений железа
 - 2) каталитическое окисление аммиака оксидом хрома (III), полученным разложением бихромата аммония
 - 3) каталитическое окисление аммиака манганитом бария, полученным частичным разложением "марганцовки"
 - 4) восстановление смешанного оксида никеля, полученного разложением ацетата, парами аммиака
3. Пирофорное (самовоспламеняющееся на воздухе) железо получают...
 - 1) разложением ацетата железа (III) в кислороде
 - 2) растиранием металлического железа в ступке
 - 3) прокаливанием оксалата железа в закрытой пробирке
 - 4) восстановлением берлинской лазури дейтерием
 - 5) восстановлением карбонила железа "водородом в момент выделения"
4. "Кассиев пурпур", показанный на рисунке, содержит...



- 1) органический краситель
 - 2) квантовые точки
 - 3) углеродные нанотрубки
 - 4) фотохромные производные фуллеренов
 - 5) наночастицы золота
 - 6) взвесь коллоидных частиц "вольфрамовой бронзы"
 - 7) взвесь частиц ржавчины
5. Свечение квантовых точек при облучении ультрафиолетом обусловлено...



- 1) их люминесценцией
- 2) релеевским рассеянием света
- 3) дихроизмом раствора
- 4) формированием свободных радикалов и хемолуминесценцией при их рекомбинации
- 5) образованием синглетного кислорода
- 6) локальным разогревом частиц

Тест "Кое-что о нанoeлектронике" и прием решений по конкурсу "Бит или не бит - вот в чем вопрос" компании Интел (2010)

1. Какой из химических элементов используется в полупроводниковом "сердце" процессора?
 - 1) золото
 - 2) железо
 - 3) цезий
 - 4) радон
 - 5) астат
 - 6) кремний
 - 7) гелий
 - 8) алюминий

2. Какой из перечисленных ниже материалов можно использовать в качестве тонкой изоляционной пленки (high k) в микроэлектронных устройствах?
 - 1) диоксид гафния
 - 2) вюстит
 - 3) гематит
 - 4) магнетит
 - 5) тефлон
 - 6) кремний
 - 7) золото
 - 8) киноварь
 - 9) гексафторид серы

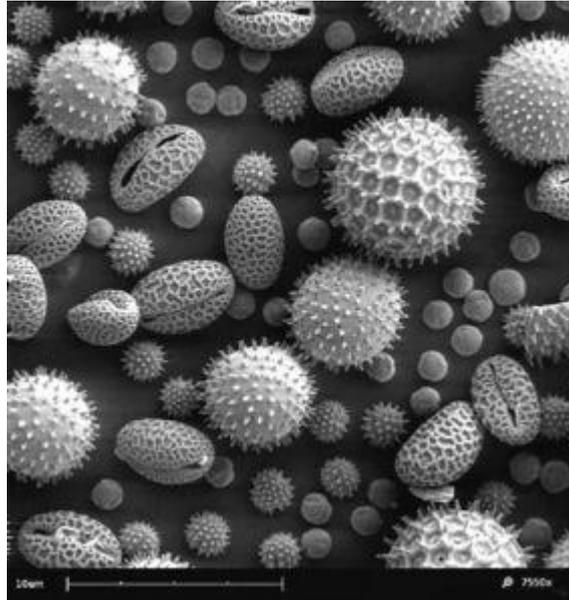
3. Легирование кремния для использования в микроэлектронике необходимо с целью:
 - 1) уменьшения его температуры плавления при получении методом Чохральского
 - 2) для предотвращения химической деградации в неблагоприятных условиях
 - 3) для уменьшения хрупкости
 - 4) для повышения биосовместимости и снижения токсичности
 - 5) для достижения большего предела миниатюризации
 - 6) для контроля типа и концентрации доминирующих носителей заряда
 - 7) для предотвращения термошока при "разгоне" процессора
 - 8) для повышения адгезии к пленочным металлическим контактам

4. Какой из перечисленных ниже объектов нитевидной формы планируется использовать в полевых транзисторах, располагая между истоком и стоком?

- 1) золотые нанопроволоки
 - 2) квантовые точки
 - 3) нитевидные кристаллы диоксида кремния
 - 4) ферромагнитные нанопроволоки
 - 5) одностенные углеродные нанотрубки
 - 6) молекула РНК
 - 7) кварцевые "усы"
5. Укажите, какое излучение в литографическом процессе следует использовать для производства современных устройств микроэлектроники (для максимальной миниатюризации их элементов)?
- 1) инфракрасное
 - 2) свч
 - 3) радиоволны
 - 4) реликтовое
 - 5) нейтрино
 - 6) ультрафиолет
 - 7) ультразвук

Тест по курсу "Мир нанотехнологий" (прием решений по конкурсу эссе "Лаборатория знаний" издательства Бином и ФНМ МГУ) (2010)

1. Нанометрология - это...
 - 1) наука о том, с помощью каких методов и какими средствами надо проводить различные измерения
 - 2) религия
 - 3) социально - экономическое учение
 - 4) современная отрасль философии
 - 5) хроники создания и работы сайта Нанометр
 - 6) логика изучения нанометровых объектов
2. В каком из веществ (объектов) содержатся молекулы поверхностно - активных веществ?
 - 1) сахар
 - 2) соль
 - 3) спички
 - 4) мыло
 - 5) кирпич
 - 6) песок
 - 7) артезианская вода
3. Какая из нижеперечисленных модификаций углерода (материалов) уж точно относится к наноматериалам?
 - 1) фуллерен
 - 2) графит
 - 3) графен
 - 4) бриллиант
 - 5) карбин
4. Из какого из перечисленных ниже веществ не делают "квантовых точек"?
 - 1) алмаз
 - 2) кремний
 - 3) кварц
 - 4) селенид кадмия
 - 5) оксид меди (i)
 - 6) сульфид свинца
5. Какие из перечисленных ниже объектов имеют красивую "наноструктуру"?



- 1) кристалл алмаза
- 2) кварцевое стекло
- 3) скелеты диатомовых водорослей
- 4) вода
- 5) воздух, которым мы дышим
- 6) плазма
- 7) вакуум

Тест по курсу "Методическая работа в области нанотехнологий" (прием решений по конкурсу учителей Рособразования) (2010)

1. С чем связана междисциплинарность нанотехнологий?
 - 1) с использованием методологии и аппарата различных областей науки
 - 2) с отсутствием единой методологии
 - 3) с невозможностью описать нанотехнологические подходы в рамках принятых научных норм
 - 4) с отсутствием нанотехнологий как отдельной области знаний
 - 5) нанотехнологии не являются междисциплинарными, это раздел химии
 - 6) нанотехнологии не являются междисциплинарными, это раздел физики
 - 7) нанотехнологии не являются междисциплинарными, это раздел биологии
 - 8) нанотехнологии - это фантастика
2. Согласно Изменениям порядка проведения олимпиад школьников (на 2010 г.) олимпиады 1 уровня, к которым относится IV Всероссийская Интернет - олимпиада по нанотехнологиям, в качестве максимальных льгот при поступлении абитуриентов могут дать:
 - 1) 100% баллов по ЕГЭ всем участникам олимпиады
 - 2) ничего не дают
 - 3) поступление без экзаменов
 - 4) преимущества при полупроходном балле
 - 5) поступление без экзаменов только на платные отделения ВУЗов
 - 6) бесплатное обучение на подготовительных курсах
 - 7) замену дополнительного экзамена собеседованием
3. Российской Союз Ректоров определяет основную политику формирования олимпиадного движения в нашей стране. Какой именно из приведенных ниже сайтов является официальным сайтом РСР?
 - 1) www.nanometer.ru
 - 2) www.msu.ru
 - 3) www.mon.gov.ru
 - 4) www.rsr-online.ru
 - 5) www.ed.gov.ru
 - 6) www.zakupki.gov.ru
 - 7) www.kremlin.ru
4. Дайте наиболее близкий "отечественный" эквивалент термина nanoscience.
 - 1) нанотехнологии

- 2) нанотехнология
 - 3) форсайт (предсказание)
 - 4) фундаментальные основы нанотехнологий
 - 5) методические основы nanoобразования
 - 6) эвристика
5. Кто из перечисленных ниже академиков НЕ участвовал в формировании российской "нанонауки" и не имел научной школы, создававшей фундаментальные основы нанотехнологий.
- 1) Академик В.А.Каргин
 - 2) Академик П.А.Ребиндер
 - 3) Академик Б.В.Дерягин
 - 4) Академик И.В.Тананаев
 - 5) Академик Ж.И.Алферов
 - 6) Академик Ю.Д.Третьяков
 - 7) Академик С.М.Алдошин
 - 8) Академик М.В.Алфимов
 - 9) Академик В.И.Арнольд
 - 10) Академик В.М.Иевлев

Тест по курсу "Работа на современном аналитическом и синтетическом оборудовании" (прием решений по конкурсу "Прозондируем наномир" компании НТ МДТ) (2010)

1. Аналогия с каким из элементов СЗМ наиболее уместна для этой картинки?
 - 1) PZT – трубка
 - 2) светодиод
 - 3) кантилевер
 - 4) источник лазерного излучения
 - 5) пьезодвигатель
2. Какая из особенностей кремния позволяет получать тонкие иглы СЗМ?

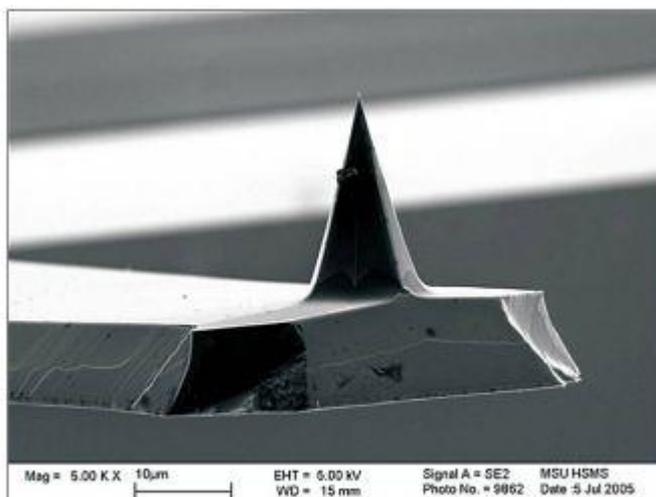
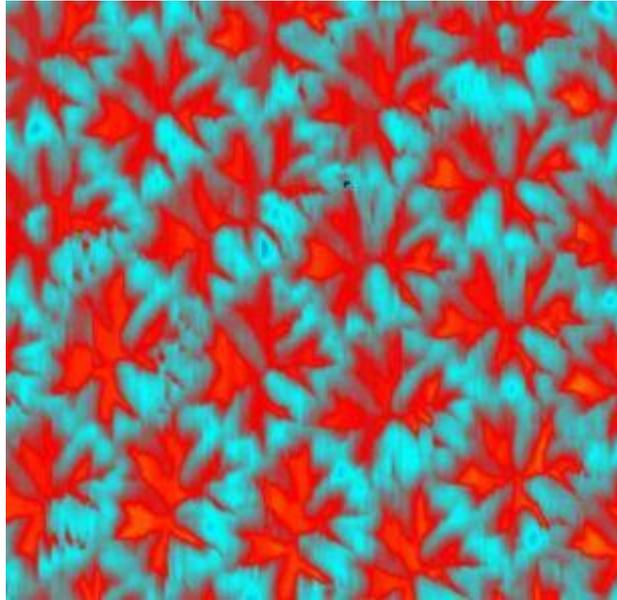
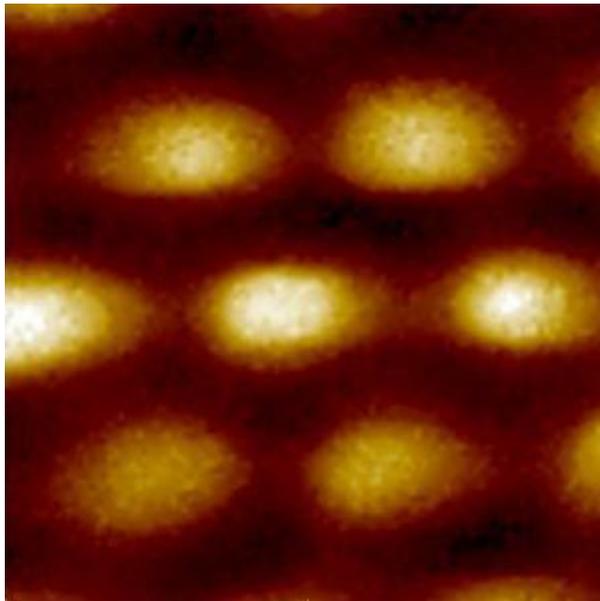


Рис.1. Микрофотография кантилевера для атомно-силового микроскопа с пирамидальной иглой на конце (фирма MikroMasch, фото ФНМ МГУ).

- 1) малое содержание побочных изотопов
 - 2) полупроводниковые свойства
 - 3) наличие вициналей на атомно-гладких гранях
 - 4) возможность анизотропного травления
 - 5) высокая твердость по шкале Мооса
 - 6) проявление степени окисления +4
3. Здесь представлено изображение доменов, существующих в узком приповерхностном слое пленки железо-иттриевого граната. Данное изображение показывает возможности СЗМ регистрировать приповерхностные домены, недоступные для оптической микроскопии. Скан получен с помощью АСМ "Смена А" производства фирмы "НТ-МДТ". Какой из типов зондов следовало бы использовать для получения таких результатов?



- 1) зонд с магнитным покрытием
 - 2) проводящий зонд
 - 3) алмазный зонд
 - 4) биозонд
 - 5) ближнепольную оптическую микроскопию
 - 6) стандартный кремниевый зонд
4. Для применения в устройстве позиционирования СЗМ можно использовать следующий материал:
- 1) углеродные нанотрубки
 - 2) титанат - цирконат свинца
 - 3) алюмофосфат
 - 4) тридимит
 - 5) цеолит
 - 6) кислый фосфат аммония
 - 7) кремний
 - 8) графен
 - 9) оптическое волокно
5. Показанное здесь (псевдо)атомное разрешение на графите получено с помощью СТМ. Какой эффект лежит в основе данного метода?



- 1) эффект Казимира
- 2) эффект Джозефсона
- 3) туннелирование
- 4) ван-дер-ваальсово взаимодействие
- 5) оптическая рефракция
- 6) дифракция электронов
- 7) механическое взаимодействие

Тест "Лекции и видеоматериалы Научно-образовательного Центра МГУ по нанотехнологиям" и прием решений по конкурсу "Дедал и Икар" группы ОНЭКСИМ (2010)

1. Какой из фантастических фильмов, в которых якобы использовались нанотехнологии для создания высокотехнологических чудес, наибольшее количество раз обсуждался в блоге группы ОНЭКСИМ (<http://onexim-group.livejournal.com/>)?
 - 1) Черная молния
 - 2) Я, робот
 - 3) Бросок кобры
 - 4) Геймер
 - 5) Генное поколение
 - 6) Аватар
 - 7) Смешарики
2. Какой из элементов водородного топливного элемента (альтернативный источник энергии) содержит металлические наноматериалы?
 - 1) слой электрокатализатора
 - 2) соединяющие металлические провода
 - 3) полимерная мембрана
 - 4) упрочненный корпус
 - 5) электролит
3. Чем так уникальны наночастицы золота, находящие все больше и больше инновационных применений?
 - 1) $d-d$ взаимодействием валентных электронов
 - 2) цветом
 - 3) ценой
 - 4) биосовместимостью и плазмонным резонансом
 - 5) легкостью поверхностной модификации
 - 6) возможностью получения частиц анизотропной формы
4. Квантовые точки в прототипах перспективных (гибких, пластиковых) солнечных батарей используются в качестве...
 - 1) маркировки против подделок фирменных образцов
 - 2) фотосенсибилизаторов
 - 3) проводящего анода

- 4) фотозащитного слоя против фотохимической деградации рабочего слоя полупроводника
 - 5) переносчиков электронов
 - 6) фотофильтров
5. Популярные сейчас белые светодиоды (например, как изображенный на рисунке Оптоган), в своей основе имеют использование явления...
- 1) фотоэффекта для сверхпроводников
 - 2) эффекта Кондо
 - 3) фотолюминесценции
 - 4) эффекта Джоуля – Ленца
 - 5) инверсной заселенности уровней
 - 6) эффекта Лоренца
 - 7) эффекта Холла

Тест "Избранные главы нанохимии и функциональные наноматериалы" и прием решений по конкурсу "Академический подход" РАН (2010)

1. Какие типы химической связи характерны для реализации взаимодействий в диапазоне 10-100 нм?
 - 1) ковалентные связи
 - 2) донорно - акцепторные взаимодействия
 - 3) ван-дер-ваальсовы взаимодействия и водородная связь
 - 4) "ионная" связь
 - 5) "металлическая" связь
2. Что предопределяет то, что кристалл полупроводника становится "квантовой точкой" (критерий)?
 - 1) уменьшение размера до 100 нм (по классификации IUPAC)
 - 2) подбор состава (халькогениды кадмия)
 - 3) соотношение борновского радиуса экситона и размера частицы
 - 4) наличие запрещенной зоны
 - 5) наличие легирующих примесей – ловушек
 - 6) поверхностная стабилизация поверхностно - активными веществами
 - 7) наличие n-p перехода
3. Какой из перечисленных ниже материалов может считаться наноматериалом (выберите единственный ответ)?
 - 1) бетон
 - 2) резина
 - 3) сталь
 - 4) стекло
 - 5) стеклокерамика
 - 6) мрамор
 - 7) базальт
4. Высокотемпературная сверхпроводящая керамика обладает обычно крупнозернистой структурой. Кроме того, такие сложные купраты являются сверхпроводниками 2 рода и требуют наличия центров пиннинга - ультрадисперсных включений и нанофлуктуаций состава (других дефектов), повышающих плотность критического тока. Почему этот материал можно относить к наноматериалам?
 - 1) нанофлуктуации состава обладают "наноразмером"

- 2) нанофлуктуации состава обладают "наноразмером" и определяют основные функциональные свойства
 - 3) центры пиннинга отличаются по составу от основной фазы
 - 4) в крупнокристаллической керамике границы зерен имеют толщину несколько нанометров
 - 5) в крупнокристаллической керамике много дислокаций
 - 6) ВТСП керамику никак нельзя отнести к наноматериалам, потому что она не представляет собой порошок
5. Академик И.В.Тананаев ввел понятие, которое сыграло большую роль в становлении нанотехнологий в нашей стране. Что это было за понятие (явление)?
- 1) квантовая точка
 - 2) туннелирование
 - 3) координата дисперсности
 - 4) расклинивание трещин в твердых телах в присутствии жидкости
 - 5) формирование самособирающихся слоев
 - 6) суперпарамагнетизм
 - 7) хиральность углеродных нанотрубок

Тест "Видеолекции по инновационным подходам в материаловедении" и прием решений по конкурсу Совета Федерации "Нанотехнологии - малой Родине" (2010)

1. Понятие "инновации" не имеет общепринятого определения. Тем не менее, что, например, это может быть?
 - 1) перекупка чужих патентов, чтобы сохранить старое производство
 - 2) получение 200% коммерческой выгоды любой ценой
 - 3) внедрение новых технологий и принципов
 - 4) списание старого оборудования
 - 5) обучение молодежи фундаментальным наукам
2. Что из перечисленного ниже НЕ относится к интеллектуальной собственности?
 - 1) патент
 - 2) лицензия
 - 3) научная статья
 - 4) программный продукт
 - 5) стихотворение
 - 6) научно - популярный фильм
3. К высоким технологиям НЕ относятся
 - 1) нанотехнологии
 - 2) алхимия
 - 3) биотехнологии
 - 4) альтернативная энергетика
 - 5) наноэлектроника
4. Какая из областей человеческих знаний в наименьшей степени влияет на развитие нанотехнологий?
 - 1) химия
 - 2) физика
 - 3) математика
 - 4) биология
 - 5) информационные технологии
 - 6) петрология
 - 7) мифология
 - 8) трибология
 - 9) механика
5. Назовите лучший инновационный продукт 20 века, связанный с нанотехнологиями.
 - 1) лазерная указка

- 2) паровая машина
- 3) философский камень
- 4) кассиев пурпур
- 5) сплавы с памятью формы
- 6) дамасская сталь
- 7) листья лотоса

Тест "Богатство наномира" и прием решений по конкурсу "Наночки" (2010)

1. Найдите это изображение в галерее сайта "Нанометр" и скажите, что это такое?

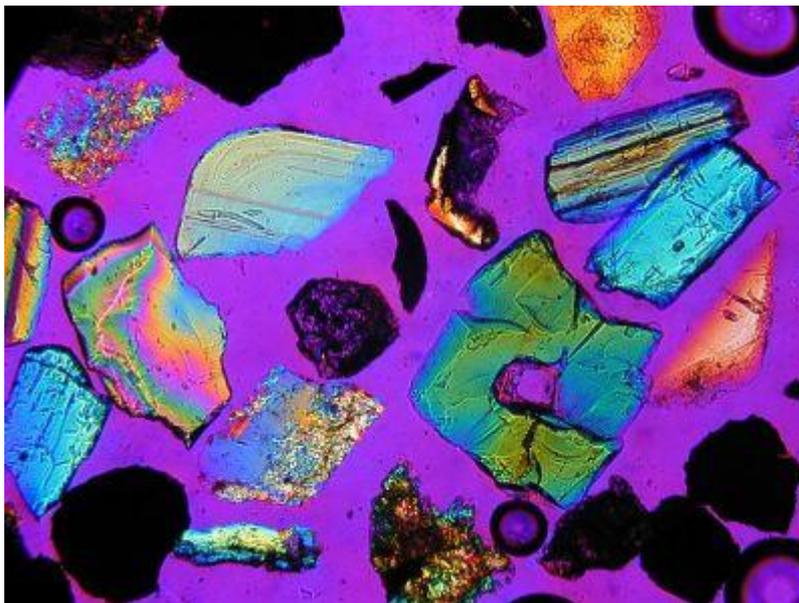


- 1) серебро и ржавчина
 - 2) засушенный гербарий розы
 - 3) гербалайф под микроскопом
 - 4) морская водоросль
 - 5) этого объекта и его составных частей не существует в природе
 - 6) инопланетянин
2. Найдите это изображение в галерее сайта "Нанометр" и скажите, что это такое на самом деле?

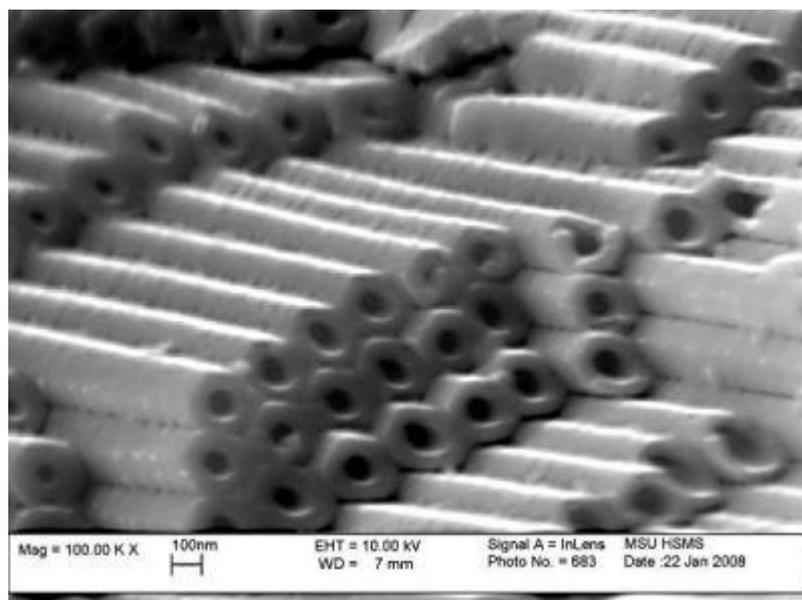


- 1) плесень на хлебе
- 2) мох на камне

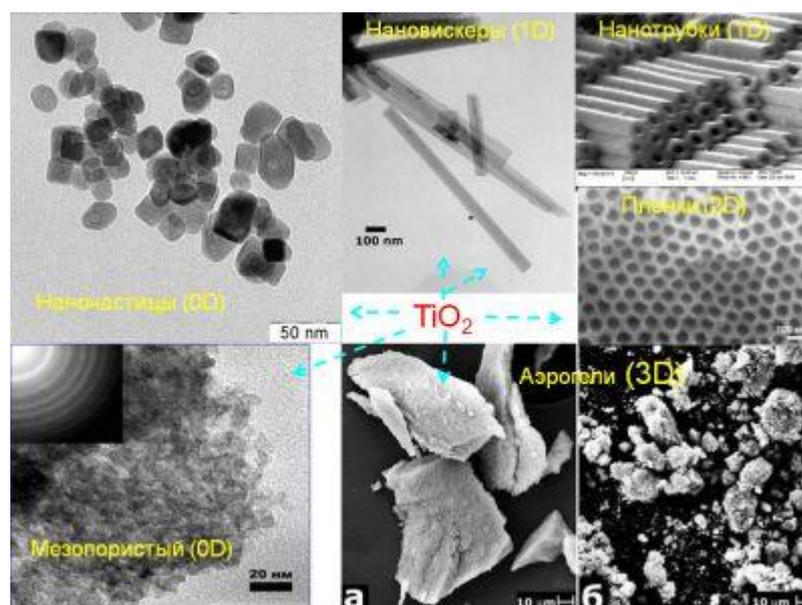
- 3) лишайник на дереве
 - 4) травка
 - 5) слой углеродных нанотрубок
 - 6) алмазная пленка на силициде кремния
 - 7) колончатая структура барьерного слоя диоксида циркония
3. Найдите это изображение в галерее сайта "Нанометр" и скажите, что это такое на самом деле?



- 1) скелеты инфузории – туфельки
 - 2) зубная паста под микроскопом
 - 3) пыль
 - 4) обычный песок
 - 5) наноразмерные квантовые точки в ультрафиолете
 - 6) суперпарамагнитные частицы
4. К какому классу объектов наномира можно отнести частицы, изображенные на фотографии?



- 1) нитевидные кристаллы
 - 2) нанотрубулены
 - 3) квантовые точки
 - 4) ферромагнитные нанопроволоки
 - 5) микропористая пленка
 - 6) капиллярный ансамбль
 - 7) вискры
5. На фотографии изображены различные морфологические формы диоксида титана - нитевидные кристаллы, мезопористые наночастицы, аэрогель, нанотрубки. С чем в наибольшей степени фундаментально связано такое морфологическое разнообразие объектов наномира?



- 1) с большим вкладом поверхности в формировании свойств наночастиц

- 2) с кристаллической структурой диоксида титана
- 3) с магнитным полем Земли
- 4) с невозпроизводимостью методов синтеза
- 5) с включением воды в структуру нанобъектов
- 6) с катализом

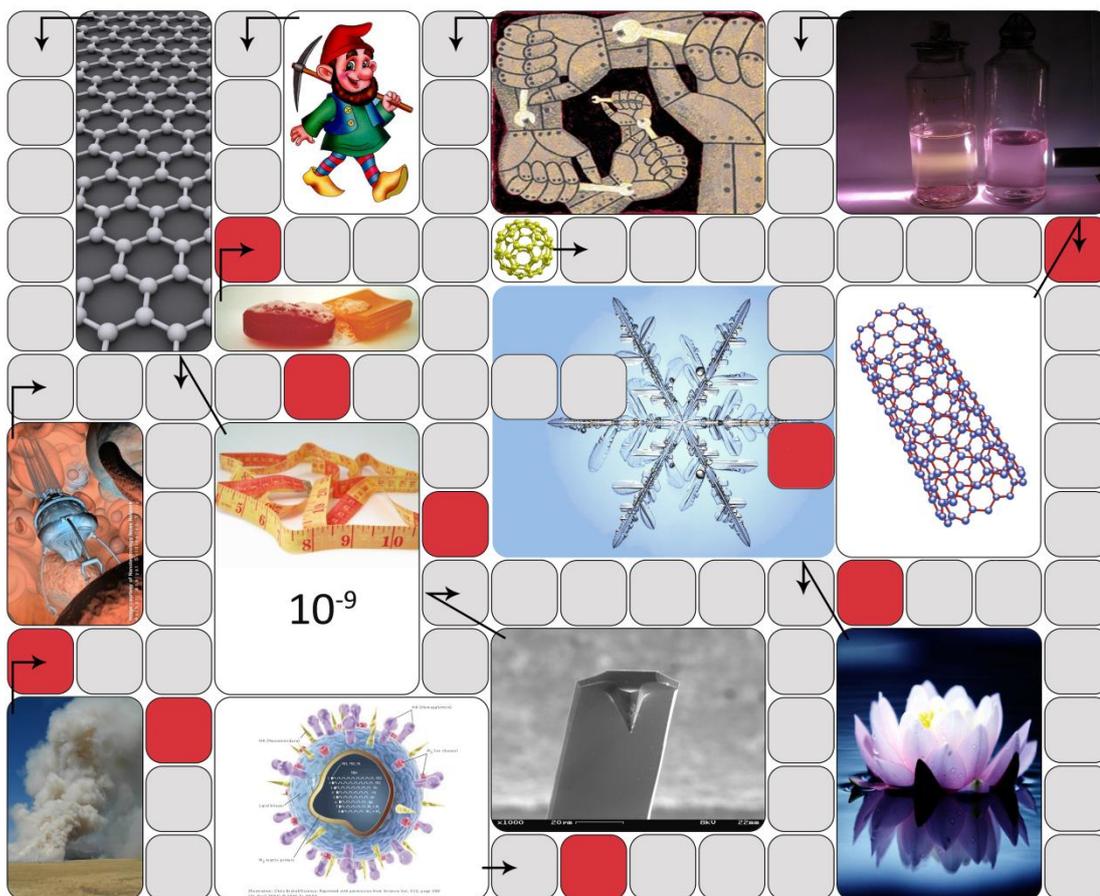
Тест "Азбука нано" и прием решений по конкурсу основных нанотехнологических терминов РОСНАНО (2010)

1. Ричард Фейнман, как считается, один из основателей нанотехнологий, прочитавший известную лекцию "Там, внизу много места" был ...
 - 1) ...политиком
 - 2) ...писателем – фантастом
 - 3) ...физиком
 - 4) ...химиком
 - 5) ...биологом
 - 6) ...социологом
2. Нобелевская премия выдающемуся российскому ученому академику Ж.И.Алферову была присуждена за исследования в области...
 - 1) ...кинетики и катализа
 - 2) ...наномедицины
 - 3) ...гетероструктур полупроводников
 - 4) ...ракето - космической техники
 - 5) ...химических методов послойного осаждения монослоев
 - 6) ...экономики и маркетинга
 - 7) ...морфологического разнообразия наноструктур
3. Типичный объект наномира - углеродная нанотрубка имеет между атомами углерода определенные химические связи. Какого типа эти связи?
 - 1) водородные
 - 2) ковалентные
 - 3) супрамолекулярные
 - 4) гидрофильно - гидрофобные взаимодействия
 - 5) ионные
 - 6) ван-дер-ваальсовы
 - 7) донорно – акцепторные
4. Самой яркой фундаментальной особенностью нанотехнологии (из ниже перечисленных) является
 - 1) осуществление химических превращений атомов и молекул
 - 2) использование принципа самосборки и самоорганизации для получения нанообъектов
 - 3) многотоннажное производство нанообъектов
 - 4) поштучная работа с атомными ядрами

- 5) применение оптической литографии
 - 6) предсказание свойств вещества на основании знаний квантового состояния электрона
 - 7) использование высокодисперсных порошков
 - 8) возможность "обхода" основных законов термодинамики
 - 9) возможность нарушения квантовых запретов
5. Опасность взбесившихся орд нанороботов ("серой слизи") сильно преувеличена, как и опасность "зеленой слизи", которая, тем не менее, состоит из объектов, реально существующих в Природе. Из чего состоит "зеленая слизь"?
- 1) из радиоактивных отходов
 - 2) из пыльцы токсичных растений
 - 3) из вирусов
 - 4) из токсичного техногенного смога
 - 5) из разложившихся биологических останков
 - 6) из флуоресцентных нанотехнологических загрязнений
 - 7) из спор мха

Отборочный тур для начинающих (2011)

I. Сканворд



Сканворд – это игра, но в предлагаемом нами варианте это головоломка на знание простейших веществ и материалов, связанных с нанотехнологиями (а с ними связано очень многое). Картинки в нем обозначают те объекты, названия которых нужно вписать строго в клеточки, начиная с того поля, которое указано стрелкой, идущей от картинки к клеточкам. В каждой клеточке - только одна буква. Слово не может "вылезать" из клеточек или оставлять пустые клетки. Когда Вы заполните весь сканворд, в красных клеточках будут буквы, из которых вам нужно составить новое, ключевое слово. Это слово обозначает искусственную молекулу, похожую чем - то на снежинку, применение которой планируется в наномедицине.

1. Укажите ниже правильный вариант суммы порядковых номеров букв русского алфавита, из которых состоит ключевое слово (так, например, слово "мама" - это сумма $14+1+14+1 = 30$). (5 баллов)

- 1) 93
- 2) 94
- 3) 95
- 4) 96

- 5) 97
- 6) 98
- 7) 99
- 8) 100
- 9) 106
- 10) 107.5

2. Дополнительные баллы Вы можете получить, если укажете в файле решения список всех слов и что они означают. (15 баллов)

II. Древнее «нано»



Термин «нанотехнологии» получил широкое распространение, однако приставка «нано», означающая одну миллиардную часть целого, и термины «наночастицы», «наноматериалы», «нанотехнологии» распространились в научной литературе сравнительно недавно. Нанотехнологии включают создание и использование материалов, устройств и технических систем, свойства и практическое использование которых определяется наноструктурой, то есть ее упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нм (нанометр - одна миллиардная часть метра).

Как оказалось в ходе исследований учёных, многие из давно используемых человечеством материалов являются именно «нанообъектами». Тот факт, что мелкие частицы различных веществ обладают иными свойствами, чем это же вещество с более крупными размерами частиц, был известен давно. Люди занимались нанотехнологиями и не догадывались об этом! Секреты производства передавались из поколения в поколение, однако причины уникальных свойств материалов не исследовались.

Одним из самых древних примеров нанотехнологий являются цветные стекла, технология получения которых была известна еще в Древнем Египте. Другой пример - чаша Ликурга (IV век до н.э.) – одно из выдающихся произведений древнеримских стеклодувов,

хранящихся в Британском музее. Этот кубок необычен не только своими оптическими свойствами, но и уникальной для тех времен методикой изготовления. Матовая зеленая чаша становится красной, если ее осветить изнутри.

1. Что позволяет чаше Ликиурга быть такой необычной и красочной? *(максимальная "стоимость" правильного ответа 2 балла)*

- 1) мелкие поры в стекле
- 2) упорядоченные стеклянные шарики на поверхности
- 3) использование светящихся красителей
- 4) мелкие трещины (старение чаши)
- 5) глазурь с углеродными нанотрубками
- 6) краска с квантовыми точками
- 7) наночастицы золота в стекле
- 8) органические примеси
- 9) железная окалина на поверхности

2. Ваши дополнительные пояснения в файле ответов – еще 3 балла.

III. Игра света

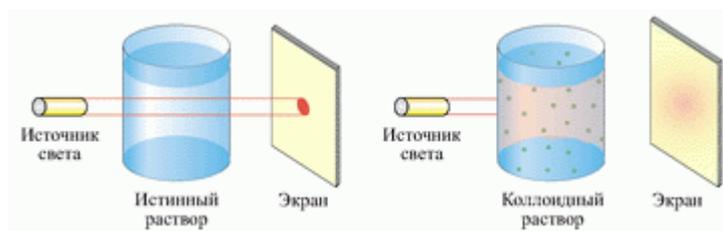


Утро в лесу. Тишина... Только проснувшиеся редкие птицы перекликаются вдалеке, лучи солнца сквозь легкий туман, роса под ногами, невероятная свежесть воздуха... Такой простой сюжет, который наблюдал в своей жизни каждый. Вы замечали, что лучи света, падающие от солнца, рассеиваются?

1. Как называется этот эффект? *(1 балл)*

- 1) эффект Вавилова - Черенкова
- 2) эффект Гиндаля
- 3) эффект Столетова
- 4) эффект изомерии

- 5) эффект холодного термояда
- 6) фотохимическая реакция
- 7) эффект дифракции света
- 8) эффект люминесценции



Подобный эффект можно продемонстрировать на примере, показанном на рисунке.

Свет рассеивается в виде конуса.

2. Напишите дополнительно в файле ответов, где вы еще наблюдали данное явление, приведите примеры. (3 балла)
3. Почему происходит данное явление, а мы можем наблюдать его невооруженным глазом? (3 балла)
 - 1) из-за того, что вода от лазерного излучения светится
 - 2) из-за рассеяния света маленькими частицами
 - 3) из-за разложения водяных паров солнечным светом или жидкой воды - лазерным излучением
 - 4) из-за свечения маленьких частиц
 - 5) из-за фотохимического изменения состава поверхности частиц
 - 6) из-за усиления броуновского движения
 - 7) из-за разогрева частиц при облучении светом

IV. Капелька воды



Сверкающие капли на листьях, утренняя роса на траве, весенняя капель, веселый дождь по лужам, монотонно капающая вода из водопроводного крана...

1. Почему вода принимает форму капли? (2 балла)
 - 1) из-за интенсивного испарения с поверхности
 - 2) потому что вода имеет такую кристаллическую структуру
 - 3) из-за наличия сил поверхностного натяжения
 - 4) из-за наличия силы тяжести Земли
 - 5) из-за того, что плотность воды больше плотности воздуха
 - 6) из-за того, что на поверхность воды налипают молекулы инертных газов
2. А из-за какого эффекта капельки воды остаются круглыми при контакте со многими листьями и стеблями растений? (1 балл)
 - 1) эффект лотоса
 - 2) эффект самоорганизации
 - 3) эффект Допплера
 - 4) эффект Мессбауэра
 - 5) эбулиоскопический эффект
 - 6) эффект гигантского комбинационного рассеяния
 - 7) эффект "паровой подушки"

V. Фруктовое желе



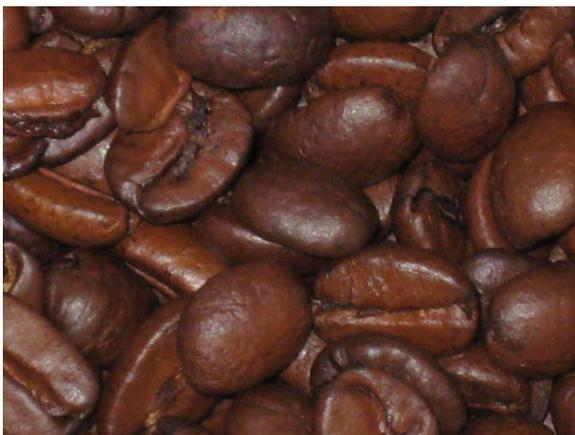
Любой хозяйке известен способ приготовления фруктового желе, который весьма прост. На начальной стадии получают жидкий "раствор", в котором содержатся малые частицы вещества, впоследствии частицы слипаются друг с другом с образованием желеобразного геля.

1. Вы можете получить 3 балла, если в файле ответов опишите, какова у гелей структура (чем она отличается от "взвеси" частиц), как на практике используют эту

технологиию для получения наноматериалов и для чего практически могут быть предназначены эти гели.

2. Так что это за технология? (2 балла)

- 1) золь - гель технология
- 2) криохимическая технология
- 3) сверхкритическая сушка
- 4) гидротермальная обработка
- 5) сублимационная сушка
- 6) ректификация



Между прочим, кофе, аспирин, стрептоцид, пища путешественников - все эти известные нам продукты получают с использованием еще одной технологии, которая сейчас популярна для производства очень дисперсных порошков (порошков, содержащих наночастицы).

3. Как называется эта технология? (2 балла)

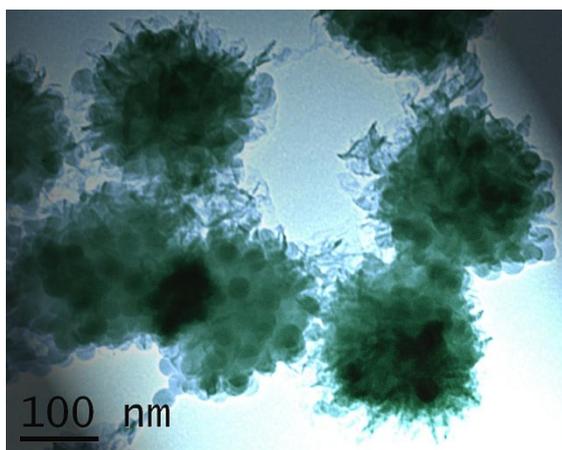
- 1) механохимия
- 2) пастеризация
- 3) бактерицидная обработка жестким излучением
- 4) фотолиз
- 5) радиолиз
- 6) сублимационная сушка
- 7) вываривание
- 8) перегонка

4. Какие физические (химические) воздействия в ней используются, чтобы достичь нужного результата - очень мелких частиц? (максимум 3 балла)

- 1) нагрев холодной плазмой
- 2) интенсивное перетирание вещества
- 3) нагрев раствора вещества и его распыление в горячую камеру

- 4) электрический разряд
- 5) кипячение и испарение
- 6) замораживание и сублимация
- 7) экстракция органическими растворителями
- 8) биохимическая обработка
- 9) обработка растворами солей и пряностей

VI. Очень мелкие частицы



Итак, мы знаем теперь несколько способов получения наночастиц. А все ли вещества в Природе могут образовать при комнатной температуре наночастицы? Наверняка нет!

1. Поэтому укажите, какие из перечисленных ниже веществ могут образовывать наночастицы? (2 балла)

- 1) азот
- 2) фтор
- 3) кислород
- 4) гелий
- 5) вода
- 6) углерод
- 7) перекись водорода
- 8) фотоны
- 9) электроны
- 10) протоны

2. А в файле ответов объясните, почему Вы так считаете за дополнительные 3 балла.

VII. Самые - самые



Мертвые неорганические наночастицы существуют в Природе очень давно и их, в ряде случаев, удастся с успехом использовать уже сейчас в науке и технике. Однако - это всего лишь один из "размеров", с которым с самого начала времен работает Природа.

Так, на Земле живут огромные животные, например, кит. Он самый - самый большой. А еще есть существа, которых без мощного микроскопа и не увидишь.

1. Что именно ограничивает размер живого организма "снизу"? (2 балла)

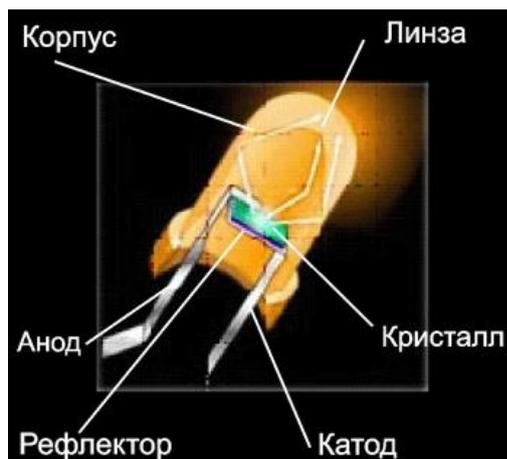
- 1) проницаемость оболочки клеток для кислорода
- 2) скорость передвижения (бегства от более крупных хищников)
- 3) размер набора структур или органоидов для самовоспроизводства
- 4) размер емкости ("желудка") для переваривания пищи
- 5) скорость высыхания цитоплазмы на воздухе
- 6) прочность клеточных стенок
- 7) наличие разума
- 8) наличие зубов
- 9) наличие глаз
- 10) наличие хвоста

2. А какой организм / организмы могут быть на самом деле отнесены к самым крохотным из всех, живущих на Земле, выберите из ниже перечисленных? (2 балла)

- 1) вирусы
- 2) нанороботы
- 3) архебактерии
- 4) митохондрии
- 5) клетки лука
- 6) зигота
- 7) инфузория - туфелька

- 8) сине - зеленые водоросли
 - 9) споры плесени
 - 10) дрожжевые грибки
3. Пофантазируйте и придумайте существо с самыми маленькими-маленькими размерами, какие органы / органониды / клеточные структуры это существо будет иметь? Обоснуйте Ваше предложение. (дополнительно 3 балла при просмотре решения в файле ответов)

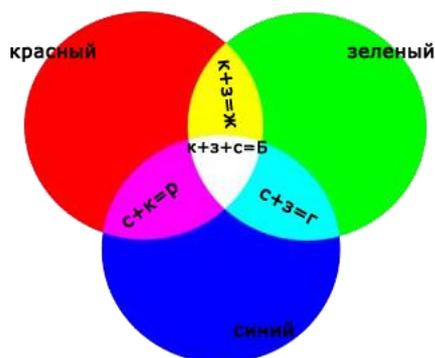
VIII. Белый свет



Ну и, наконец, от теории - к практике. Говорят, что в России больше не в почете неэффективные лампочки накаливания, их будут заменять на энергосберегающие лампы и белые светодиоды. Представьте, что Вы - творец этой светлой эпохи и сейчас мы просим Вас помочь (в первую очередь, конечно, самому себе) собрать БЕЛЫЙ светодиод. Он состоит из нескольких основных элементов, показанных на рисунке, но главное - это светоизлучающий элемент (обозначен как "кристалл") и слой (иногда смесь) светящихся веществ (люминофоров), которые преобразуют свет в "белый".

1. К какому классу материалов относится "кристалл"? (2 балла)
 - 1) металлы
 - 2) сверхпроводники
 - 3) диэлектрики
 - 4) полупроводники
 - 5) люминофоры
 - 6) фосфоры
 - 7) нить накаливания
 - 8) термоэлектрики
 - 9) пьезоэлектрики

Аддитивная (RGB-модель)



Цвета видимого спектра четкие и характеризуются наибольшей яркостью или интенсивностью. При наложении трех "чистых" цветов - красного, синего и зеленого (схема RGB) образуется огромная комбинация разных цветов. При одновременном же наложении всех трех цветов получается белый свет. Таким образом, белый свет образуется в результате одновременного сочетания всех "цветовых волн". Все изображения, которые мы получаем с помощью телевизоров, мониторов, фотоаппаратов и цветных сканеров, основаны на смешивании красного, зеленого и синего цветов. Так и в белом светодиоде: "кристалл" излучает свет определенной длины волны, который частично выходит из линзы светодиода, а частично возбуждает люминофор (или люминофоры), которые начинают светиться своим светом и "смешивают" свое свечение со свечением "кристалла".

2. Какое наименьшее количество цветов лучше всего смешать, чтобы получился белый свет? (2 балла)
- 1) красный и синий
 - 2) синий и зеленый
 - 3) красный, синий, зеленый
 - 4) фиолетовый и пурпурный
 - 5) желтый и синий
 - 6) красный и зеленый
 - 7) красный, желтый, зеленый
 - 8) пурпурный, розовый, красный
 - 9) зеленый, салатный, изумрудный
 - 10) инфракрасный и ультрафиолетовый

Цвет	длина волны (нм)	Напряжение (В)	Материал
 Красный	$610 < \lambda < 760$	1.63 - 2.03	Алюминия галлия арсенид (AlGaAs)
 Оранжевый	$590 < \lambda < 610$	2.03 - 2.10	Алюминия индия галлия фосфид (AlGaInP)
 Жёлтый	$570 < \lambda < 590$	2.10 - 2.18	Фосфид галлия (GaP)
 Зелёный	$500 < \lambda < 570$	1.9 - 4.0	Алюминия галлия фосфид (AlGaP)
 Голубой	$450 < \lambda < 500$	2.48 - 3.7	Индия галлия нитрид (InGaN)
 Фиолетовый	$400 < \lambda < 450$	2.76 - 4.0	Индия галлия нитрид (InGaN)

Теперь, после тренировки с цветами, перейдем к самому белому светодиоду. Выше показано, какие "кристаллы" каким цветом светятся.

Из люминофоров возьмем:

- А. красный люминофор оксид иттрия Y_2O_3 , легированный европием;
- Б. желтый люминофор иттрий-алюминиевый гранат $Y_3(Al,Si)_5(O,N)_{12}$, легированный церием;
- В. синий люминофор сульфид цинка ZnS, легированный серебром;
- Г. зеленый люминофор сульфид кальция CaS, легированный церием;
- Д. красный люминофор селенид кадмия в виде квантовых точек CdSe.

3. Какую комбинацию светящегося "кристалла" и люминофора (люминофоров) стоит взять, чтобы получить, наконец, белый светодиод? (укажите вариант, 3 балла)

- 1) А и AlGaAs
- 2) Б и InGaN
- 3) В и InGaN
- 4) Г и AlGaAs
- 5) Д и GaP
- 6) А, Д и AlGaAs
- 7) Б, Д и AlGaAs
- 8) В, Г и AlGaAs
- 9) Г и AlGaP
- 10) Д, В и AlGaAs

Отборочный тур для школьников старших классов (2011)

I. Лабиринт



Вы видите перед собой лабиринт, по которому раскидана лабораторная посуда и ... реактивы (или минералы, все предметы имеют порядковый номер и обозначены ниже). Гном с тележкой в центре лабиринта должен пройти правильным путем через лабиринт к одному из правильных выходов и собрать при этом в свою тележку такие реактивы или минералы и такую лабораторную посуду, чтобы с использованием всего собранного приготовить цветную жидкость, содержащую наночастицы. В лабиринте нельзя проходить по одному и тому же месту более одного раза. Предметы можно брать, а можно не брать, но необходимо использовать полностью всю собранную посуду и материалы для химических превращений, и только их (окружающий воздух "реактивом" не считается, предметы, которые изначально были у гномов, использовать нельзя, разве что тележку, в которую все будет сложено). Ничего лишнего и ничего дополнительного! Жестокое воздействие (очень высокие температуры, автоклавы, плазму и пр. использовать нельзя. Только то, что Вы САМИ могли бы сделать в школьной лаборатории)

Обозначения предметов: 1. свинец, 2. сера, 3. ступка, 4. чистая вода, 5. колба, 6. медь самородная (но чистая :-)), 7. едкий натр, 8. соляная кислота, 9. фарфоровый шпатель, 10. опять просто пустая колба, 11. самородная платина (и только платина), 12. еще одна

колба, 13. едкое кали, 14. весы, 15. хлорид олова (II), 16. снова колба, снова пустая и снова чистая, 17. слитки золота наивысшей пробы, 18. азотная кислота, 19. мерный цилиндр, мензурка, 20. слитки серебра наивысшей пробы, 21. чистый мел, 22. олеум.

1. К какому гному и по какому пути нужно идти? (5 баллов)
 - 1) левый верхний гном, пилящий бревно, путь 3-2-1
 - 2) левый верхний гном, пилящий бревно, путь 4-8-9-10-14-15-16-17-21-22-1
 - 3) правый, верхний гном с лопатой, сажающий нечто с корнями, путь 4-5-7-6
 - 4) правый, верхний гном с лопатой, сажающий нечто с корнями, путь 3-2-22-21-17-16-15-14-10-9-8-4-5-7-6
 - 5) левый нижний гном с лиловым цветочком, 3-2-22-21-17-18-19
 - 6) левый нижний гном с лиловым цветочком, 4-8-9-10-14-15-16-17-18-19
 - 7) правый нижний гном с птичками, 4-8-9-10-13-12-11
 - 8) правый нижний гном с птичками, 3-2-22-21-17-16-15-14-10-13-12-11
 - 9) левый верхний гном, пилящий бревно, путь 4-8-9-10-14-15-16-17-21-22-2-1
 - 10) здесь этого пути нет, укажу правильный в файле решения
2. В файле ответов опишите кратко процесс синтеза и напишите все необходимые уравнения реакций с нужными коэффициентами. (до 10 дополнительных баллов)
3. Где эти наночастицы могут быть использованы на практике (по крайней мере, по предположениям, высказываемым во многих научных публикациях)? (3 балла)
 - 1) в промышленно производимых батарейках с рекордной работоспособностью
 - 2) для создания бытовых красок
 - 3) в наномедицине
 - 4) в биологически - активных пищевых добавках для диабетиков
 - 5) в антикоррозионных покрытиях в автомобильной промышленности
 - 6) для изготовления зеркал
 - 7) для создания металлических сплавов с памятью формы
 - 8) при создании керметов для топливных элементов
 - 9) в омолаживающей косметике
 - 10) для магнитной гипертермии злокачественных опухолей

II. Удивительные лапки



“Длина его составляет от 8 до 30 см. Голова довольно широка и сильно сплющена, глаза без век со щелевидным зрачком, шея коротка, тело толстое и сплющенное, хвост умеренной длины, по большей части весьма ломкий. Тело покрыто мелкими бугорчатыми и зернистыми чешуйками. Водятся в теплых странах Старого и Нового света”. Речь идет о гекконе – безобидной красивой ящерке, давно привлекающей внимание ученых своей уникальной способностью лазать как угодно и где угодно. Гекконы не только взбираются по отвесным стенам - они с такой же легкостью ходят по потолку или оконному стеклу. Долгое время ученые не могли понять, каким образом геккон бегаёт по совершенно гладкому вертикальному стеклу, не падая и не соскальзывая. Было предпринято много попыток объяснить этот природный феномен. Сначала полагали, что весь секрет в уникальных присосках, которыми снабжены лапки животного. Но выяснилось, что на лапах геккона нет ничего, похожего на присоски, которые обеспечивали бы ящерице хорошее сцепление.

Не оправдалось и предположение, что геккон бегаёт по стеклу, приклеиваясь к его поверхности клейкой жидкостью, подобно тому, как держится на разных предметах улитка. В случае клейкой жидкости на стекле оставались бы следы от его лап; кроме того, никаких желез, способных выделять такую жидкость, на лапах геккона не обнаружено.

Разгадка этого явления буквально поразила общественность: ведь при движении геккончик использует законы молекулярной физики! Ученые внимательно изучили лапку геккона под микроскопом. Выяснилось, что она покрыта мельчайшими волосками, диаметр которых в десять раз меньше, чем диаметр человеческого волоса. На кончике каждого волоска находятся тысячи мельчайших подушечек размером всего двести миллионных долей сантиметра. Снизу подушечки прикрыты листочками ткани, и при большом увеличении видно, что каждый листочек покрыт сотнями тысяч тонких

волосообразных щетинок. А щетинки, в свою очередь, делятся на сотни лопатообразных кончиков, диаметр каждого из которых всего 200 нм!

Сотни миллионов этих волосков позволяют цепляться за малейшие неровности поверхности. Даже совершенно гладкое, на наш взгляд, стекло дает гекконам достаточно возможностей зацепиться.

1. Какие силы задействованы в "прилипании" геккона? (2 балла)

- 1) ковалентные связи
- 2) водородные связи
- 3) ван-дер-ваальсовы взаимодействия
- 4) ионные связи
- 5) металлические связи
- 6) координационные связи
- 7) донорно-акцепторные взаимодействия

2. Опишите в файле ответов варианты применения обсуждаемого эффекта в жизни человека, науке, технике. (дополнительные 3 балла)

3. С обездвиживанием (в процессе путешествия) какого из ниже перечисленных известных литературных героев можно было бы сравнить эффект "приклеивания" геккона к "гладкой" поверхности (этот эффект действительно бытует в научной литературе, но в применении к так называемым супрамолекулярным соединениям).

(3 балла)

- 1) Илья Муромец
- 2) Каштанка
- 3) Прометей
- 4) Дед Мороз
- 5) Ассоль
- 6) Гулливер
- 7) Чадский
- 8) Мцыри
- 9) Евгений Онегин
- 10) Барон Мюнхгаузен

III. «Божественный свет»



С развитием нанотехнологий обычные материалы приобретают новые свойства. Туристов, посещающих Рим, наряду с известнейшими старинными памятниками архитектуры привлекает необычное здание в духе постмодернизма – церковь Dives in Misericordia («Щедрый в милосердии»). Это ослепительно белое сооружение из сборного железобетона и стекла состоит из трех изогнутых конструкций, напоминающих раковины или лепестки цветка (см. рисунок). Здание как будто светится и остается идеально белым.

1. Частицы какого вещества позволяют добиться таких уникальные характеристик "вечной чистоты"? (2 балла)
 - 1) стиральный порошок
 - 2) мел
 - 3) речной кварцевый песок
 - 4) зола подсолнуха
 - 5) наночастицы серебра
 - 6) фосфор
 - 7) диоксид титана
 - 8) квантовые точки селенида кадмия
 - 9) борная кислота
 - 10) силикат натрия
2. В файле ответов за Ваши пояснения, почему так происходит, Вы получите дополнительные 3 балла.

IV. «Спичечные домики»

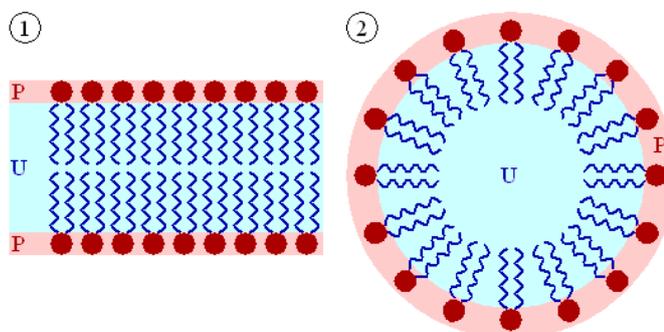


Один из мощных приемов нанотехнологий является создание различных молекулярных форм. Они во многом определяют свойства получаемых с их использованием материалов, а иногда и уникальные, непредсказуемые характеристики. Посмотрите внимательно на рисунок, на котором очень схематично изображен класс очень важных молекул, широко используемых в нанотехнологиях.

1. Что это за класс молекул? (2 балла)

- 1) люминофоры
- 2) полимеры
- 3) алкены
- 4) алканы
- 5) ДНК
- 6) РНК
- 7) ПАВ
- 8) АТФ
- 9) фуллерены
- 10) углеродные нанотрубки

2. В файле ответов назовите составные части этих молекул и приведите примеры - химические названия - таких "составных частей". (3 балла)



3. Как называются образования, сформированные этими «спичками»? (2 балла)

- 1) карбораны

- 2) сферолиты
- 3) дендриты
- 4) полимерные микросферы
- 5) пузырьки
- 6) дендримеры
- 7) квантовые точки
- 8) мицеллы
- 9) фуллерены

4. В файле ответа за 5 дополнительных баллов ответьте, почему такие образования возникают и расскажите, где эти образования можно встретить в живой и неживой природе.

V. Углеродный скелет Кашея Бессмертного



Расскажу я вам, деточки, сказку, но уже на нынешний лад...

Жил да был Кашей, по прозванию Бессмертный.

Когда-то давным-давно он был великим учёным, чародеем и искусником. И так много у него было дел славных, что решили злодеи его погубить. Коварно решили они затравить Кашея. Прознали они, что со времён ученичества своего полюбил Кашей молоко свежее и начали в то молоко яд подсыпать. И начал Кашеюшка болеть да чахнуть. Пьёт он молоко своё, да оно не помогает ему, а только хуже делает.

Кинул он в сердцах свой кубок серебряный с остатками молока в огонь да увидел, что пламя малиновым стало. Тогда Кашей взял молоко, да выделил из него яд коварный. (Яд состоял из двух элементов, массовая доля одного из них была равна 55,35%.)

Понял Кашей, что его изжить хотят, осерчал. Да заболел сильно, ни меч-кладенец не поднять, ни доспехов не надеть. И много яду было в теле Кашеевом, не извести его было.

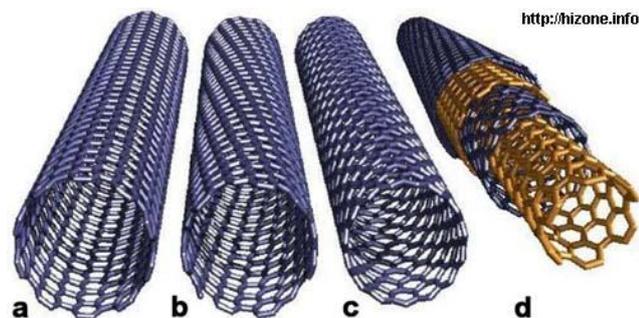
Тогда Кашей придумал, как косточки свои целиком заменить на нанотрубки углеродные, стеклоуглеродом срощенные. Долго Кашей косточки свои делал, а затем закрылся в замке

и приказал своему помощнику операцию проводить, чтобы косточки свои больные поправить. Сделал помощник операцию, и стал у Кашея углеродный скелет, да только исхудал Кашей сильно – косточки местами аж наружу торчат. И сказал Кашей злодеям, что накажет он их. А злодеи прибежали к Барабасу, злобному, жадному и коварному чародею, и стали у него защиты просить. А Барабасу злomu и надо только: Кашея изжить да денег загрести. Поставил он злодеям на ворота в замке сигнализацию хитрую, на рентгене основанную. Говорит: ни птица к вам не залетит, ни зверь не забежит – всех увидите. Даже шапка-невидимка не укроет. Прознал про то Кашей и говорит: пройду я, а вы и знать не будете. Тогда Барабас сделал злодеям машину, что молнии бросает. А Кашей и говорит: пройду я и не остановит меня машина ваша. Тогда Барабас говорит: вот возьму я дубину большую, да сам тебя загублю. Осерчал Кашей, да на злодеев пошёл. И прошёл он сквозь сигнализацию, и сквозь молнии, да встретил Барабаса. Заревел Барабас дурным голосом и начал дубиной махать. А Кашей худой да шустрый стал – не может в него Барабас попасть, а коли зацепит, то Кашей смеётся только: совсем ты, Барабас, захирел, нету у тебя силушки. Замаялся Барабас, испугался, бросил дубину и побежал из замка злодейского. Да забыл он про машину свою, что молнии кидает. Бросила машина молнию, Барабас и лопнул. А Кашей дальше пошёл, злодеев наказывать. Да испугались злодеи, по подземному ходу сбежали из замка, а потом и со страны той. Не нашёл злодеев Кашей, разрушил замок их, да назад к себе пошёл. А злодеи как прознали, что Кашей Барабаса сгубил, так и прозвали его Бессмертным.

1. Каким ядом злодеи травили Кашея? (2 балла)

- 1) SrCl_2
- 2) CaCO_3
- 3) активированный уголь
- 4) галактоза
- 5) лактоза
- 6) гидроксиапатит
- 7) глюконат кальция
- 8) мирабилит
- 9) казеин
- 10) коллаген

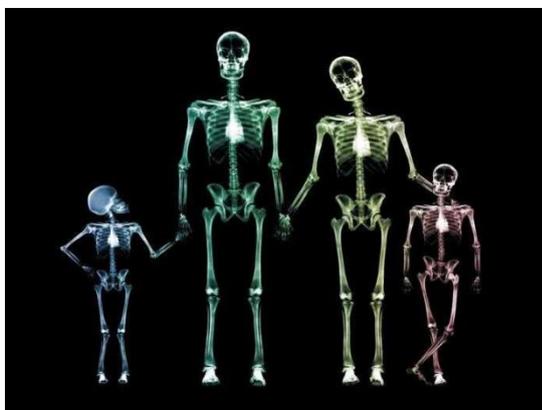
2. В файле ответов докажите, что именно это вещество было ядом, и объясните, почему Кашею для исцеления пришлось менять скелет. (3 балла)



3. Как получить углеродные нанотрубки? (2 балла)

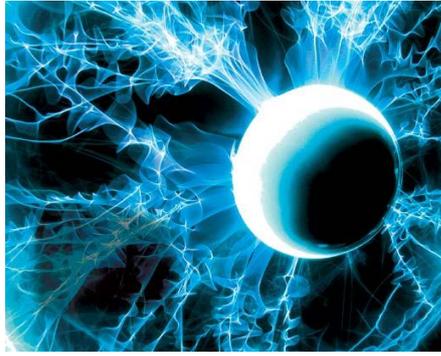
- 1) нагревом алмаза
- 2) синтез в электрической дуге
- 3) обработка сахара олеумом
- 4) обработка графита концентрированной азотной кислотой
- 5) гидrogenизация фуллерена
- 6) поликонденсация бензола
- 7) циклизация гептана
- 8) полимеризация этилена

4. В файле ответов опишите, насколько совместим с организмом материал, который Кашей использовал для создания своего скелета, и как его можно получить. (3 балла)



5. Почему Кашей мог пройти через "рентген" незамеченным? (2 балла)

- 1) потому что скелет Кашей отражал рентгеновское излучение
- 2) потому что скелет Кашей полностью поглощал рентгеновское излучение
- 3) потому что углерод находится в начале периодической таблице элементов
- 4) потому что углеродный скелет был закрыт кожей
- 5) потому что рентгеновские лучи вызывают протекание химических реакций углеродных нанотрубок и стеклоглерода
- 6) потому что под действием рентгеновского излучения стеклоглерод кристаллизуется



6. Почему электрическая машина Барабаса не была опасна для Кощея? (2 балла)

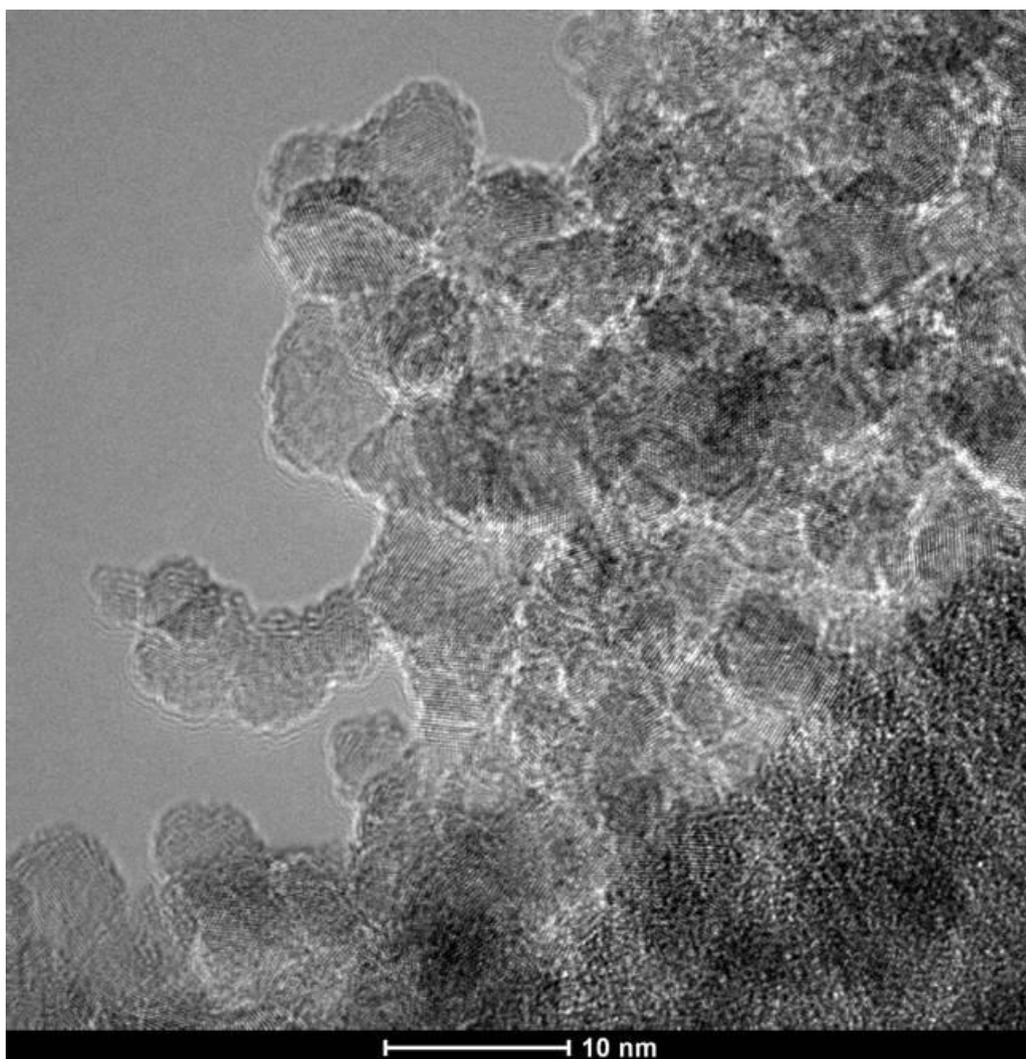
- 1) потому что разряды не могли расплавить углерод
- 2) потому что углерод не проводит электрический ток
- 3) потому что углерод экранирует любое электромагнитное излучение
- 4) потому что разрушить углерод можно только при высокой температуре
- 5) потому что углеродные нанотрубки могут проводить электрический ток и
- 6) скелет служил "громоотводом"
- 7) потому что новый скелет служил большим конденсатором



7. Почему удары дубины Барабаса не особо вредили Кощею? (2 балла)

- 1) потому что прочные нанотрубки армировали "вязкую" матрицу
- 2) потому что углеродные нанотрубки легко трескались и поглощали удар
- 3) потому что нанотрубки были "пушистыми", поэтому при ударе дубина скользила, как по смазке
- 4) потому что при ударе возникал электрический разряд, отталкивавший дубину

VI. Просвечивающая электронная микроскопия



Одним из важных классов материалов, которые позволяют творить чудеса в химической промышленности, традиционно являются твердые вещества, которые ускоряют скорости прямой и обратной реакции, они называются катализаторами (гетерогенными катализаторами). При изучении катализаторов и других наноматериалов одним из главных инструментов служит просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ). Взгляните на картинку, сделанные с помощью ПЭМ. Попробуйте найти и определить на картинках какие-нибудь характерные элементы.

1. Что вы видите? (2 балла)

- 1) наноиголки
- 2) слипшиеся наночастицы
- 3) фуллерены
- 4) нанотрубки
- 5) скол металлического сплава
- 6) пузырьки воздуха
- 7) поглощение света

- 8) дифракцию света
- 9) отражение света
- 10) рассеяние света

2. Определите характерный размер изображенных элементов. (2 балла)

- 1) 1 ангстрем
- 2) 5 ангстрем
- 3) 10 ангстрем
- 4) 50 ангстрем
- 5) 10 нанометров
- 6) 100 нанометров
- 7) 500 нанометров
- 8) 1 микрон
- 9) 5 микрон
- 10) 10 микрон

3. Что означают мелкие полоски, которые вы видите на фотографии? (3 балла)

- 1) ядра атомов
- 2) цепочки наночастиц
- 3) зарядка поверхности электронным пучком
- 4) атомные ряды
- 5) полосы травления вещества вакуумом
- 6) нанотрубки
- 7) трещины
- 8) ступеньки роста наночастиц

Каталитическая активность катализатора в расчете на моль резко возрастает при уменьшении кристаллика катализатора до наноразмеров, потому что, как правило, возрастает количество каталитически активных центров, которые контактируют с реагирующими веществами, подходящими извне к катализатору. Например, пусть катализатор А образует кубические кристаллы.

4. Во сколько раз возрастает скорость реакции при уменьшении ребра куба кристалла такого катализатора от 100 нм до 10 нм (2 балла)?

- 1) в 1.5 раза
- 2) в 15 раз
- 3) в 25 раз
- 4) в корень из трех раз
- 5) в 10 раз

- 6) в 100 раз
7) в 1000 раз
8) в миллиард раз
9) скорость реакции останется прежней, поскольку не изменится количество молей вещества
5. В файле ответов более детально поясните, почему каталитическая активность А возрастает при уменьшении размера нанокристалла (3 балла).
6. Сколько кубических нанокристаллов А с ребром 100 нм можно составить из одного моля А, если молекулярная масса А равен 58 граммам, а плотность – 2г/см³? (3 балла)
- 1) 29 000 000 миллиардов
2) 58 триллионов
3) 58
4) 29
5) 116
6) 2000
7) 5800
8) 58 000 000
9) 116 000
10) 29 000

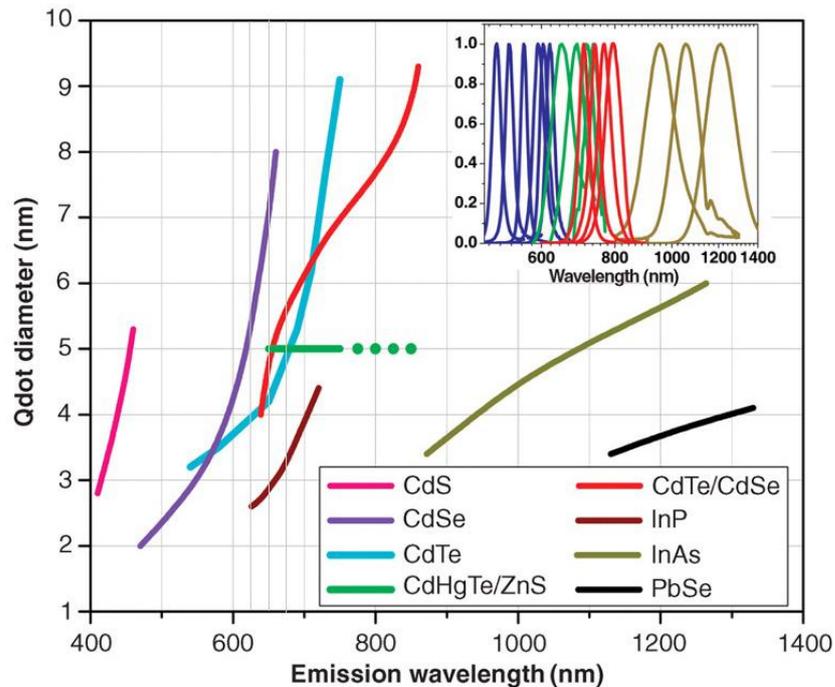
VII. Квантовые точки - всем на Земле!



По данным на 2010 год на Земле проживало 6,8 млрд. человек. Все люди на Земле любят красивые вещи, а одни из самых красивых вещей - квантовые точки, которые при одном и том же составе при возбуждении светятся разным цветом в зависимости от их размера.

1. Что такое квантовая точка? (2 балла)
- 1) наночастица металла

- 2) наночастица полупроводника
- 3) сгусток плазмы
- 4) замороженные фотоны
- 5) светящиеся бактерии
- 6) агрегаты молекул красителей
- 7) кавитационный пузырек



На врезке основного графика из реальной научной статьи справа сверху (то есть на маленьком графике) показано, что зависимости интенсивности свечения (ось ординат) от длины волны излучения (ось абсцисс, англ. "wavelength") имеют острые максимумы, причем положение этих максимумов зависит как раз от размера квантовых точек, который поэтому определяет цвет свечения. На основном графике для квантовых точек разных составов четко показаны зависимости диаметра квантовых точек (обозначено как "Qdot diameter (nm)") от наблюдаемой длины волны свечения (обозначено как "Emission wavelength").

Пусть в эксперименте квантовые точки теллурида кадмия CdTe были синтезированы при пропускании 1 л теллуридоводорода через хлорид кадмия. Точки с выходом 100% успешно получились, причем одного и того же размера, и имели поэтому узкий спектр люминесценции, максимум пика которого пришелся на ~ 680 нм (красный цвет). Квантовые точки имеют все сферическую форму и плотность $5,85 \text{ г/см}^3$.

2. Определите, сколько квантовых точек получит каждый человек на Земле, если синтезированные в эксперименте квантовые точки раздать всем поровну.

(10 баллов) При работе с графиком диаметр квантовой точки округлить до целого значения.

- 1) одна квантовая точка на человека
- 2) десять квантовых точек на человека
- 3) полмиллиарда квантовых точек на человека
- 4) триллион квантовых точек на человека
- 5) 17957600 квантовых точек на человека
- 6) 578 943 квантовых точки на человека
- 7) четыре миллиарда квантовых точек на человека
- 8) три миллиона квантовых точек на человека
- 9) полмиллиона квантовых точек на человека
- 10) четыре тысячи семьсот двадцать квантовых точек на человека

VIII. Не поделили...



Пыльца представляет из себя тончайший порошок размером до 100 нм, который бывает окрашен в разные цвета - от ослепительно-белого до густого черного в зависимости от вида растения. Собирая пыльцу, пчёлы смачивают ее нектаром и слюной, скатывают в шарики диаметром около 1мм и приторачивают к задним лапкам, прилетают в улей с двумя шариками на ногах.

Две пчелки скатали и поделили между собой 39 шариков пыльцы. Число шариков, доставшихся любой из них, меньше удвоенного числа шариков, доставшейся другой. Квадрат трети числа шариков пыльцы, доставшейся второй, меньше числа шариков доставшейся первой.

Сколько шариков пыльцы досталось каждой пчелке? (7 баллов)

- 1) 3 и 36
- 2) 6 и 33
- 3) 1 и 38

- 4) 15 и 24
- 5) 14 и 25
- 6) 13 и 26
- 7) 12 и 27
- 8) 11 и 28
- 9) 10 и 29
- 10) 9 и 30

IX. Нанорикши



Рикши - это и развлечение, и вид транспорта, и профессия. Так, и по "нано-дорогам" туда и сюда снуют и везут свой груз нанорикши.

1. Назовите описываемый клеточный процесс. (1 балл)
 - 1) внутриклеточный транспорт
 - 2) фагоцитоз
 - 3) амебиоз
 - 4) апоптоз
 - 5) передача нервного возбуждения
2. Что это за нано-дороги? (1 балл)
 - 1) микроколбочки
 - 2) клеточные синапсы
 - 3) билипидная мембрана
 - 4) ядро клетки
 - 5) цитоплазма
 - 6) микротрубочки
 - 7) митохондрии
3. В файле ответов опишите, из какого материала они сделаны и действительно ли они "нано"? Каким образом такие дороги прокладываются? (3 балла)

4. Что это за рикши, какие у них имена и чем они принципиально различаются?

(2 балла)

- 1) альбумин
- 2) серотонин
- 3) гемопорфирин
- 4) кинезин
- 5) иммуноглобулин
- 6) ферритин
- 7) хлорофилл
- 8) фибрин

5. Какие грузы могут перевозить рикши? (2 балла)

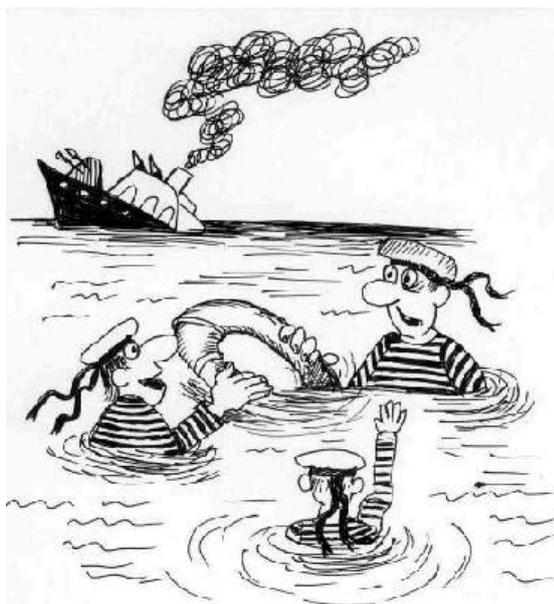
- 1) клеточную мембрану
- 2) хромосомы
- 3) цитоплазму
- 4) продукты жизнедеятельности
- 5) зернышки гликогена
- 6) расширяют клеточные каналы

6. На чем работают "нанорикши"? (1 балл) (за разъяснения в файле ответов по этому и другим подвопросам – дополнительные 5 баллов)

- 1) на глюкозе
- 2) на спирте
- 3) на энтузиазме
- 4) на АТФ
- 5) на внутриклеточной разности потенциалов
- 6) на окислении крахмала растворенным кислородом
- 7) у них вечных двигатель

Теоретический тур для школьников (2011)

I. Спасательный круг для золотого кирпича (математика, начинающие)



Аэрогели — очень лёгкие твёрдые материалы, пористость которых достигает 99%. Впервые аэрогель был получен в 1931 г. Стивеном Кистлером.

В воде плавает (не всплывает и не тонет) кубик аэрогеля плотностью 1.9 кг/м^3 с привязанным к нему кубиком золота (плотность $19\,300 \text{ кг/м}^3$).

1. Найдите соотношение объёма кубика аэрогеля и кубика золота. (3 балла)

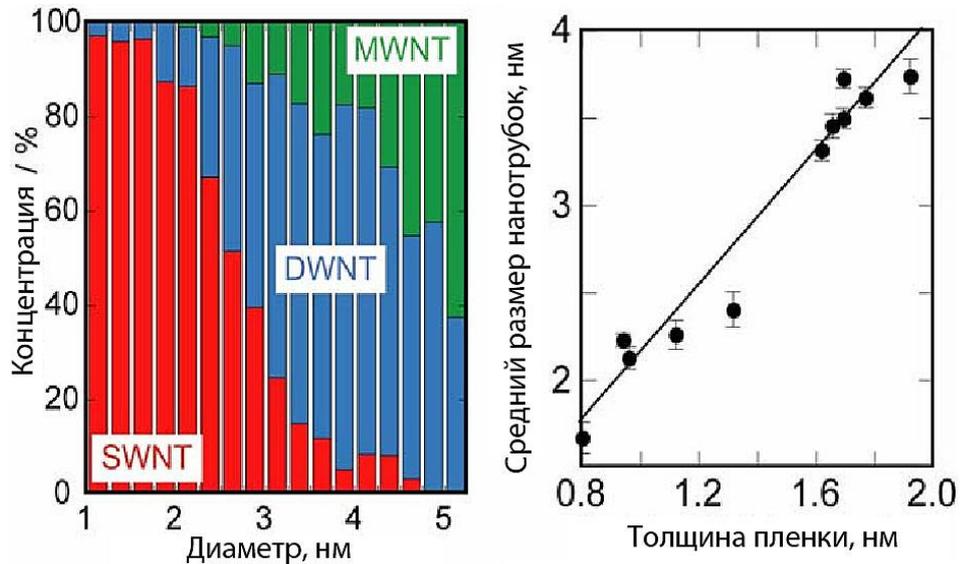
- 1) 1
- 2) 10.6
- 3) 101.3
- 4) 18.3
- 5) 0.546
- 6) 17.1
- 7) 13.2
- 8) 1103.16
- 9) 3.1415
- 10) 2.71828

2. Найдите соотношение масс кубиков золота и аэрогеля. (1 балл)

- 1) 0.0135
- 2) 0.216
- 3) 5300
- 4) 550
- 5) 11103

- 6) 19300
- 7) 7785
- 8) 72.34
- 9) 33.2
- 10) 1

II. Нанотрубчатый лес (математика, начинающие)



При методе получения нанотрубок «CVD super-growth» на подложке вырастает «лес», состоящий из нанотрубок различного диаметра. Средний диаметр нанотрубок при этом зависит, в частности, от толщины используемой плёнки катализатора (железо). На правом графике приведена зависимость среднего диаметра нанотрубки от толщины плёнки Fe, определённая экспериментально. Оказывается, что от среднего диаметра нанотрубок в «лесу» зависит процентное содержание в лесу нанотрубок разных типов — однослойных (SWNT, single-walled nanotubes), двуслойных (DWNT, double-walled nanotubes) и многослойных (MWNT, multi-walled nanotubes). Эта зависимость (тоже установленная экспериментально) приведена на диаграмме слева.

1. При какой толщине плёнок катализатора доля двуслойных нанотрубок наибольшая? (1 балл)
 - 1) 1.1, 1.2
 - 2) 1.7, 1.93
 - 3) 1.5, 1.6
 - 4) 1.85, 1.86
 - 5) 1.74, 1.86
 - 6) 1.17, 1.19
 - 7) 1.1751, 1.4456

2. При какой толщине эта доля наименьшая? (1 балл)

- 1) 0.8
- 2) 1.6
- 3) 1.7
- 4) 1.73
- 5) 1.76
- 6) 1.81
- 7) 1.815
- 8) 1.83

3. При какой толщине плёнок катализатора более $\frac{3}{4}$ полученных нанотрубок – однослойные? (1 балл)

- 1) более 0.9 нм
- 2) более 1.0 нм
- 3) более 0.8 нм
- 4) менее 1.2 нм
- 5) более 1.5 нм
- 6) менее 0.8 нм
- 7) более 2.0 нм
- 8) более 2.1 нм

III. Колбы и скляночки (математика, начинающие)



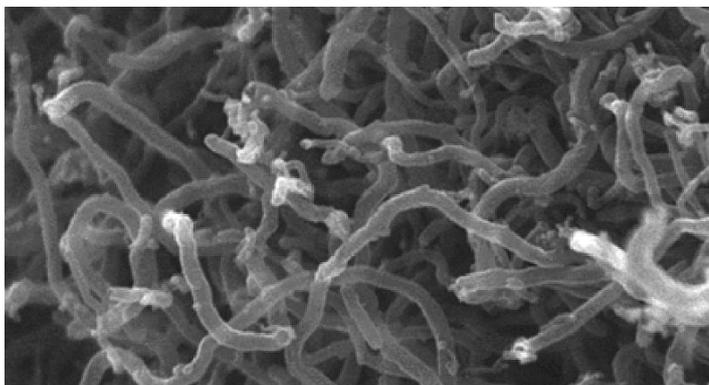
У Васи есть несколько колб без делений: пустая колба объёмом 200 мл (колба 1), колба объёмом 300 мл с семипроцентным раствором квантовых точек (колба 2), полулитровая колба с восьмипроцентным раствором квантовых точек (колба 3), и ещё одна полулитровая колба с однопроцентным раствором (колба 4). Для проведения эксперимента Васе необходимо хотя бы по 100 мл трёхпроцентного и шестипроцентного растворов.

1. Как ему получить эти растворы? Укажите ниже правильную последовательность переливаний. (4 балла)

- 1) из 2 в 3, из 3 в 2, из 2 в 4, из 4 в 1, из 1 в 3
- 2) из 2 в 3, из 3 в 2, из 2 в 4
- 3) из 2 в 4, из 3 в 2, из 4 в 2, из 4 в 1, из 1 в 3, из 1 в 4
- 4) из 2 в 1, из 3 в 4, из 2 в 4, из 4 в 1, из 1 в 3
- 5) из 3 в 1, из 2 в 3, из 2 в 4, из 4 в 2
- 6) из 2 в 1, из 4 в 2, из 1 в 4, из 3 в 1, из 2 в 3
- 7) из 3 в 2, из 2 в 4, из 4 в 1, из 1 в 3
- 8) из 3 в 2, из 2 в 4, из 4 в 1, из 1 в 3, из 3 в 4
- 9) из 2 в 1, из 1 в 4, из 4 в 3, из 3 в 1, из 1 в 4, из 4 в 2

2. В файле ответов дайте расчеты и пояснения. (3 балла)

IV. Двуслойные нанотрубки (математика)



Напомним, что диаметр нанотрубки хиральности (m, n) равен

$$d = \frac{a\sqrt{3}}{\pi} \sqrt{m^2 + mn + n^2},$$

где $a \approx 0,142$ нм — расстояние между соседними атомами углерода в решётке графена.

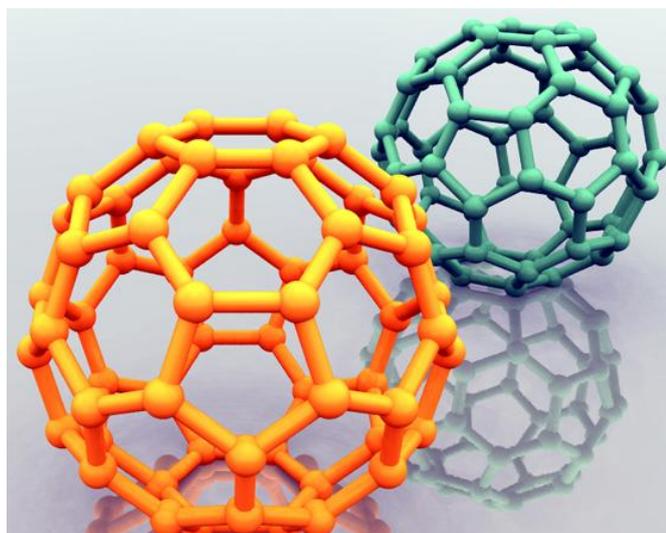
Двуслойная нанотрубка состоит из двух слоёв — однослойных нанотрубок, расположенных одна внутри другой. В этой задаче мы будем рассматривать только двуслойные нанотрубки, такие что хиральности их слоёв пропорциональны (то есть имеют вид (um, un) и (vm, vn) — целые числа, считайте, что m, n — неотрицательные числа).

1. Выразите в файле ответов расстояние между слоями двуслойной нанотрубки через u, v, m и n . (5 баллов)
2. Найдите все тройки чисел $(m, n, \text{модуль}(u-v))$, для которых расстояние между слоями нанотрубки отличается от расстояния, полученного в пункте IV.3, не более, чем на 5% (опишите это все в файле ответов, 5 баллов).
3. Ниже найдите правильный вариант для расстояния между слоями нанотрубки, если её слои имеют хиральности $(7, 3)$ и $(14, 6)$. (2 балла)

- 1) 0.5 Ангстрем

- 2) 1 Ангстрем
- 3) 3.48 Ангстрема
- 4) 7.1 Ангстрем
- 5) 1.1 нм
- 6) 2.05 нм
- 7) 2.15 нм
- 8) 2.17 нм
- 9) 3.5 нм

V. Гидрирование фуллеренов (математика)

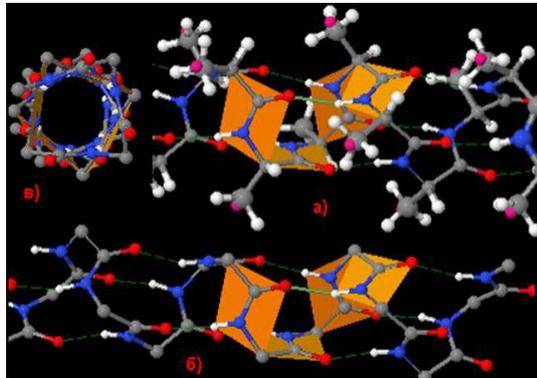


С химической точки зрения, фуллерен C_{60} , все атомы углерода в котором находятся в sp^2 -гибризованном состоянии, можно рассматривать как ненасыщенный углеводород.

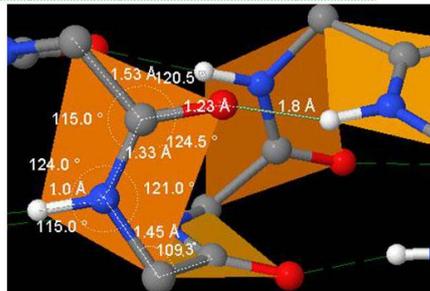
1. Рассчитайте, сколько связей С-С разрывается при гипотетическом полном гидрировании (без фрагментации углеродного скелета) углеводорода, содержащего А двойных связей и В циклов, с образованием предельного алкана C_nH_{2n+2} и укажите это вариант ниже? (3 балла)
2. В файле ответа напишите уравнение этой реакции. (1 балл)
3. Напишите в файле ответов уравнение полного гидрирования фуллерена C_{60} , рассчитайте из имеющихся данных, какое количество связей С-С разрывается, сколько при этом двойных связей переходит в одинарные и сколько пятичленных и шестичленных циклов разрывается? Объясните в файле ответов полученный результат. (3 балла)
 - 1) А
 - 2) В
 - 3) А+В
 - 4) А+2В

- 5) 2A+B
- 6) 2A+2B
- 7) 2A
- 8) 2B

VI. Наноспираль (математика).



α -спираль полиаланина: а) полный общий вид, б) только основной скелет, в) вид основного скелета вдоль оси. Цветовые обозначения: серый – углерод, белый – водород, синий – азот, красный – кислород, зеленым обозначены водородные связи.



Параметры пептидной связи (связи между атомами лежат в одной плоскости).

Впервые альфа-спираль была предсказана в 1951 году Лайнусом Полингом на основе моделирования структуры белка. По статистике, это один из наиболее часто встречающихся элементов вторичной структуры белка – примерно треть от всего количества аминокислот в природные белках находятся в альфа-спиралях. При таком способе пространственного расположения аминокислот атом кислорода СО-группы i -й аминокислоты и атом водорода аминогруппы $(i+4)$ -й аминокислоты полипептидной цепи соединены между собой водородной связью (см. рис. вверху). Необходимо отметить, что группы, образующие водородную связь, практически параллельны оси спирали.

1. Основываясь на параметрах пептидной связи и способе ее укладки, примерно рассчитайте длину полипептида, состоящего из 20-ти аминокислотных остатков аланина. (4 балла)
2. В файле ответов укажите сделанные вами при расчете допущения. (3 балла)
 - 1) 1.15 нм
 - 2) 2.42 нм
 - 3) 2.47 нм
 - 4) 2.54 нм

- 5) 2.56 нм
- 6) 2.61 нм
- 7) 3.18 нм
- 8) 4.76 нм
- 9) 22.01 нм

VII. Самый-самый (математика)



Углеродные каркасные структуры, подобные мотивам авангардной архитектуры, углеродные мячики – как только не называют эту аллотропную форму углерода, ставшую одним из традиционных символов нанотехнологий. Но все ли фуллерены нанобъекты? Давайте разберемся.

1. Какое минимальное количество пяти- и шестиугольных граней может содержать фуллерен? Обоснуйте в файле ответов, используя формулу Эйлера. (3 балла)
2. Назовите правильную формулу самого маленького фуллерена, выбрав из ниже перечисленного. (2 балла)
 - 1) C_1
 - 2) C_2
 - 3) C_5
 - 4) C_6
 - 5) C_{10}
 - 6) C_{20}
 - 7) C_{30}
 - 8) C_{40}
 - 9) C_{60}
 - 10) C_{70}
3. В файле ответов приведите строение этого самого маленького фуллерена и двух его возможных структурных изомеров. Оба изомера должны иметь осевую

симметрию и являться валентно-насыщенными, но могут содержать тройные связи углерод-углерод. (3 балла)

4. Предложите в файле ответов варианты геометрического построения изомеров фуллерена C_{2n} при «димеризации» рассмотренных ранее структур C_n . (3 балла)
5. Можно ли считать данные структуры нанобъектами и почему? Подтвердите в файле ответов расчетами. Принять длину всех С-С связей, равной, как в графите, 0,142 нм, размерами атомов пренебречь. (5 баллов)
6. Какой размер для самого маленького фуллерена у Вас получился, дайте наиболее подходящий ответ из ниже перечисленных? (1 балл)
 - 1) 0.4 нм
 - 2) 0.75 нм
 - 3) 0.8 нм
 - 4) 1.1 нм
 - 5) 1.3 нм
 - 6) 1.6 нм
 - 7) 2.3 нм
 - 8) 11 нм

VIII. Магнитные наночастицы на кухне (химия, начинающие)



Для получения магнитных наночастиц к 100 мл практически бесцветного 0,1М раствора вещества А, добавляют 100 мл 0,1М практически бесцветного раствора соли В и раствор вещества С, создающий среду с рН больше 13. При энергичном перемешивании полученного раствора на магнитной мешалке из него выделяется бурый осадок D, который со временем становится черным. Черный порошок Е состоит из сферических наночастиц со средним диаметром 33 нм. Он растворим в соляной и азотной кислотах, притягивается магнитом. Порошок Е с диаметром частиц более 1 мкм можно получить

выпариванием раствора вещества А и последующим его нагреванием до 900 градусов Цельсия. Вещество Е представляет собой рудный минерал.

1. В файле ответов назовите возможные вещества А, В, С, D, Е, учитывая, что фильтрат после отделения Е не дает осадков с хлоридом бария и нитратом серебра. (3 балла) Как меняется кислотность среды раствора по мере протекания реакции? (1 балл) С чем связано изменение цвета осадка? (1 балл) Почему для синтеза используют только свежеприготовленные растворы реагентов А, В, С? (1 балл)
2. Ниже укажите, какую комбинацию цветов, скорее всего, имеют вещества А и В, когда находятся в кристаллическом состоянии. (2 балла)
 - 1) ядовито - желтый и малиновый
 - 2) серый и красный
 - 3) черный и темно - фиолетовый
 - 4) красный и оливковый
 - 5) светло - зеленый и бледно - фиолетовый
 - 6) коричневый и аквамариновый
 - 7) изумрудный и фуксиновый
 - 8) оранжевый и золотистый

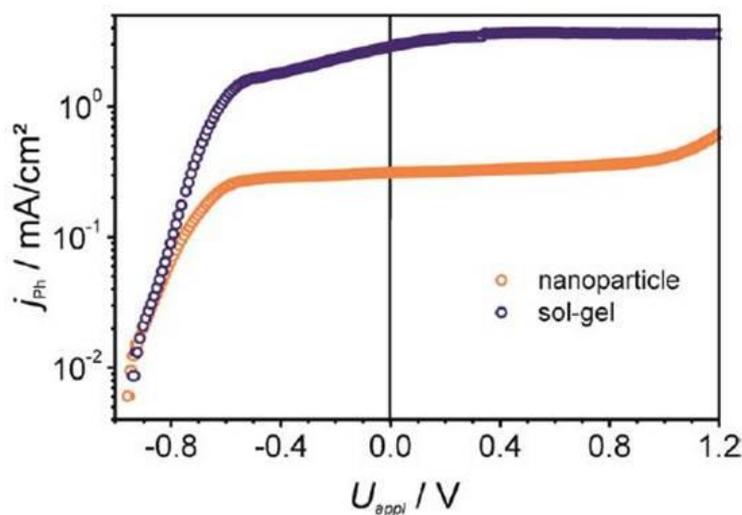
IX. У вас нет диоксида титана? Тогда мы идем к вам! (химия, начинающие)



На сегодняшний день материалы на основе диоксида титана являются одними из самых востребованных на мировом рынке. Суммарное производство таких материалов составляет ~5 тыс. тонн/год. В частности, диоксид титана используется в качестве белого красителя E171 в пищевой промышленности.

1. Как можно изменить цвет диоксида титана на желтый? (2 балла)
 - 1) при выдерживании в холодильнике
 - 2) при выдерживании в течение суток на солнечном свету

- 3) при легировании азотом
- 4) при перетирании
- 5) при растворении в воде
- 6) при растворении в азотной кислоте
- 7) при облучении "красной" лампой



Конечно, большую часть производимого в мире диоксида титана с трудом можно отнести к наноматериалам. Однако в последние годы они постепенно отвоёвывают позиции у объемных материалов. Так, хорошо известно, что микроструктура наноматериалов в первую очередь определяется методом и условиями получения, а для наноматериалов на основе диоксида титана известно огромное число микроморфологий: шарообразная, сферическая, нанотрубки и т.д.

2. В файле ответов приведите примеры того, как метод получения материалов на основе диоксида титана влияет на микроструктуру продукта синтеза, а также поясните, чем обусловлена данная микроструктура. (до 5 баллов) Приведите примеры потенциальных применений наноматериалов на основе диоксида титана. (3 балла)

Иногда учёным в рамках одного какого-то применения хочется сравнить, а как будут вести себя материалы, полученные при различных условиях и с использованием различных методик синтеза. Конечно же, наноматериалы на основе диоксида титана не являются исключением. Так, изучая поведение TiO_2 в элементах для фотохимического расщепления воды, было показано, что метод нанесения тонкой плёнки диоксида титана на подложку существенно сказывается на эффективности работы такой солнечной батареи (см. рисунок - так называемую вольт-амперную характеристику). В первом случае ("nanoparticle", оранжевая кривая) тонкую плёнку получали методом осаждения наночастиц из суспензии (золя) на подложку, во втором – золь-гель методом ("sol - gel",

фиолетовая кривая). При этом такая важная характеристика как ширина запрещённой зоны остаётся практически неизменной.

3. С чем, скорее всего, может быть связано подобное существенное различие?

(3 балла)

- 1) различий на графиках нет
- 2) существенно изменяется кислородная нестехиометрия
- 3) существенно изменяется содержание титана
- 4) в материалах присутствуют различные примеси
- 5) в материалах в несколько раз различается содержание гидратной воды
- 6) материалы имеют различный характер расположения частиц и их взаимных контактов
- 7) материалы имеют различную кристаллическую (аллотропную) модификацию

Х. Золотые дреды (химия, начинающие)

(просьба не пытаться повторить – ОПАСНО!)



Yea, I'm golden man now! – решил юный рэпер PJ. Для соответствия образу он решил радикально позолотить свои дреды. Все пять штук сразу. Промыв их ацетоном и затем водой (1), PJ опустил их в раствор боргидрида натрия в 0,1М растворе кальцинированной соды (2). Затем прополоскал их свежекипячённым дистиллятом (3) и обработал раствором коллоидного золота с цитратным стабилизатором (4). Полученный результат его не удовлетворил, и PJ решил нарастить золота побольше, для чего долго промывал волосы раствором NaAuCl_4 с витамином С и содой (5). То, что получилось в итоге, согнул в нужную форму и поехал на тусовку.

1. В файле ответов опишите подробно, что происходило с волосами на каждой из описанных операций. Поясните выбор реагентов и условий обработки. Напишите схемы протекающих реакций. (5 баллов)
2. Какое из веществ (компонентов), входящих в состав человеческих волос было изначально ответственно за успех всей операции? (3 балла)
 - 1) цистин
 - 2) липиды
 - 3) вода
 - 4) глутамин
 - 5) аргинин
 - 6) аланин
 - 7) серин
 - 8) валин
 - 9) лизин
3. В файле ответов поясните, почему Вы именно так считаете? (2 балла)

XI. Инноватор (10 - 11 класс, химия и материалы, задача повышенной сложности)



Вашему вниманию предлагается первый российский нанокомикс "Инноватор", который описывает (указывает на) один важный класс материалов, связанных с потенциальным

улучшением качества нашей жизни в уже недалеком будущем. Надеемся, что за подобной экзотической формой Вы увидите интересное содержание, для этого надо быть внимательным и любознательным (обязательно кликните один раз на картинку, чтобы увеличить фото и рассмотреть их в деталях!)

Решил однажды муж* один построить новый дом.

И нечто важное купил (1), но что - забыл потом.

Он нечто в чем - то растворял (2), достав и кислоту (3).

И шпатель синь раствору дал (4), "Калгон" же - желтизну.

Увидев это, обомлел и "Эврика!" вскричал.

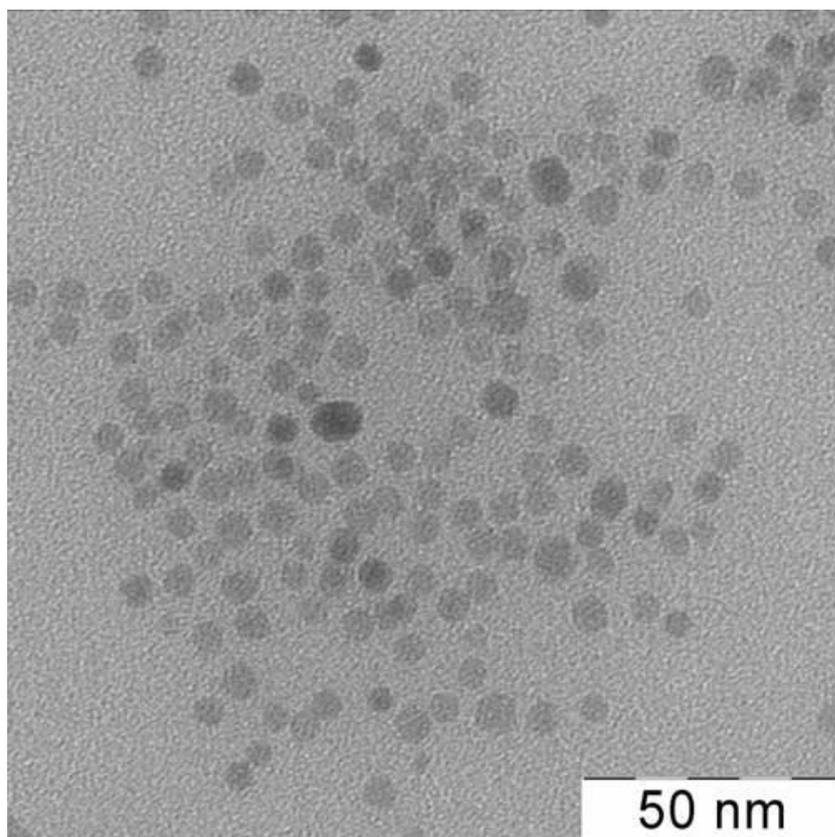
Он понял - есть теперь задел, и сделал, как мечтал.

1. Какой именно дом хотел построить герой стиха, дайте ниже правильный вариант ответа. (3 балла)
2. Поясните в файле ответов, почему такие дома так называют? (5 баллов)
 - 1) прочный
 - 2) умный
 - 3) белый
 - 4) стерильный
 - 5) самовосстанавливающийся
 - 6) самовоспламеняющийся
 - 7) самоочищающийся
 - 8) скользкий
 - 9) съедобный
3. Что было куплено, дайте ниже правильный вариант ответа (картинка 1)? (3 балла)
4. В файле ответов укажите возможную формулу купленного вещества и дополнительно поясните, в чем может заключаться его полезная роль на картинке 1. (5 баллов)
5. В файле ответов опишите строение купленного вещества и напишите также уравнения реакций и превращений, происходящих с веществом на картинках комикса 2 и 3 (не жалко ему палец???), объяснив, стоило ли добавлять кислоту (и сколько примерно) или все же не стоило. (5 баллов)
 - 1) пестицид
 - 2) наркотик
 - 3) удобрение

* Примечание: в смысле, домовитый мужчина, ученый муж...

- 4) антибиотик
 - 5) гелеобразующий агент для гидропоники
 - 6) суперклея
 - 7) биологически активная добавка
 - 8) поверхностно-активное вещество
 - 9) анальгетик
 - 10) колония нанороботов
6. Из какого материала должен быть сделан шпатель, чтобы посинеть (картинка 4), выбирайте ниже один, самый правильный, ответ. (3 балла)
7. В файле ответов поясните, почему герой комикса вскричал "Эврика", когда увидел превращения на картинках 5 и 6. Что помогло ему опознать вещество (напишите реакции) и чем его особенно порадовал посиневший шпатель? При этом важно сказать, что именно представляет собой синь и что ей придает такой цвет, а также объяснить, почему "Калгон" дает такой желтый цвет. (15 баллов)
- 1) обязательно из железа
 - 2) можно из никеля
 - 3) из цинка (ну хотя бы оцинкованный шпатель!)
 - 4) из кобальта
 - 5) из марганца
 - 6) потенциально - из любого выше перечисленного материала
 - 7) этого материала тут нет
8. Для изготовления чего такого уникального в "новом доме" может быть использовано купленное вещество (еще не продающегося в наших магазинах, но косвенно имеющего отношение к наноматериалам)? (3 балла)
9. В файле ответов объясните принцип действия и создаваемый в "новом доме" эффект от использования предлагаемого устройства (изделия), указав, какие еще вещества и материалы следует применить. (10 баллов)
- 1) потолка
 - 2) пола
 - 3) дверей
 - 4) кухонного стола
 - 5) плитки в ванной комнате
 - 6) окон
 - 7) бронеключа

ХII. Липофильная броня (химия)



В раствор, содержащий высококипящий органический растворитель и 5 грамм олеиновой кислоты, добавляется 1,67 мл пентакарбонила железа, который при температуре 130 градусов С подвергается разложению. Полученный продукт окисляется определенным окислителем до оксида железа (III). При этом образуются сферические частицы диаметром 10 нм.

1. Предложите в файле ответов Ваши варианты высококипящего растворителя и окислителя, обосновав это предложение. (5 баллов)
2. В файле ответов укажите также, что еще, кроме карбонила железа, можно было бы взять в качестве железо - содержащего реактива. (3 балла)
3. Рассчитайте, какая доля (в мол.%) исходно добавленной олеиновой кислоты уйдет на то, чтобы покрыть все частицы оксида железа плотным монослоем (считать, что поверхность частиц гладкая, они получаются с количественным выходом, площадь «посадочной площадки» одной молекулы олеиновой кислоты $46 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$, молярную массу олеиновой кислоты подсчитайте сами, плотность пентакарбонила железа 1.4664 г/см^3 , плотность самого оксида железа (III) 4.86 г/см^3). (7 баллов)
 - 1) 0.11
 - 2) 1.11
 - 3) 11.1
 - 4) 21

- 5) 25
- 6) 2.5
- 7) 0.25
- 8) 50
- 9) 100

ХIII. ДНК - пушка (химия)



“Много нынче про золото говорят”, - решил юный химик Вася и решил исследовать свойства этого металла. Взяв фамильную золотую сковородку, Василий поскрёб её напильником и опилки растворил в царской водке. Полученный раствор Вася несколько раз упарил с дистиллированной водой для получения чистого вещества А. Обработав раствор избытком гидразина, Вася получил сферические золотые наночастицы диаметром 10 нм. При получении наночастиц выделялся газ. Объём раствора составил 5 мл при концентрации частиц $6,026 \cdot 10^{-8}$ моль/л. Вася дополнительно стабилизировал наночастицы, обработав их меркаптоэтанолам. Далее он разделил раствор пополам и часть использовал для стрельбы из ДНК-пушки. У “дульного среза” скорость наночастиц составляет 20 м/с. Вторую половину раствора Вася израсходовал для печати наноконтактов на перспективном нанопроцессоре. Для этого он создал специальный полимер, покрыл им полированную кремниевую пластину диаметром 15 см и равномерно распределил остаток раствора на этой поверхности. После высыхания воды Вася получил несмываемый слой равномерно размещённых на поверхности наночастиц. Прокалив его в инертной атмосфере при 900°C , он припаял золотые контакты. Плотность золота равна $19,32 \text{ г/см}^3$.

1. В файле ответов запишите уравнения произошедших реакций. (5 баллов)

2. Рассчитайте расстояние между наночастицами контактов, если наночастицы распределены абсолютно равномерно, найдите правильное значение из ниже перечисленных. (5 баллов)

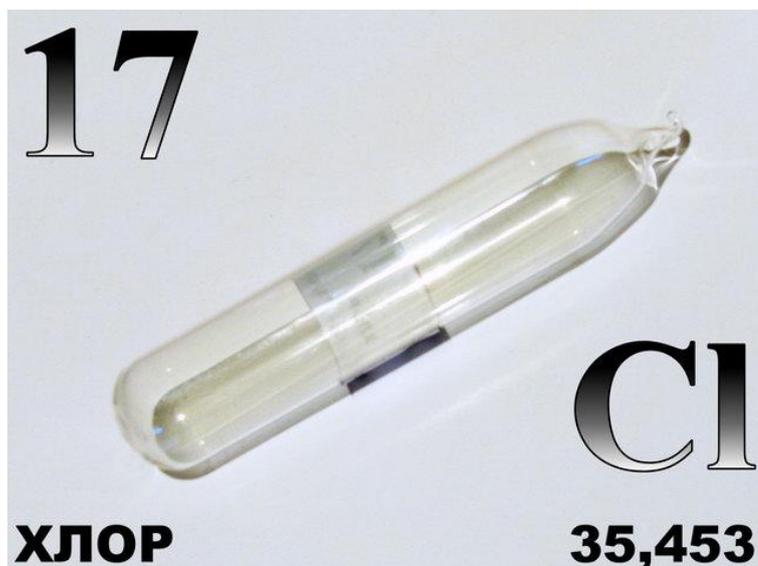
- 1) 5 нм
- 2) 7 нм
- 3) 9 нм
- 4) 11 нм
- 5) 120 нм
- 6) 125 нм
- 7) 256 нм
- 8) 301 нм
- 9) 356 нм

3. В файле ответов напишите, для чего используется ДНК-пушка? (3 балла)

4. Определите кинетическую энергию летящих из ДНК-пушки наночастиц в Джоулях на 1 частицу. (2 балла)

- 1) 1.1
- 2) 187
- 3) $2.02 \cdot 10^{-18}$
- 4) $1.05 \cdot 10^{-18}$
- 5) $2,95 \cdot 10^{-23}$
- 6) $2,05 \cdot 10^{-13}$
- 7) $6.6 \cdot 10^{-11}$
- 8) 75 мДж
- 9) 19 нДж

XIV. Хлорирование (химия)



Среди первых реакций фуллеренов были реакции их галогенирования. До недавнего времени, однако, было описано только одно полихлорпроизводное фуллерена C₆₀ (A), содержащее 22.8% хлора по массе.

1. Определите молекулярную формулу этого соединения. (2 балла)

- 1) C₆₀Cl₁
- 2) C₆₀Cl₂
- 3) C₆₀Cl₃
- 4) C₆₀Cl₄
- 5) C₆₀Cl₅
- 6) C₆₀Cl₆
- 7) C₆₀Cl₇
- 8) C₆₀Cl₈
- 9) C₆₀Cl₁₂
- 10) C₆₀Cl₁₆

Состав соединений такого типа обычно определяют с помощью метода масс-спектрометрии. Суть этого метода заключается в испарении заряженных частиц, образующихся при облучении вещества потоком высокоэнергетических электронов, в высоком вакууме. Если к стенкам вакуумированной камеры приложить разность потенциалов, положительно заряженные частицы движутся к катоду, а отрицательно заряженные – к аноду, причем скорость движения зависит от их массы, что позволяет определять отношение массы частицы m к ее заряду z (m/z). В некоторых методах масс-спектрометрии получают только молекулярные ионы (ионы, образующиеся при удалении из молекулы одного электрона), в других также детектируются ионы, образующиеся при распаде молекулярного иона.

В случае фторфуллеренов масс-спектры относительно просты, поскольку фтор в природе существует в виде единственного изотопа ^{19}F , а углерод примерно на 99% состоит из изотопа ^{12}C . Но если в анализируемое соединение входит элемент, присутствующий в природе в виде нескольких изотопов, то вместо одного пика получается несколько, причем их интенсивность определяется относительным содержанием каждого изотопа. Например, в продукте присоединения к фуллерену C_{60} одного эквивалента дибромкарбена : CBr_2 (В) молекулярному иону будут соответствовать три пика в соотношении примерно 1:2:1.

2. Укажите, выбрав ниже правильный вариант, величины m/z для молекулярного иона В. (3 балла)
3. В файле ответов укажите, сколько пиков соответствуют молекулярному иону соединения А. Какой пик имеет наибольшую интенсивность (укажите значение m/z и обоснуйте Ваш выбор расчетами). (7 баллов)

- 1) 170, 172 и 174
- 2) 454, 456 и 458
- 3) 730, 732 и 734
- 4) 768, 770 и 772
- 5) 802, 804 и 806
- 6) 890, 892 и 894
- 7) 904, 906 и 910
- 8) 948, 950 и 952
- 9) 974, 976 и 978
- 10) 996, 998 и 1001

XV. По поводу пузырей... (биология, начинающие)



Мы очень любим мыльные пузыри. Они такие большие, медленно плывут по воздуху, переливаются радужными красками! А теперь представьте, как биолог, мыльные пузыри

"наоборот". То есть, что они плавают в воде, могут быть достаточно маленькими, играть большую роль в жизни нашего организма, да и радужных переливов на них не бывает.

1. В файле ответов укажите, что ЭТО такое, как ОНО называется? (2 балла) Что общего у мыльных пузырей и ЭТОГО? (1 балл) Какое ОНО имеет строение? (2 балла) Как можно приготовить ЭТО в лаборатории, дома, на производстве? (2 балла) А почему все-таки на ЭТОМ не может быть цветных разводов, и откуда они берутся на мыльных пузырях? (2 балла)
2. Ниже дайте самый правильный (самый естественный и вероятный) вариант ответа, зачем нужно ЭТО готовить (2 балла)?
 - 1) для создания космических аппаратов
 - 2) для работы ГЛОНАС
 - 3) для мытья волос в парикмахерской
 - 4) для создания омолаживающей косметики
 - 5) для создания автомобильных шампуней
 - 6) для приготовления изотонических растворов
 - 7) для создания кровоостанавливающих повязок
 - 8) для разработки рецептур пероральных болеутоляющих средств
3. В файле ответов дополнительно напишите, как ЭТО можно использовать? (3 балла)

XVI. Фармакопея (биология, начинающие)



Вы создали новые лекарственные препараты: (1) мазь для наружного применения; (2) капсулы для перорального приема и (3) раствор для внутривенного введения. Препараты содержат (а) наночастицы серебра и (б) углеродные наночастицы.

1. Дайте в файле ответов рекомендации, какие испытания и исследования действия этих препаратов следует провести перед тем, как выпускать в продажу? (3 балла)

2. Какие свойства клеток и каких именно клеток наиболее вероятно будут изменяться под действием созданных препаратов? (2 балла)
3. Предположите (укажите вариант ниже), какие клетки и ткани могут взаимодействовать и накапливать указанные наночастицы. (2 балла)
- 1) клетки головного мозга
 - 2) красные кровяные тельца
 - 3) фибробласты
 - 4) эпидермис
 - 5) иммунные клетки, клетки кишечных ворсинок
 - 6) клетки костного мозга

XVII. Шепот (биология, начинающие)

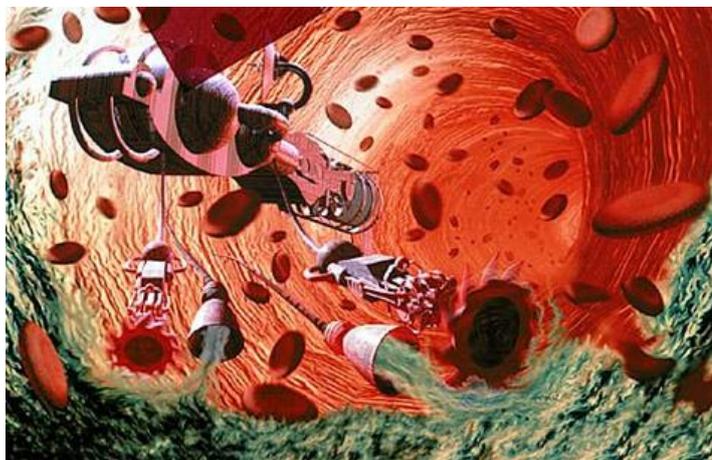


Известно, что соседние клетки одной ткани «перешептываются», передавая «шепотинки» друг другу. В компанию «шепчущихся» принимают только тех, у кого есть специальные нано-приспособления для этого. Причем, если в цитоплазме одной из клеток повысится концентрации Ca^{2+} , соседние обижаются на нее и временно перестают с ней «шептаться».

1. Что за шепот имеется ввиду, укажите ниже правильный вариант. (2 балла)
- 1) передача химических веществ из клетки в клетку через щелевые контакты
 - 2) ультразвуковые колебания
 - 3) инфразвуковые колебания
 - 4) электромагнитные колебания
 - 5) передача фотонных импульсов при хемолуминесценции
 - 6) передача тепловых колебаний (фононов)
 - 7) высокочастотные колебания
 - 8) гравитационные колебания
 - 9) упругие колебания окружающей среды

- 10) обмен фосфолипидными мембранами
2. В файле ответов опишите, как клетки шепчутся, какие «шепотинки» могут передаваться из клетки в клетку? (3 балла)
3. Какими наноструктурами обеспечивается такой шепот? (2 балла)
4. Что происходит при повышении концентрации Ca^{2+} в одной из клеток? (4 балла)

XVIII. Нанотела (биология)

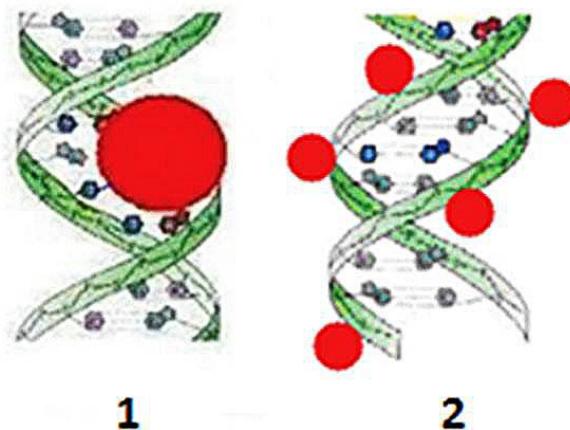


Наноалмаз, наноуглерод, нанокластеры... Чего только не придумали с приставкой "нано"! Очень много терминов родилось и умерло за это время, хотя кое - какие заслуженно (или незаслуженно) остались.

1. А вот что такое нанотела, укажите наиболее подходящий вариант ниже. (2 балла)
- 1) нанороботы ("серая слизь")
 - 2) любые наночастицы
 - 3) наночастицы округлой формы
 - 4) изолированные наночастицы
 - 5) вирусы ("зеленая слизь")
 - 6) глобулярные белки
 - 7) переменные части «упрощенных» антител
 - 8) красные кровяные тела
 - 9) фагоциты
 - 10) везикулы
2. В файле ответов укажите, в каком виде они встречаются в природе, если они там есть, если их там нет, то укажите, где их можно найти. (2 балла)
3. Опишите в общем виде схему их получения, если она уже существует. (1 балл)
4. Каковы возможные применения нанотел, в чем их преимущества и недостатки по сравнению с функциональными аналогами? (3 балла)

5. Сравните их свойства (стабильность, растворимость, биодоступность, время жизни в организме). (2 балла)
6. Как нанотела можно «спрятать» от иммунной системы организма? (2 балла)
7. Для лечения каких заболеваний целесообразно применять нанотела: ангины, гриппа, неспецифического язвенного колита, себореи, сахарного диабета, серповидно-клеточной анемии, системной красной волчанки, чего-то еще? Ответ поясните. (4 балла)

XIX. Потенциальный антиоксидант (биология)



Вещество X, размеры молекул которого находятся в нанодиапазоне, давно привлекает исследователей как потенциальный протектор от ионизирующего излучения и антиоксидант. Подтверждением тому является большое число статей в журналах о наномедицине, посвященных свойствам данного вещества. Известно, что X содержит 63,83% углерода, 2,15% водорода, 34,02% кислорода по массе (молярная масса <math><1300\text{ г/моль}</math>) и синтезируется из самого известного соединения этого класса веществ Y в две стадии. X не содержит связей C-H. Предполагают, что X может связываться как с большой канавкой ДНК, так и с ее полифосфатным остовом (см. рисунок).

1. Определите молекулярную формулу X, выбрав ниже подходящий вариант. (2 балла)
2. В файле ответов назовите вещество, приведя расчеты. (3 балла)
3. Укажите в файле ответов, почему молекула X может располагаться только в большой, но не малой канавке ДНК? (2 балла)
4. В файле ответов объясните, при помощи какого типа связей формируются комплексы X-ДНК, представленные на рисунке, и почему именно эти связи участвуют во взаимодействии? (2 балла)

5. При приготовлении водных растворов X для внутривенного введения к ним приходится добавлять поверхностно-активные вещества. В файле ответов поясните, зачем так делают. (2 балла)
6. В файле ответов дополнительно укажите, каковы возможные препятствия к использованию X в медицинской практике. (2 балла)
- 1) $C_{10}H_{66}O_2$
 - 2) $C_{13}H_{34}O_{13}$
 - 3) $(CHO)_n$
 - 4) $C_{2n}H_{2n+2}O_{3n}$
 - 5) $(C_{15}H_6O_6)_n$
 - 6) CH_3COOH
 - 7) C_2H_5OH
 - 8) $C_{24}H_{48}O_{32}$

XX. Гулливеры и лилипуты (биология)

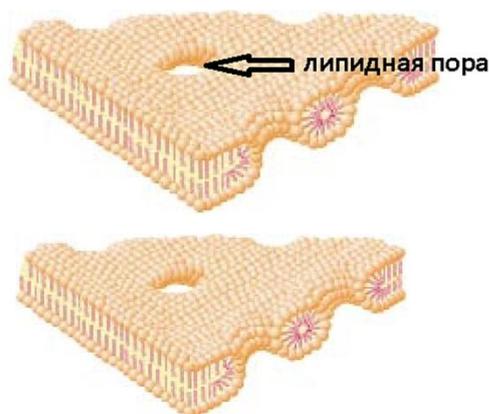


В известном вам всем произведении про путешествия Гулливера говорится, что существуют лилипуты – уменьшенные, но точные копии людей. А так ли это в мире вирусов?

1. Назовите и опишите в файле ответов размер, особенности, происхождение названия, вызываемые заболевания для «Гулливера» и самых маленьких «лилипутов» мира вирусов. (0,5 балла за каждый корректный пример) Можно ли «лилипутов» считать уменьшенными копиями «Гулливера»? Почему? (1 балл)
2. Укажите в файлах ответов, в чем «Гулливер» похож на бактерии и чем отличается от них? (1 балл)

3. Как известно, вирус настолько простая форма жизни (хотя споры о том, являются ли вирусы живыми, ведутся до сих пор), что не может существовать самостоятельно, без организма-«компаньона». Объясните в файле ответов, может ли вирус сам стать таким «компаньоном» и содержать «приживал»? (1 балл) Если да, то как «компаньоны» и «приживалы» связаны с «Гулливером» и «лилипутами», рассмотренными в первом задании? Ответ обоснуйте в файле ответов. (2 балла)
4. В отличие от большинства вирусов, некоторые из «лилипутов» мира вирусов, попадая в клетку, не в состоянии даже запустить сборку вирусных частиц. Так, один из них, попадая в клетку и встраиваясь в ДНК, не может запустить процесс сборки вирусных частиц до некоторого события в жизни клетки. Что это за событие? (1 балл)
5. Если такой запуск синтеза, в конечном счете, может приводить к гибели клетки, где этот вирус может быть использован? (2 балла)
6. Другой вирус-«лилипут» не может ни самостоятельно запустить свой синтез, ни самостоятельно встраиваться в ядро клетки. Что должно произойти, чтобы начался синтез вирусных структур? (1 балл)
7. Где может быть использован второй вирус, укажите нужный вариант ниже. (2 балла)
 - 1) в пищевой промышленности
 - 2) для разведения грибов
 - 3) в качестве отравляющего вещества
 - 4) вектор в генной инженерии
 - 5) для очистки водоемов
 - 6) для уничтожения разливов сырой нефти
 - 7) в солнечных батареях

XXI. Дырявая мембрана (биология - физика).



Основная функция мембраны живой клетки – отделять внутриклеточное содержимое от окружающей среды (защитная или барьерная функция). Если в мембране возникают дефекты типа сквозной гидрофильной поры, ее барьерная функция нарушается, что может привести к гибели клетки. Однако если размер поры невелик, то она самопроизвольно «схлопывается», а целостность мембраны восстанавливается.

1. Напишите в файле ответов, какие факторы могут привести к образованию сквозной гидрофильной поры (сквозного отверстия в мембране). (1 балл)
2. Судьба поры зависит от ее радиуса. Критический радиус липидной поры в мембране (пограничное значение радиуса, определяющее будет ли пора увеличиваться или она схлопнется) зависит от краевого натяжения поры и поверхностного натяжения мембраны. Объясните в файле ответов, как зависит свободная энергия поры от ее радиуса? Выведите формулу для критического радиуса поры. (2 балла)
3. Какую форму должны иметь мембранные поры и почему? (1 балл)
4. Рассчитайте критический радиус липидной поры в отсутствие трансмембранного потенциала, приняв, что поверхностное натяжение боковой поверхности 10^{-3} Н, поверхностное натяжение липидного бислоя 0,3 мН/м, толщина липидной части мембраны 5 нм. (3 балла)
5. Как изменится критический радиус поры, если на мембране имеется разность потенциалов? (2 балла) Рассчитайте критический радиус поры при наличии мембранного потенциала, приняв удельную емкость мембраны $0.3 \cdot 10^{-2}$ Ф/м², потенциал 100 мВ, диэлектрическую проницаемость воды 80 Ф/м, диэлектрическую проницаемость мембраны 2 Ф/м, остальные параметры как в п.5. (3 балла)
4. Какое практическое применение могут иметь методы, вызывающие образование пор в мембране, выберите самый правильный вариант ниже. (3 балла)
 - 1) лечение вирусных инфекций
 - 2) электростимуляция размножения клеток
 - 3) подавление онкологических заболеваний
 - 4) получение "клеточного бульона"
 - 5) выделение цитоплазмы
 - 6) искусственное выделение хромосомного аппарата
 - 7) доставка плазмидной ДНК в генной инженерии, доставка наночастиц, электрослияние клеток
 - 8) улучшение клеточного "дыхания"

XXII. От атомов - к телам (физика)

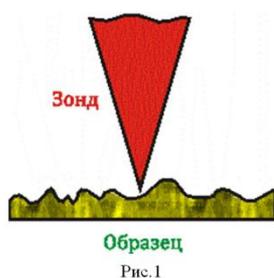


Рис. 1

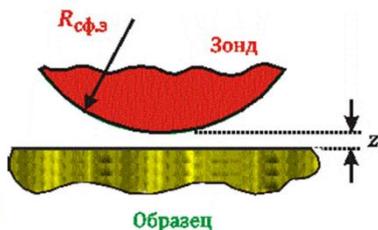


Рис. 2

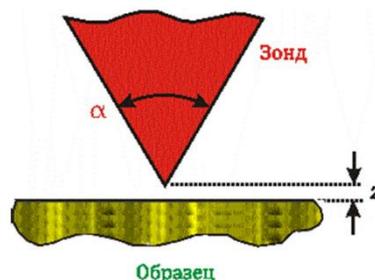


Рис. 3

Атомно-силовая микроскопия играет важную роль среди методов, применение которых к исследованию различных объектов и структур необходимо для того, чтобы развивать нанотехнологии. Поскольку в основе этого вида микроскопии лежит измерение локального взаимодействия твердотельного зонда с образцом, понимание того, как именно они взаимодействуют, необходимо для правильного использования атомно-силового микроскопа. Обычно, когда говорят о взаимодействии зонда с поверхностью, то упоминают потенциал Леннарда-Джонса, который описывает взаимодействие между незаряженными частицами. Один из членов выражения, описывающего потенциал Леннарда-Джонса, соответствует притяжению. Силы этого притяжения называются вандер-ваальсовыми.

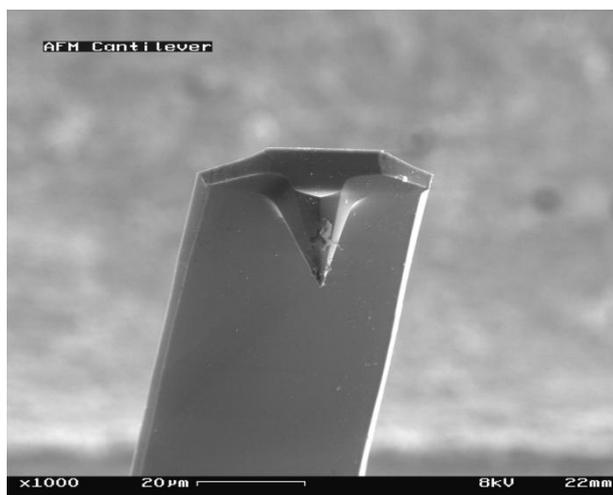
1. В файле ответов напишите формулу потенциала Леннарда-Джонса. (1 балл)
Назовите три основных взаимодействия, вносящих свой вклад в силы Ван-дер-Ваальса, укажите, в чем физический смысл каждого из этих взаимодействий. (2 балла)
Изобразите на одном графике потенциал Леннарда-Джонса и силу взаимодействия между частицами, вызванную потенциалом Леннарда-Джонса. В качестве аргумента используйте расстояние между частицами d . (2 балла)
2. Укажите другое, «жаргонное», название потенциала Леннарда – Джонса, выбрав один из вариантов ответов ниже. (2 балла)
 - 1) потенциал 6-12
 - 2) потенциал 7-40
 - 3) потенциал 5-13
 - 4) потенциал 8-42
 - 5) гравитационный потенциал
 - 6) кулоновский потенциал
 - 7) электростатический потенциал
 - 8) диффузионный потенциал

Потенциал Леннарда-Джонса, как уже говорилось, хорошо описывает взаимодействие между двумя частицами. Сами частицы при этом должны иметь размеры много меньшие,

чем расстояние между ними. Этот потенциал хорошо описывает взаимодействие отдельных атомов и молекул, а также силы, возникающие между ними. Однако в атомно-силовой микроскопии измеряются силы взаимодействия зонда и поверхности образца (см. рис. 1). Хотя зонд и образец состоят из отдельных атомов и/или молекул, они имеют вполне определенную форму. Эта форма, как и потенциал взаимодействия отдельных атомов или молекул, может оказывать влияние на силу взаимодействия между зондом и поверхностью образца.

3. Опишите в файле ответов, как зависит ван-дер-ваальсова сила притяжения между зондом и плоской поверхностью от расстояния z между ними в том случае, когда зонд имеет форму сферы радиусом R , который существенно больше z (см рис. 2), а потенциал взаимодействия частиц не зависит от того, где они находятся – на границе тела или в его глубине. Ответ обоснуйте. (2 балла)
4. Опишите в файле ответов, как зависит ван-дер-ваальсова сила притяжения между зондом и плоским образцом от расстояния z между ними в том случае, когда острие зонда имеет форму конуса, угол при вершине которого равен α (см. рис. 3). Считайте, что острие имеет бесконечно острую вершину, а потенциал взаимодействия частиц не зависит от того, где они находятся – на границе тела или в его глубине. Ответ обоснуйте. (2 балла)
5. Зонд атомно-силового микроскопа часто аппроксимируют конусом со сферической вершиной. Опишите в файле ответов, в каком случае при расчете ван-дер-ваальсовой силы притяжения между ним и плоским образцом можно пользоваться приближением сферического зонда, а в каком – конического? Обоснуйте свой ответ. (1 балл)
6. Укажите, в каком из ниже перечисленных случаев Ваши рассуждения будут, скорее всего, оставаться в силе. (3 балла)
 - 1) исследование «жесткого диска» иглой с напыленным слоем никеля
 - 2) атомно – биологическая микроскопия
 - 3) исследование кристалла сегнетовой соли проводящим зондом
 - 4) исследование твердости подложки алмазным зондом
 - 5) исследование слюды кремниевым кантилевером
 - 6) ближнепольная микроскопия
 - 7) гигантское комбинационное рассеяние в применении к нанообъектам

XXIII. Набор кантилеверов (физика)



Во всех вопросах этой задачи не требуется проводить точный расчёт, а нужно сделать лишь приближённую, простую оценку с использованием известных уравнений для упрощенных или модельных систем. Необходимые параметры материалов необходимо найти самостоятельно, когда они требуются.

В лаборатории имеется атомно-силовой микроскоп и набор кантилеверов, которые можно использовать при работе на этом микроскопе. Дано следующее описание имеющихся в наличии кантилеверов:

1. Проводящие бесконтактные кантилеверы NSC14, выполненные из кремния с различными вариантами покрытия (W_2C , Ti-Pt, Cr-Au). На каждой пластинке (чипе) размещено по одному прямоугольному кантилеверу. Резонансная частота таких кантилеверов примерно равна 160 кГц, а жесткость - 5 Н/м.
2. Проводящие контактные кантилеверы CSC17, выполненные из кремния с покрытием из W_2C . На каждой пластинке размещено по одному прямоугольному кантилеверу. Резонансная частота таких кантилеверов примерно равна 12 кГц, а жесткость - 0.15 Н/м.
3. Контактные кантилеверы CSC21 с покрытием из нитрида кремния (Si_3N_4). Задняя сторона кантилевера покрыта Al для лучшего отражения. Каждая пластинка содержит два треугольных кантилевера (по одному кантилеверу с каждой стороны). Резонансная частота таких кантилеверов примерно равна 12 и 105 кГц, а жесткость - 0.12 и 2 Н/м соответственно.
4. Бесконтактные кантилеверы NSC11 с покрытием из нитрида кремния (Si_3N_4). Задняя сторона кантилевера покрыта Al для лучшего отражения. Каждая пластинка содержит два треугольных кантилевера (по одному кантилеверу с каждой стороны). Резонансная частота таких кантилеверов примерно равна 60 и 330 кГц, а жесткость - 3 и 48 Н/м соответственно.

5. Бесконтактные кантилеверы NanoWorld из кремния. Задняя сторона кантилевера покрыта Al для лучшего отражения. Каждая пластинка содержит один прямоугольный кантилевер. Резонансная частота таких кантилеверов примерно равна 320 кГц, а жесткость - 42 Н/м.

1. В файле ответов по этим данным грубо оцените массу и объём каждого из кантилеверов, обосновав свое решение и сделанные упрощения. (5 баллов)
2. Ниже укажите правильный порядок величин оцененных в Вашем решении объемов кантилеверов (в кубических метрах). (3 балла)

- 1) -1...-2
- 2) -7...-8
- 3) -9...-10
- 4) -11...-12
- 5) -13...-14
- 6) -14...-15
- 7) -16...-17
- 8) -18...-19
- 9) -20...-21
- 10) -22...-24

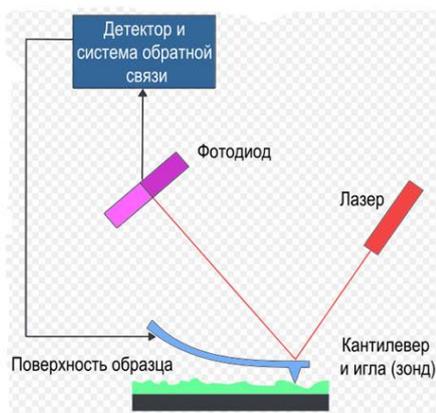


Рис. 1. Схема работы сканирующего атомно-силового микроскопа.

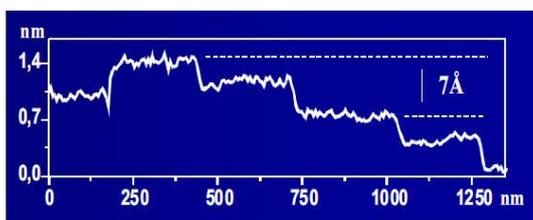


Рис. 2. Результат сканирования рельефа поверхности графита. По горизонтальной оси отложена горизонтальная координата (в нанометрах), а по вертикальной оси — высота, отсчитанная от некоторого произвольно выбранного нулевого уровня. На графике показан также перепад высот, равный 7 ангстрем, или 0,7 нм.

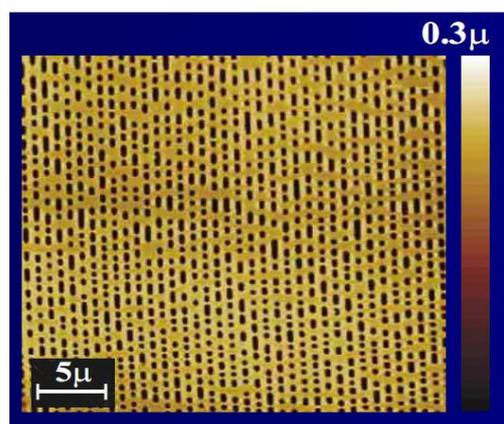


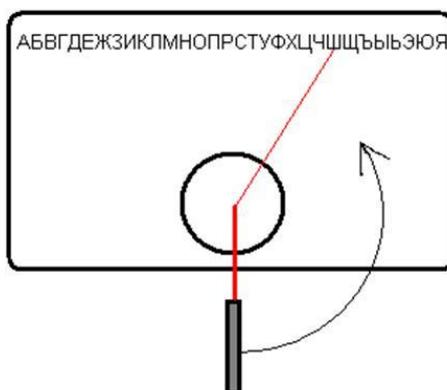
Рис. 3. Результат сканирования рельефа поверхности графита в масштабе микрон (μ). На цветовой шкале показано соответствие цвета изображения участка образца и его высоты над нулевым уровнем (подобно тому, как на географических картах цветом обозначается высота местности над уровнем моря).

Сканирование поверхностей с помощью атомно-силового микроскопа производится по стандартной схеме (см. рис. 1). Отклонение балки кантилевера регистрируется

оптическим датчиком. Сигнал с фотодиода регистрируется аналого-цифровым преобразователем с частотой дискретизации $f = 20$ кГц. С помощью этого микроскопа требуется изучить рельеф поверхности образца, состоящего из графита. Сканирование было произведено, и результат сканирования некоторого участка показан на графике (рис. 2). На рис. 3 изображён результат сканирования в более крупном масштабе (в масштабе микрон).

3. В файле ответов опишите, какие из имеющихся кантилеверов подходят для такого сканирования. Для каждого кантилевера оцените максимально возможную скорость сканирования (максимальную скорость смещения кантилевера относительно образца в горизонтальном направлении, при котором можно получить изображения такого разрешения). Оцените также минимальное время, за которое можно просканировать подобный образец размером 50×50 мкм. (5 баллов)
4. Так какие кантилеверы лучше использовать для решения предыдущего вопроса? (3 балла)
 - 1) 1 и 5
 - 2) 1 и 4
 - 3) 1, 2, 3, 4, 5
 - 4) 4 и 5
 - 5) 2 и 3
 - 6) 1, 2, 5
 - 7) 1 и 2

XXIV. Хитрый шпион (физика)



Агенту 113478 было скучно. Его не посылали похищать сверхсекретную информацию, не внедряли в логово мафиозных кланов и противостоящих разведок. Для того, чтобы не

терять форму, он решил составить послание связному, причём сделать его традиционно необычным.

Исключительно от скуки он изготовил хрустальный шар, внутри которого заключил очень тонкие полоски золота. Добавив к шару чёрную мантию, колпак, спиритический алфавит, пару чучел ворон и сушёную лягушку, а также забросив сверху красную лазерную указку, он отправил это всё посылкой связному.

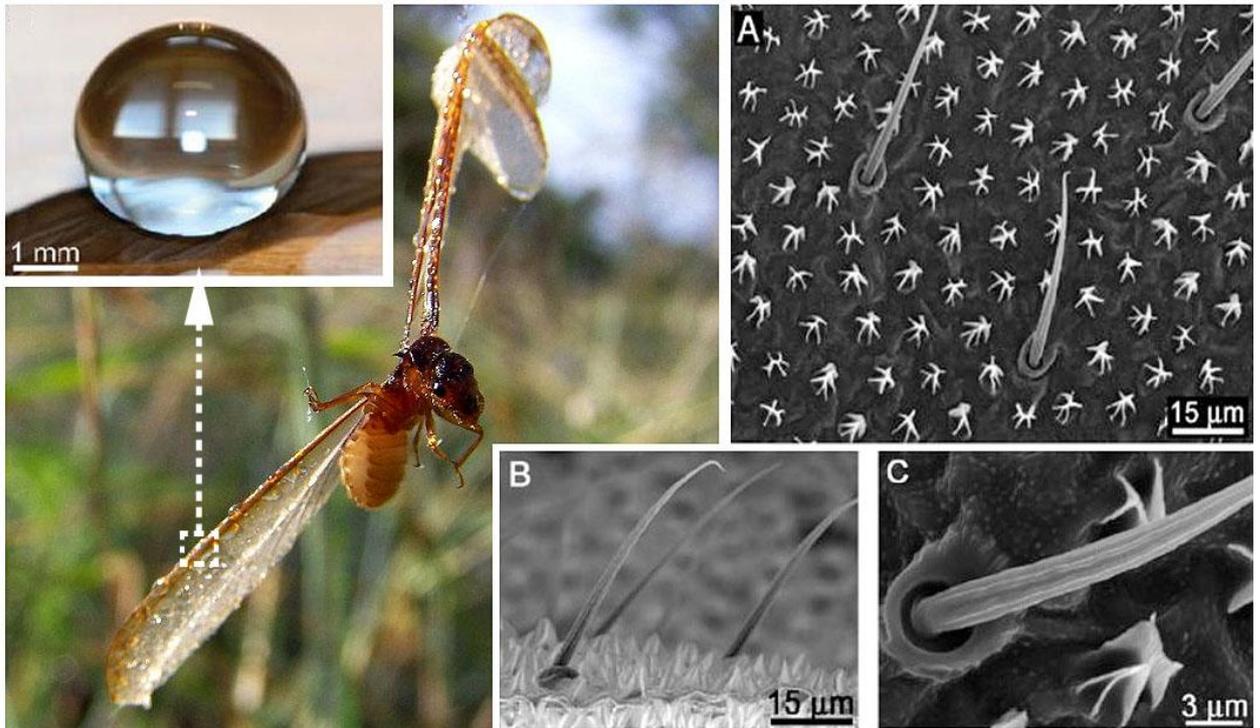
Связному тоже было скучно, и, надо признать, что подобной посылки он ждал с нетерпением. Слегка обалдев после распаковывания ящика, связной надел мантию, колпак, расставил алфавит, ворон и лягушку. В центр он водрузил хрустальный шар и начал думать. Подумав, он сделал рентгеновский снимок шара. На рентгене он обнаружил нечто такое, что, обругав себя последними словами, порвал снимок. Затем связной взял лазерную указку и направил её луч на шар. Помимо обычной игры хрусталя, он заметил отчётливый луч, отразившийся от чего-то внутри шара. Это его заинтересовало, и связной начал поворачивать указку. Вдруг луч исчез, но после изменения положения указки появился снова! Связной заново водрузил шар в центр спиритического алфавита и начал перемещать указку по кругу, как изображено на рисунке.

По мере поворота указки луч послушно перетекал с одной буквы на другую, но на одну из букв он не отражался вообще! Переместив указку на несколько миллиметров выше, связной получил отсутствие отражения на другую букву. Ещё выше из отражения выпала третья. Догадавшись, на каком принципе было основано послание агента, связной довольно быстро его расшифровал.

1. В файле ответов поясните, какие из присланных предметов были необходимы для чтения послания, а какие – нет. *(1 балл)*
2. Что увидел на рентгеновском снимке связной? *(1 балл)*
3. Что было бы, если бы связной взял зелёную лазерную указку? *(2 балла)*
4. В каком случае плотность записи информации выше: при использовании красной или зелёной указок? *(1 балл)*
5. Можно ли записывать информацию в разных направлениях, меняя угол падения луча не только в горизонтальной, но и вертикальной плоскостях? *(2 балла)*
6. Предложите способы введения золотых нанопластинок в массив хрусталя. *(2 балла)*
7. Почему луч лазерной указки при определённом положении не выходил из хрустального шара? Как называется это явление? *(3 балла)*
 - 1) гигантское комбинационное рассеяние
 - 2) дифракция

- 3) интерференция
- 4) полное внутреннее отражение
- 5) преломление света
- 6) фотохимическое взаимодействие
- 7) поверхностный плазмонный резонанс

XXV. Очень хитрые термиты (физика)



Природа многогранна и полна загадок. Мы познали только самые простые её законы, и она готова каждый раз преподнести человечеству новые открытия. Так, давно подмечено, что многие растения и животные часто используют интересный эффект, который помогает сохранять, например, листья или же крылья «сухими». Они не промокают «насквозь», что позволяет веткам не ломаться под тяжестью листвы, а насекомым и птицам перелетать с места на место в сильный дождь или даже ходить по воде!

1. В файле ответов укажите, о каком эффекте идёт речь. (1 балл)
2. В каких областях науки и техники данный эффект может найти потенциальное применение? Перечислите не менее пяти различных применений с обоснованием. (до 3 баллов)

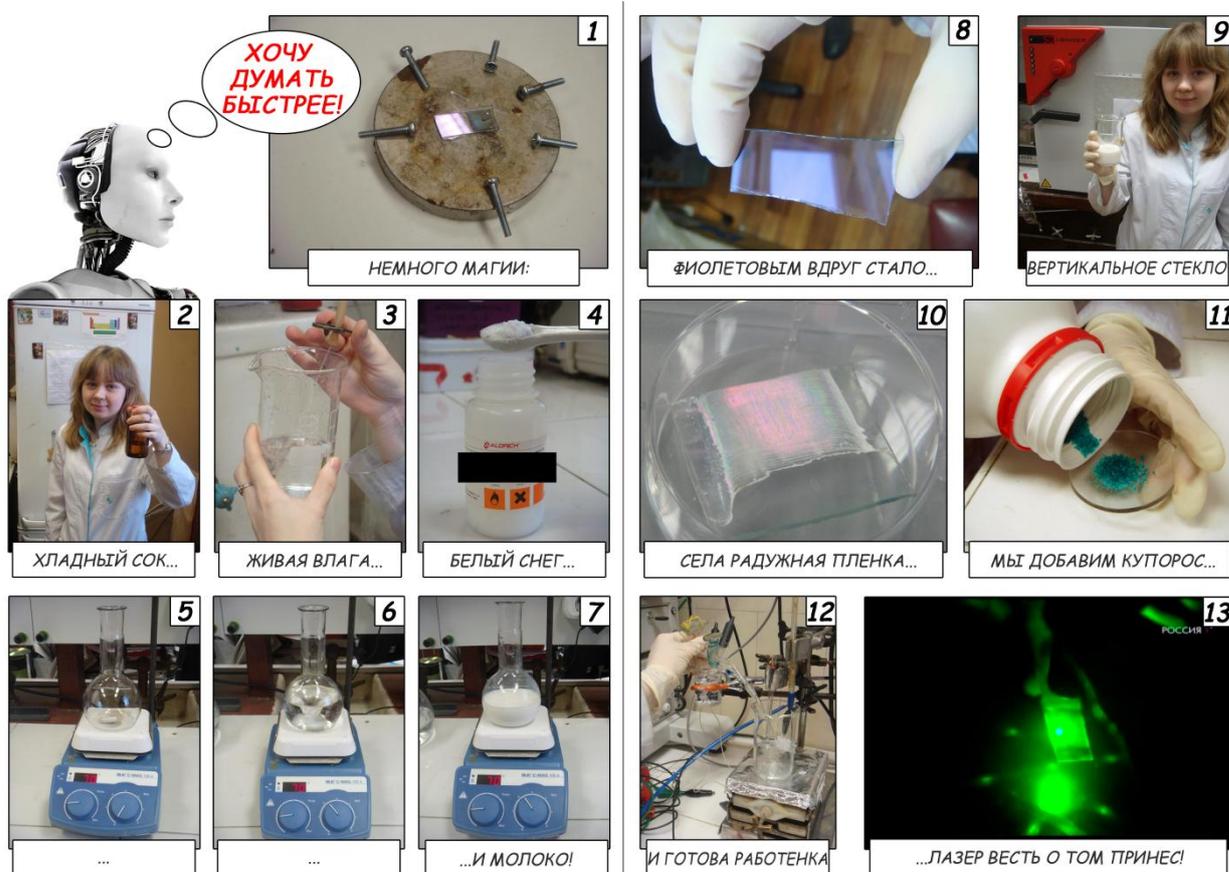
Группа учёных, изучая строение крыльев термитов, столкнулась с подобным эффектом, который, как оказалось, имеет более удивительную, сложную и многогранную природу, нежели это считалось ранее. На рис. 1 приведены оптические фотографии крыльев

термитов разных видов с каплями воды на их поверхности. На рис. 2 приведены фотографии тех же крыльев при существенно больших увеличениях.

3. Оцените в файле ответов, на какую величину волоски на поверхности крыльев должны прогнуться под тяжестью капли воды на рис. 1, если жёсткость одного волоска, определённая с помощью атомно-силовой микроскопии, равна $0,172 \text{ Н/м}$. Решение приводить на основе предоставленных в этой задаче иллюстраций и данных. *(5 баллов)*
4. В файле ответов объясните также, как будет влиять нанесение на волоски различных тонких и толстых покрытий на их смачивание волосков водой. *(3 балла)*
5. На рис. 2 кроме волосков присутствуют и другие элементы. Предположите, каким образом эти элементы могут влиять на несмачиваемость крыльев термита. Желательно в ответе, помимо описания, привести и схематический рисунок. *(3 балла)*
6. Ниже укажите правильный вариант ответа по поводу линейного изменения волосков под весом капли (наиболее близкий к полученному Вами по величине) *(3 балла)*.
 - 1) 1 нм
 - 2) 7 нм
 - 3) 20 нм
 - 4) 90 нм
 - 5) 530 нм
 - 6) 3 микрона
 - 7) 7 микрон
 - 8) 9.5 микрон

Теоретический тур для студентов, аспирантов, молодых ученых (2011)

I. Светлое будущее IT – технологий



Как говорят, "электрон так же неисчерпаем, как и атом", но вот кремниевая микроэлектроника, как предполагают, медленно ползет к своему закату. Именно поэтому девушка Н. на картинке день за днем разрабатывает новые удивительные материалы, которые могут, в частности, совершить (пока гипотетически) чудеса, особенно в IT - области. На фотографиях почти полностью представлена "рецептура", которую девушка Н. использует для получения прототипов изделий, типа тех, что показаны на рисунке 1. Рецептuru условно названа "магией", потому что она многостадийна, местами капризна, туманна и зависит от "человеческого фактора", а в результате получаются изделия, обладающие целым набором необычных свойств.

1. Перечислите и объясните в файле ответов "чудеса", которые "магия" (материалы, подобные изображенным на рис.1) может сотворить в области IT - технологий (записи, хранении, передаче, обработке, трансформации информации, создании процессорных и прочих важных систем). (до 5 баллов за подробный ответ с пояснениями)

2. Укажите в файле ответов, какие известные физические явления могут быть вовлечены в функциональность темного изделия на рис.1 в отличие от радужного изделия на рис.10. (3 балла)
3. Предложите в файле ответов, из каких фундаментальных принципов почему - то полагается, что белый робот будет "думать быстрее". (3 балла)
4. Расшифруйте в файле ответов "рецептуру", снабдив, где требуется, Ваши пояснения формулами и уравнениями. В частности, предположите, что за жидкость была взята и почему она хранится в холодильнике (рис.2) (1 балл), требует ли специальной подготовки жидкость на рис. 3 (1 балл), что за вещество, напоминающее белый снег, и какова его роль в процессе (рис. 4) (1 балл).
5. Почему в процессе, показанном на рис. 5-7, образуется именно "молоко"? (2 балла)
6. Что собой представляет, зачем взято "фиолетовое стекло" и почему оно, собственно, фиолетовое (рис. 8). (3 балла)
7. Что за устройство изображено, по-Вашему, за спиной у девушки Н. на рис.9 и почему оно способствует получению радужной пленки? (2 балла)
8. Почему пленка радужная (рис. 10)? (1 балл)
9. Что за купорос был взят и зачем (рис.11)? (1 балл)
10. Что за устройство показано на рис. 12, какие у него основные компоненты и зачем девушка Н. держит странную трубку в руках? (3 балла)
11. Можно ли из представленных на рисунке данных определить, в какой ориентации растет "радужная пленка" и примерно из каких по размеру и форме элементов она состоит, если можно, подтвердите это (полу)количественными расчетами в файле ответов? (5 баллов) Поясните там же, как будут влиять дефекты структуры на конечные функциональные характеристики. (3 балла)
12. Предположите в файле ответов, а что полезного (и нового в отношении свойств) можно получить, если вместо процедуры на рис. 11-12 использовать для получения изделия, подобного тому, что показано на рис.1, квантовые точки, суперпарамагнитные наночастицы, наночастицы золота? (3 балла)
13. Какой из методов, перечисленных ниже, не может быть использован для получения обсуждаемого класса материалов? (3 балла)
 - 1) микросферная литография
 - 2) анодное окисление
 - 3) седиментация
 - 4) голографическая литография
 - 5) электрофорез

- 6) FIB-литография
- 7) ионная имплантация

II. Гигантский резонанс



Для создания новых высокоэффективных, сверхчувствительных анализаторов единичных биологических молекул с помощью гигантского комбинационного рассеяния необходимо решать задачи нанопозиционирования на специальных микрочипах. Рассмотрите в качестве примера задачу быстрого и контролируемого перемещения наночастицы золота диаметром 10 нм между двумя позициями на микрочипе отстоящими друг от друга на 500 нм (в одну из этих позиций сфокусирован лазерный пучок).

1. В файле ответов предложите наилучшие на Ваш взгляд способы реализации такой системы, используя любые современные технологии производства наноактюаторов. Учтите, что даже высокотехнологичные компании опираются на принцип – чем дешевле, тем лучше. *(5 баллов)*
2. В файле ответов сравните эффективность (КПД, время отклика, энергопотребление, точность перемещения) различных принципов нанопозиционирования (термо-, пьезо- или электростатического). Свой ответ поясните оценочными расчетами. *(5 баллов)*
3. В файле ответов опишите принцип усиления комбинационного рассеяния с помощью плазмонного резонанса и обсудите, с помощью каких наночастиц его лучше реализовать - сфер, кубиков, пластинок, наностержней, "ежей", агрегатов различной природы. *(5 баллов)*
4. В файле ответов оцените оптимальный размер частицы золота для наиболее эффективного возбуждения колебаний хлорофилла, гемоглобина. *(3 балла)*
5. В файле ответов предложите метод определения окисленной и восстановленной форм гемоглобина с помощью гигантского комбинационного рассеяния. *(3 балла)*

Для каких медицинских целей можно использовать такой метод анализа?
Приведите в файле ответов примеры. (3 балла)

6. Дайте один из наиболее подходящих вариантов объяснений (ниже), почему ГКР с наночастицами золота может быть использовано для анализа биологических структур внутри живых клеток. (3 балла)

- 1) из-за эндоцитоза наночастиц тяжелых металлов живыми клетками
- 2) из-за резонансного переноса энергии
- 3) из-за поляризации электромагнитного излучения наночастицами с плазмонным резонансом
- 4) из-за экранирования наночастицами лазерного излучения, разрушающего биологические молекулы
- 5) из-за сорбции биомолекул на поверхности наночастиц ("экстракции", концентрирования за счет связывания)
- 6) из наличия "окна прозрачности" тканей для красного излучения, возбуждающего наночастицы золота
- 7) из-за декорирования биомолекул наночастицами золота через аминокислотные группы
- 8) из-за образования комплексов золота супрамолекулярной природы с природными биомолекулами

III. Монослой



Синтез монодисперсных наночастиц селенида кадмия в обращенных мицеллах по праву считается первой и наиболее удачной демонстрацией возможностей нанохимии. С 1992 года этот синтез повторила большая часть научных групп по всему миру, а на основе монодисперсных частиц, полученных данным способом, созданы самые разнообразные устройства, включая LED, микролазеры, позиционно чувствительные сенсоры, устройства хранения информации, транзисторы и многие-многие другие... Однако большинство реальных применений таких частиц требует формирования планарных массивов для

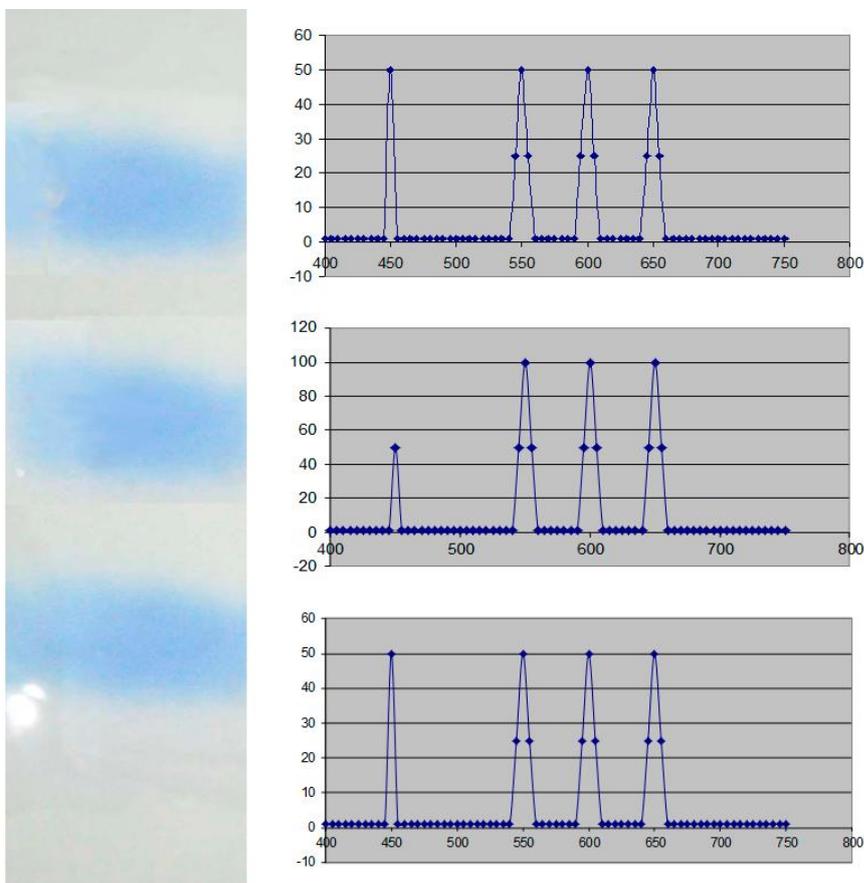
последующей интеграции с существующей технологией. Попробуйте и Вы сформировать подобную систему.

Для синтеза частиц олеиновую кислоту (4 ммоль) и ацетат кадмия (1 ммоль) растворяли в 10 мл дифенилового эфира и выдерживали при 140°C для удаления воды и уксусной кислоты. В полученный раствор при 180°C впрыскивали жидкость, полученную растворением селена (1 ммоль) в 1,54 мл триоктилфосфина. После этого реакционную смесь выдерживали при той же температуре в течение 10 минут, а затем охлаждали до комнатной температуры. При этом цвет растворов изменялся от прозрачного до темно-красного. К полученному раствору наночастиц приливали равное по объему количество ацетона, полученный осадок отделяли и промывали ацетоном. После этого полученные частицы редиспергировали в 10 мл гептана.

1. В файле ответов кратко опишите все протекающие процессы. (3 балла)
2. Объясните, чем обусловлено осаждение полученных наночастиц при добавлении ацетона и последующее их растворение в гептане, для чего используется данный эффект? (2 балла)
3. В файле ответов рассчитайте средний размер и дисперсию наночастиц CdSe, если максимум люминесценции соответствует 530 нм, а полуширина пика люминесценции составляет 10 нм. Стоксовым сдвигом можно пренебречь. (3 балла)
4. Нарисуйте общий вид фазовой диаграммы лэнгмюровской пленки наночастиц в зависимости от относительной площади посадочной площадки. (2 балла)
Рассчитайте количество раствора, необходимое для формирования монослоя наночастиц на поверхности лэнгмюровской ванны площадью 30 см², если выход наночастиц в реакции составил 90%. (1 балл)
5. Предложите (в необходимых деталях опишите) способ формирования монослоя наночастиц с использованием метода Ленгмюра-Блоджетт. (2 балла)
6. Какой реагент следует использовать для гидрофилизации полученных квантовых точек, укажите нужный вариант из приводимых ниже. (3 балла) В файле ответов поясните, почему именно этот реагент выбран. (2 балла)
 - 1) азотная кислота
 - 2) азид натрия
 - 3) хлорид натрия
 - 4) триметиламмония бромид
 - 5) гексанол
 - 6) бензол

- 7) концентрированный раствор щелочи
- 8) водный подкисленный раствор перманганата калия
- 9) бром в метаноле

IV. Наношпион



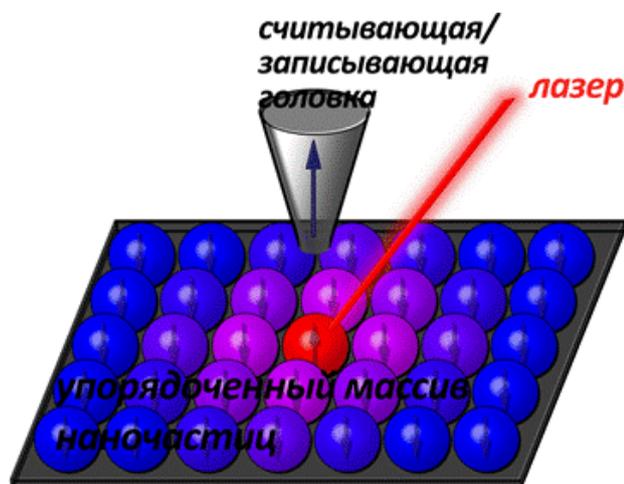
Секретный агент номер 113478, работающий в лаборатории нанотехнологий, заподозрил слежку. Его полностью перестали выпускать из помещения, отобрали телефон и доступ в Интернет, а также подло не позволяли писать письма молоком. Единственное, что ему разрешалось, это передавать образцы на анализ. Агент не растерялся и, тщательно подумав, разработал систему почты. Для этого он взял стирол, добавил к нему 2% дивинилбензола и поставил нагреваться на водяной бане при температуре 70°C. При достижении стабильной температуры он прибавил в три одинаковых раствора 1, 2 и 3 грамма инициатора, соответственно, и перемешивал 5 часов. Полученные коллоиды 113478 очистил диализом против 0,01М раствора гидроксида натрия. Затем он обработал полученные частицы спиртом, отцентрифугировал и обработал смесью хлороформа со спиртом. Через 15 мин прибавил растворы 4 разных квантовых точек в хлороформенно-спиртовой смеси. Перемешав полученные растворы, агент вылил их в избыток спирта и диализовал против этилового спирта. Затем он отделил квантовые точки центрифугированием. После этих манипуляций агент смешал три светящихся раствора и

передал на анализ. Связному он секретно шепнул пароль: “форез”. Связной 113479 отобрал каплю смеси и пронёс её в свою лабораторию. Там он провёл её электрофорез в 0,01% геле агарозы и получил рисунок, показанный выше.

Связной обратил внимание, что полосы в ультрафиолете светятся. Ради интереса он решил снять их спектры флуоресценции и получил очень интересные данные (тоже показанные на рисунке). Полученный результат его озадачил, но, проявив смекалку, он понял послание своего коллеги и передал его в центр. В центре эта идея понравилась, и агента оставили работать дальше, приказав впредь передавать сообщения таким же изощрённым способом.

1. В файле ответов опишите процессы, которые протекают в смеси стирола, дивинилбензола, инициатора (какого, например?) и воды при нагревании. (2 балла)
2. Что получается в результате? (1 балл)
3. Почему диализ проводился против раствора гидроксида натрия? (1 балл)
4. Что происходит при обработке смесью хлороформа со спиртом? (1 балл)
5. Можно ли её заменить на чистый хлороформ? (1 балл)
6. Почему на фореze появляются три полосы? (1 балл)
7. Зачем ему потребовалось 4 типа точек? (1 балл)
8. Какое послание передал в центр агент 113478 (3 балла)?
 - 1) меня раскрыли
 - 2) убейте меня!
 - 3) готовлюсь к побегу
 - 4) я работаю под контролем спецслужб
 - 5) спасите наши души
 - 6) иду ко дну
 - 7) у меня есть разведданные
 - 8) полный провал, сеть раскрыта
 - 9) внимание!
 - 10) стоп, машина!
9. Поясните в файле ответов, почему Вы так считаете (1 балл) и предположите, для чего на самом деле может быть полезна такая маркировка. (3 балла)

V. Магнитная память



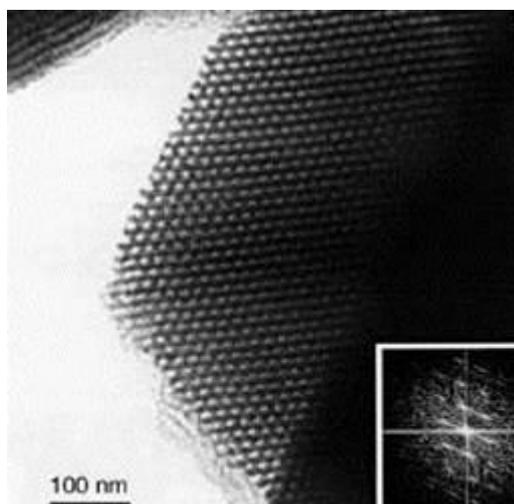
Еще в конце прошлого века компанией Seagate была предложена технология температурно-контролируемой записи информации на так называемых упорядоченных наноструктурированных магнитных средах. Данная технология основана на локальном разогреве отдельно стоящих магнитных частиц с помощью фокусированного лазерного излучения и последующем охлаждении частицы в слабом магнитном поле.

1. В файле ответов опишите, в чем состоит принцип температурно-контролируемой записи информации. (3 балла)
2. Объясните, почему реализация схемы температурно-контролируемой записи предполагает использование магнитных упорядоченных наноструктурированных сред, состоящих из однодоменных частиц. (2 балла)
3. В файле ответов рассчитайте критический размер перехода в однодоменное состояние чистых магнитных $3d$ металлов (Fe, Co, Ni) в форме стержней и дисков, обладающих фактором анизотропии 5 и $1/5$. (5 баллов) Необходимые данные найдите самостоятельно.
4. В файле ответов предложите варианты организации магнитных моментов гексагонально-упорядоченной системы стержней и дисков в размагниченной конфигурации. (3 балла)
5. Объясните, почему использование массивов частиц в форме магнитных дисков менее предпочтительно для применения в качестве сред хранения информации, чем использование магнитных стержней или колец. (2 балла)
6. В файле ответов оцените различия в энергии основного и намагниченного (параллельно оси частиц) состояния гексагонально-упорядоченной системы наностержней железа длиной 100 нм и диаметром 20 нм, отстоящих друг от друга на расстояние 50 нм. Краевыми эффектами можно пренебречь. (5 баллов)
7. Оцените энергию перемагничивания единичного наностержня. (3 балла)
8. Оцените вероятность спонтанного перемагничивания такой частицы. (2 балла)

9. Сегодня прототипы таких устройств, основанные на принципе перпендикулярной записи, показывают рекордные показатели плотности хранения информации, какие это примерно величины (в Тб/дюйм²)? (2 балла)

- 1) 0.01
- 2) 0.2
- 3) 2
- 4) 100
- 5) 250
- 6) 500
- 7) 750
- 8) 900

VI. Сита для молекул



Мезопористые алюмосиликаты – класс мезопористых материалов с плотнейшей гексагональной упаковкой пор, обладающих крайне высокой удельной поверхностью и являющихся одними из наиболее перспективных кандидатов на роль кислых носителей катализаторов. Сформировать такую структуру оказалось возможным с помощью темплатного метода, используя мицеллы различных поверхностно-активных веществ в качестве шаблона, на котором происходит сополиконденсация источников кремния и алюминия с образованием гелевой сетки. Удаление темплата из сформированного каркаса приводит к образованию упорядоченных полостей такого же размера и формы, как органическая мицелла.

1. В файле ответов предложите способы синтеза таких материалов. (2 балла)
2. Какой тип катализа следует использовать при синтезе, укажите вариант ниже. (2 балла)

- 1) окислительно - восстановительный

- 2) кислотный или основной
- 3) Циглера - Натта
- 4) с использованием производных циклопентадиенила
- 5) электрокатализ
- 6) ферментативный катализ
- 7) мицеллярный катализ

3. Поясните в файле ответов Ваши предложения и приведите уравнения реакций гидролиза и поликонденсации. (2 балла)

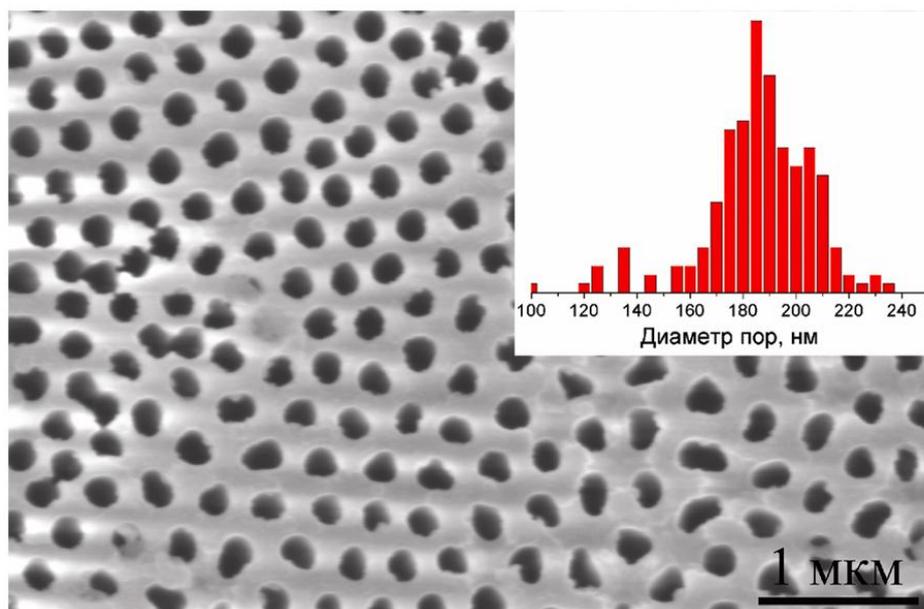
Образец	$2\theta(100)^\circ$	$w\%$	V_{ads} при $P/P_0=0.3$, cm^3/g
MCM-41	2,06	54,2	4,77
Si ₁₄ Al	2,15	50,1	4,72
Si ₁₁ Al	2,17	48,3	4,76
Si ₆ Al	2,21	43,5	4,74
Si ₃ Al	2,63	25,1	4,62
Si ₂ Al	2,74	18,8	4,57

$$\rho(\cdot Si_nAl) = 2.2 \cdot g \cdot cm^{-3}, \rho(ПАВ) = 1 \cdot g \cdot cm^{-3}. \text{Одна молекула } N_2 \text{ занимает площадь } A(N_2) = 0.16 \cdot nm^2.$$

4. По данным малоуглового рассеяния рентгеновского излучения и данным дифференциально-термического анализа рассчитайте среднее расстояние между порами и радиус пор мезопористых алюмосиликатов с различным содержанием алюминия. (3 балла) Углы отражения для первых дифракционных максимумов (длина волны 0.154 нм), а также относительная потеря массы (w , %) после удаления ПАВ приведены в таблице.
5. Рассчитайте удельные площади поверхности образцов и радиус пор по данным капиллярной адсорбции азота и дифференциально-термического анализа. (3 балла) Попытайтесь объяснить полученные зависимости радиусов пор и толщины стенок от содержания алюминия. (2 балла)
6. Установите зависимость удельной поверхности мезопористых систем от радиуса пор (считать, что стенки пор имеют одинаковую толщину, толщина стенки = 0,7 нм). (3 балла)
7. Какого типа для данного мезопористого алюмосиликата был выбран мицеллярный темплат? (2 балла)
 - 1) смектик
 - 2) нематик
 - 3) холестерик
 - 4) смесь нематика и холестерика
 - 5) смесь смектика и нематика
 - 6) термотропные жидкие кристаллы

- 7) глобулы
- 8) разупорядоченные мицеллы

VII. Нанофильтры



Микроструктура мембраны анодного оксида алюминия (на вставке к рисунку показано распределение пор по размерам).

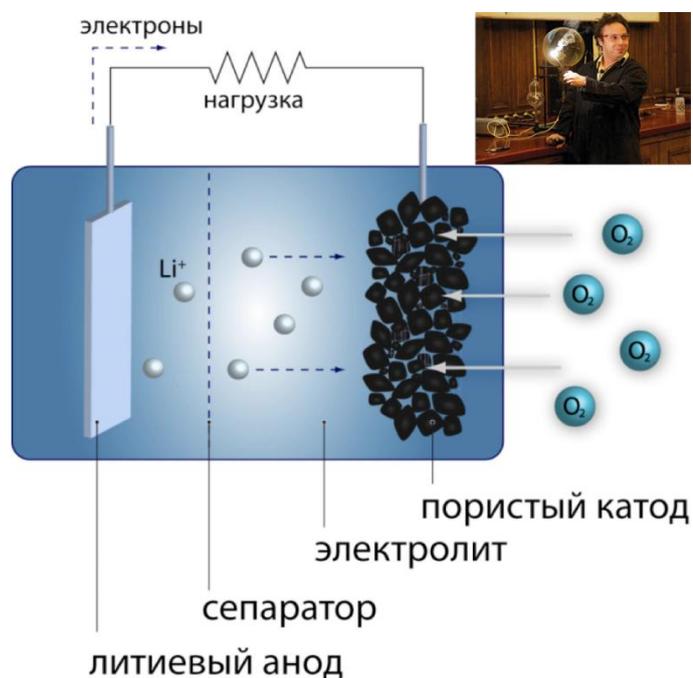
Анодный оксид алюминия (АОА) синтезируют методом электрохимического окисления металла в кислой среде при $\text{pH} < 5$ (растворы H_2SO_4 , H_3PO_4 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) и напряжении от 5 до 250В. В результате образуются пленки различной толщины и диаметром пор от 2 до 200 нм, обладающие пористой структурой с узким распределением пор по размерам (см. рисунок). Такие мембраны обладают прямыми цилиндрическими порами и являются неорганическим аналогом трековых мембран. Мембраны анодного оксида алюминия могут использоваться для гемодиализа, ультра- и микрофильтрации.

Экспериментальные значения проницаемости различных чистых растворителей при температуре 25°C составляют (проницаемость мембраны, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{атм} \cdot \text{час})$): ацетон - 179, метанол - 117, вода - 73, этанол - 57, пропанол-1 - 27, н-бутанол-1 - 20.

1. Исходя из этих данных, выбрав правильный ответ из предлагаемых ниже, укажите, по какому механизму (модели) происходит диффузия жидкостей через мембрану анодного оксида алюминия (недостающие данные найдите сами). (2 балла)
 - 1) по модели Фика
 - 2) по Пуазейлю
 - 3) по Кнудсену
 - 4) обратный осмос

- 5) по модели Кимуры и Сурираяна
 - 6) по закону Дарена
 - 7) по уравнению Козени — Кармана
 - 8) по закону Бернулли
2. В файле ответов обоснуйте Ваш выбор. (2 балла)
 3. В файле ответов проведите расчет потока чистых растворителей через мембрану анодного оксида алюминия со средним диаметром пор 180 нм, пористостью 25% и толщиной 100 мкм, давление до мембраны 5 атм, давление после мембраны 1 атм. (3 балла)
 4. В процессе тупиковой фильтрации (когда поток растворителя с частицами направлен перпендикулярно поверхности мембраны) мы сталкиваемся с проблемой загрязнения поверхности мембраны частицами, содержащимися в растворе. Загрязнение поверхности мембраны частицами из раствора приводит к значительному уменьшению проницаемости мембраны. В файле ответов предложите методы для удаления загрязнений с поверхности мембраны, а также направления возможного практического использования таких мембран. (5 баллов)

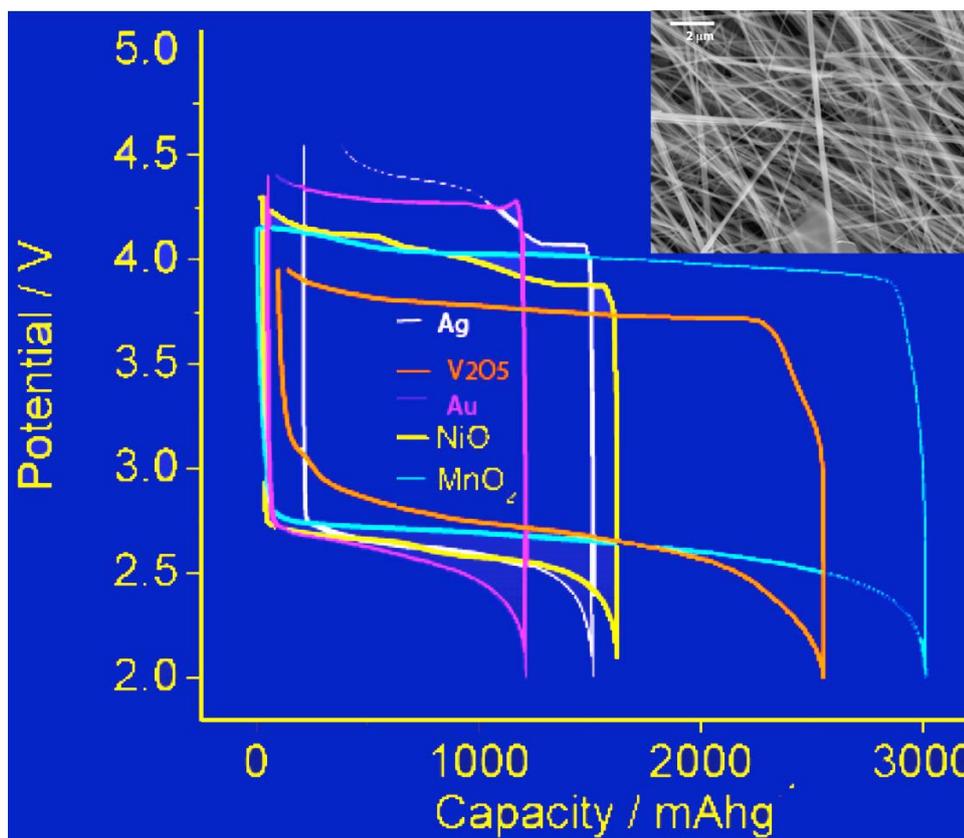
VIII. Медленное горение



Литий скоро может стать (ну, пока не буквально) ценнее золота, настолько он полезен из-за использования в современных химических источниках тока. Кроме обычных вторичных источников тока типа "кресла-качалки", в которых литий переходит из одного электрода в другой в циклах разрядки - зарядки, его можно также ... медленно сжечь,

причем обратимо, то есть создать топливный элемент на основе лития. Принципиальная схема такого элемента показана выше.

1. Предложите в файле ответов возможные материалы и способы их получения для основных элементов показанной выше схемы литий - воздушного элемента питания, а также опишите происходящие при зарядке и разрядке ЛВЭП процессы в различных частях системы. (10 баллов)
2. Какой из ниже перечисленных факторов в наибольшей степени может оказаться губителен для литий - воздушного элемента с незащищенным анодом? (3 балла)
 - 1) солнечный свет
 - 2) космические лучи
 - 3) воздух
 - 4) охлаждение до отрицательных температур
 - 5) нагрев до температур 30 - 40 градусов Цельсия
 - 6) самодиспергирование лития
 - 7) большой саморазряд
3. В файле ответов укажите возможные способы решения этой проблемы. (2 балла)



На данном рисунке показаны циклы зарядки - разрядки при использовании различных веществ в составе пористого катода, включая некоторые металлы, оксиды марганца и ванадия.

4. В файле ответов укажите, какую роль играют эти вещества (2 балла) и каковы могут быть преимущества и недостатки у квазиодномерных систем (нанолент, нановискеров) при использовании в составе катода. (2 балла)
5. Какие еще компоненты должен содержать катод, чтобы эффективно функционировать в составе ЛВЭП, (1 балл) опишите в файле ответов, как может сказываться морфология (дизайн) пористого катода на работе ЛВЭП? (2 балла)
6. Зачем катод делают пористым? (2 балла)
- 1) для обеспечения теплоотвода
 - 2) для обеспечения доступа кислорода
 - 3) для стравливания избыточного давления электролита
 - 4) для накопления электростатического заряда
 - 5) для демпфирования микронапряжений при работе ЛВЭП
 - 6) для капиллярной конденсации верхнего слоя электролита



Одна из проблем – утилизация отработавших свое ЛВЭП, содержащих, помимо лития, еще и другие компоненты, которые обсуждались выше. Например, ванадий достаточно токсичен для человеческого организма, однако есть создания природы, которые его безболезненно накапливают.

7. Что лучше посадить на месте захоронения токсичных отходов ванадия, оставшихся после ЛВЭП? (3 балла)
- 1) северный мох
 - 2) лотос
 - 3) мухоморы и бледные поганки
 - 4) анютины глазки
 - 5) незабудки

- 6) рожь
- 7) пшеница
- 8) красные гвоздики

8. В файле ответов укажите, в какой форме существует ванадий в том, что Вы посадили. (2 балла)

IX. Крахмал



Одним из распространенных методов получения наночастиц является диспергирование макроскопического материала или синтез в условиях контроля размера частиц. В некоторых случаях может применяться специфический подход, основанный на селективном разрушении материала, состоящего из микрофаз различной природы. Интересным примером служит нанокристаллический крахмал, исключительно прочные, жесткие частицы которого могут быть получены из дешевого природного сырья.

1. Крахмал состоит из двух основных полимерных компонентов. Приведите в файле ответов их химические структуры и названия. (3 балла)

Зерна крахмала – частично кристаллический материал, обработка которого растворами сильных кислот приводит к постепенному разрушению аморфной фазы и образованию нанокристаллов составляющих крахмал полимеров.

2. Кратко объясните в файле ответов, почему аморфные области крахмала разрушаются быстрее, чем кристаллические. Приведите схему протекающего при кислотной обработке процесса. (2 балла)

Составляющие крахмал полимеры содержат гидроксильные группы, способные к дальнейшей химической модификации, что позволяет придать материалу дополнительные полезные свойства.

3. Приняв, что длина нанокристалла крахмала равна 60 нм, ширина 20 нм и толщина 5 нм, оцените в файле ответов долю реакционноспособных гидроксильных групп и их количество в 1 г сухого кристаллического крахмала. Укажите, на основании каких предположений о структуре кристалла вы сделали свой расчет. (5 баллов)

Взаимодействие с подходящими низкомолекулярными соединениями позволяет значительно изменить гидрофильность поверхности кристаллов крахмала.

4. В файле ответов предложите способ гидрофобизации поверхности кристаллов крахмала для повышения их диспергируемости в неполярных органических растворителях. Обоснуйте свой выбор, приведя схему выбранной химической реакции(ий) и условия ее проведения. (3 балла)

Большинство методов модификации низкомолекулярными соединениями приводит к частичному разрушению нанокристаллов. Более мягкий способ заключается в иницируемой с поверхности кристалла полимеризации, например, ϵ -капролактона.

5. Рассчитайте в файле ответов предельную плотность (моль/м²) покрытия нанокристалла крахмала цепями поли- ϵ -капролактона при полимеризации на поверхности. (3 балла)

Введение нанокристаллического крахмала в матрицу конструкционных полимеров существенно повышает прочность получаемого материала. Важно, что для проявления этого эффекта кристаллы крахмала должны формировать непрерывную сетку, позволяющую эффективно распределять приложенное напряжение по всему объему образца. Этого можно добиться двумя способами:

А) Введение сравнительно больших (до 5-10%) количеств крахмала в готовый полимер. При этом сетка формируется за счет водородных связей между полярными группами контактирующих нанокристаллов.

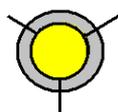
Б) Введение меньших (менее 1%) количеств крахмала в полимер, сопровождающееся прививкой полимера на поверхность кристаллов крахмала. При этом нанокристаллы играют роль многофункциональных узлов сшивки полимера, аналогично формированию трехмерной сетки в процессе вулканизации каучука.

6. В файле ответов сопоставьте механические свойства материалов, полученных по схемам А и Б. На примере включения нанокристаллического крахмала в поли- ϵ -капролактон предложите возможную схему получения наполненных материалов, исходя из нанокристаллического крахмала и мономера ϵ -капролактона, и сравните себестоимость получения композитного материала по этим схемам. Какому из способов вы бы отдали предпочтение? (5 баллов)

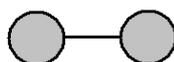
7. К какому из продуктов, указанных ниже, приведет деполимеризация крахмала при кислотной обработке? (1 балл)

- 1) декстрины
- 2) триглицериды
- 3) целлюлоза
- 4) гликоген
- 5) фураноза
- 6) хитин
- 7) ксилоза
- 8) гиалуроновая кислота
- 9) агароза
- 10) дезоксирибоза

Х. Наноконструкции



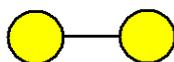
Шарик



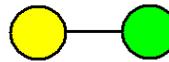
Гантеля



Боло



Золотые гири



Лампочка

Одним из развлечений нанотехнологии является сборка нанообъектов заданной формы: машинок, человечков, кубиков. Пока что это кажется несерьёзным, но возможности у этой концепции немалые. Вам необходимо собрать наноструктуры строго определённой формы, состава и свойств.

Шарик - золотая наночастица (жёлтая) с органическим покрытием (серое) и 3 (либо 4) выступающими “хвостами”.

Гантеля - две органических наночастицы (например, дендримеры), связанные жёстким линкером.

Боло - две органических наночастицы, связанные гибким линкером.

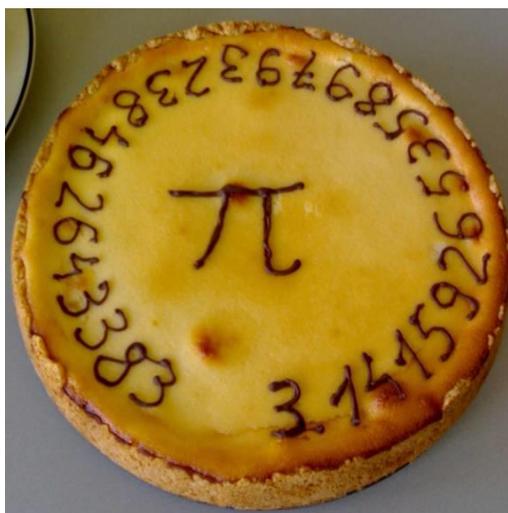
Золотые гири - две золотых наночастицы, связанные жёстким линкером.

Лампочка - золотая наночастица и квантовая точка, связанные жёстким линкером.

1. В файле ответов предложите реакции, необходимые для получения каждой из наночастиц. (3 балла)

2. Что такое жёсткий и гибкий линкеры? В файле ответов приведите примеры каждого и опишите, для каких случаев и почему они подходят. (5 баллов)
3. В файле ответов укажите, как будут изменяться свойства золотой гири и лампочки в зависимости от длины линкера и почему? (5 баллов)
4. Где уже сейчас может быть, скорее всего, использована "лампочка" на практике, дайте один из вариантов ниже? (2 балла)
5. В файле ответов поясните Ваш выбор. (3 балла)
 - 1) в антифрикционных жидкостях
 - 2) в светоизлучающих фотодиодах
 - 3) в креме от загара
 - 4) в биологически активных добавках
 - 5) в нанобиосенсорике
 - 6) в термоэлектрических устройствах
 - 7) в фотоотверждаемых зубных пломбах
 - 8) в качестве люминесцентного покрытия энергосберегающих ламп

XI. Число «пи» с большой точностью



Знаменитое число $3,14159265358979323846\dots$, которое, по определению, равно отношению длины окружности к её диаметру, можно вычислить со сколь угодно большой точностью. Несмотря на то, что оно является иррациональным и, более того, трансцендентным, существуют алгоритмы, позволяющие выписать сколько угодно знаков после запятой. Однако оказывается, что при практических расчётах или измерениях такая точность обычно не нужна. Погрешность при измерениях или изготовлении круглых деталей (а какая-то погрешность, как известно, существует всегда) приводит к тому, что большое число знаков после запятой не помогает. Точность всё равно ограничена физическими факторами. В случае, когда речь идёт об объектах нанометровых размеров,

большая точность числа "пи" не требуется ещё и по той причине, что эти объекты состоят из дискретных единиц – атомов, и говорить об окружности на этом масштабе можно в большинстве случаев лишь приближённо.

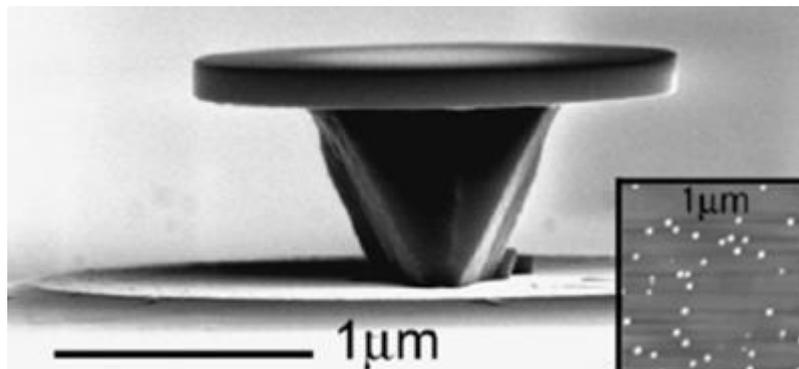


Рис. 1. Колонна микродискового лазера. На вставке – квантовые точки из арсенида индия на поверхности арсенида галлия.

1. Оцените в файле ответов, с какой точностью (с каким числом знаков после запятой) нужно взять число "пи" при расчётах длины окружности по радиусу (или наоборот) при изготовлении а.) диска из арсенида галлия для микродискового лазера (рис. 1) радиусом $R = 1,8$ мкм; б.) квантовой точки из арсенида индия, имеющей форму цилиндра радиусом $r = 20$ нм; в.) одностенной углеродной нанотрубки диаметром $d = 1,4$ нм (5 баллов), укажите этот ответ ниже (1 балл)
 - 1) (а) 1, (б) 2, (в) 4
 - 2) (а) 2, (б) 4, (в) 1
 - 3) (а) 4, (б) 2, (в) 1
 - 4) (а) 4, (б) 3, (в) 4
 - 5) (а) 2, (б) 2, (в) 3
 - 6) (а) 3, (б) 4, (в) 6
 - 7) (а) 5, (б) 7, (в) 3
 - 8) (а) 3, (б) 7, (в) 6
 - 9) (а) 1, (б) 2, (в) 5
 - 10) (а) 3, (б) 3, (в) 8
2. Какая из приведенных ниже физических констант в системе СИ сейчас определена с наименьшей относительной точностью? (2 балла)
 - 1) масса протона
 - 2) борковский радиус
 - 3) постоянная Планка
 - 4) элементарный заряд
 - 5) постоянная Больцмана

- б) газовая постоянная
- 7) число Авогадро
- 8) g -фактор свободного электрона
- 9) ядерный магнетон

ХII. Увидеть кванты

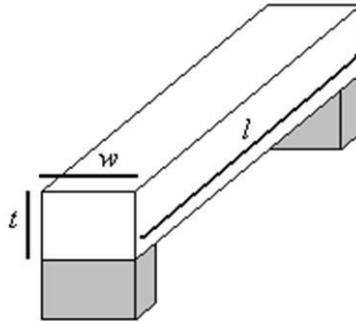


Рис. 1. Типичный наноосциллятор.

Разработка и постоянное усовершенствование способов создания и исследования наноэлектромеханических систем (НЭМС) открывает новые возможности для исследования квантовых явлений в системах нанометровых размеров. Внимание исследователей всё больше привлекает изучение колебаний наноосцилляторов, простейшим примером которых является осциллятор типа стержня с закреплёнными концами (см. рис. 1). Интересно исследовать вопрос о том, можно ли рассматривать эти колебания как колебания квантового осциллятора (или они имеют чисто классический характер). Одним из главных отличий квантового осциллятора от классического является наличие нулевых колебаний. В связи с этим исследуется вопрос о том, можно ли экспериментально зафиксировать нулевые колебания наноосциллятора. Одной из главных трудностей на этом пути является то, что при исследовании нулевых колебаний в таком осцилляторе необходимо измерять очень малые смещения осциллятора от равновесного положения. Известно несколько способов измерения таких смещений, одному из которых и посвящена данная задача.

Пусть l , w и t – длина, ширина и высота осциллятора, соответственно. Колебания происходят в вертикальной плоскости (параллельно высоте t). Для наблюдения нулевых колебаний требуется выполнение двух условий:

1. Необходимо охладить систему до достаточно низкой температуры (чтобы не происходило тепловое возбуждение более высоких мод колебаний).
2. Необходимо иметь осциллятор с высокой добротностью.

Эти два условия трудно выполнить одновременно. Чтобы можно было пренебречь тепловыми возбуждениями высших мод колебаний, нужно сделать основную частоту осциллятора как можно больше. Чтобы увеличить частоту осциллятора, нужно уменьшить его длину. Но при уменьшении длины осциллятора уменьшается его добротность. Рассмотрим осциллятор, сделанный из кремния, имеющий размеры $l = 15$ мкм, $w = 500$ нм и $t = 100$ нм.

1. Оцените частоту основной моды колебаний осциллятора в рамках классической механики, дав пояснения в файле ответов (2 балла) и указав правильный ответ ниже. (1 балл) Натяжение осциллятора в положении равновесия равно нулю.

- 1) 3 МГц
- 2) 4.1 ГГц
- 3) 5.6 ТГц
- 4) 56 ТГц
- 5) 0.56 ТГц
- 6) 70 ГГц
- 7) 75 ГГц
- 8) 32.5 ГГц
- 9) 103 МГц

2. Объясните в файле ответов, каков механизм потерь энергии в осцилляторе такого типа и почему его добротность уменьшается при уменьшении линейных размеров (1 балл).

Одним из путей совмещения двух указанных выше условий является следующий: если придать осциллятору механическое напряжение (натяжение), то частота колебаний увеличится. При достаточно большом натяжении возникает новый режим колебаний: осциллятор колеблется как натянутая струна. Пусть осциллятор, рассмотренный выше, натянут так, что его относительное удлинение равно 0.0043.

3. В файле ответов оцените частоту основной моды колебаний этого осциллятора, температуру, до которой нужно охладить систему для изучения нулевых колебаний, а также характерную величину смещения центра осциллятора от положения равновесия. Считайте, что осциллятор можно рассматривать как квантовый, и характерное смещение равно среднеквадратичному отклонению координаты квантового одномерного гармонического осциллятора от среднего значения в нулевом состоянии. (4 балла)

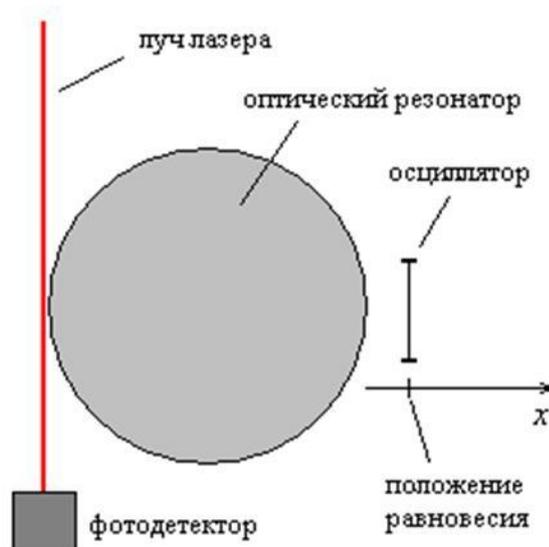


Рис. 2. Схема измерения малых смещений осциллятора

Для измерения малых смещений осциллятора от положения равновесия предлагается следующая схема. Имеется цилиндрический (дисковый) или тороидальный оптический резонатор с внешним радиусом, приближённо равным $R = 30$ мкм, сделанный из кремния (рис. 2). К резонатору подводят луч лазера с длиной волны 1550 нм (полоса прозрачности кремния). В резонаторе могут возникнуть стоячие волны, соответствующие модам «шепчущей галереи», если частота какой-либо моды близка к частоте излучения лазера. Поднесём к резонатору какое-нибудь тело (например, наноосциллятор, см. рис. 2). Тело будет взаимодействовать с ближним полем моды «шепчущей галереи» в резонаторе. В результате частота этой моды немного изменится (сдвинется на некоторую величину $\Delta\omega$). Величина сдвига $\Delta\omega$ зависит от положения тела (в данном случае – осциллятора). Если положение равновесия осциллятора фиксировано (концы стержня закреплены), то сдвиг зависит от смещения Δx центра стержня от положения равновесия: $\Delta\omega = f(\Delta x)$, где f – некоторая функция. Колебания происходят вдоль оси x . Таким образом, мы имеем преобразователь механических смещений в смещения частоты моды «шепчущей галереи». Величину $\Delta\omega$ можно измерить с большой точностью следующим образом. Частота излучения лазера не совпадает ни с одной из мод «шепчущей галереи» уединённого оптического резонатора (когда наноосциллятора рядом нет): есть небольшая «отстройка» между частотами лазера и одной из мод резонатора. Если к резонатору поднести осциллятор, частота моды изменится и может приблизиться к частоте лазера. При этом начнётся перекачка энергии из луча лазера в резонатор и дальнейшее рассеяние энергии в системе, и интенсивность луча, идущего к фотодетектору, уменьшится. Реальная схема измерения $\Delta\omega$ достаточно сложна, и здесь мы изложили лишь основную идею.

Ограничение на точность измерения $\Delta\omega$ накладывает ширина D спектральной линии излучения лазера.

Пусть в эксперименте резкость (финес) оптической системы равна $F = 2,3 \cdot 10^5$. Эта величина равна отношению разности частот двух соседних мод резонатора к ширине линии D : $F = (\omega(k+1) - \omega(k))/D$.

4. В файле ответов рассмотрите, как изменяются частоты мод оптического резонатора из кремния при поднесении к нему другого тела из кремния: увеличиваются или уменьшаются, и почему? Какой вид имеет зависимость $\Delta\omega = f(\Delta x)$? Найдите приближённый вид этой функции, с точностью до безразмерного коэффициента порядка единицы. Считайте, что размеры осциллятора много меньше радиуса резонатора, и осциллятор смещается вдоль оси x как единое целое (форму изгиба не учитывать). (4 балла)
5. Оцените в файле ответов минимальную величину смещения Δx , которую можно измерить описанным методом (т.е. оцените разрешающую способность этого устройства для измерения смещения) (3 балла), укажите ниже правильный вариант ответа. (2 балла)
6. Укажите в файле ответов, как вы считаете, корректно ли рассматривать описанный выше осциллятор как квантовый гармонический осциллятор и насколько правомерно говорить о нулевых колебаниях этого осциллятора? Обоснуйте вашу точку зрения. (3 балла)
 - 1) $3 \cdot 10^{-6}$ в минус 6 степени (метра)
 - 2) $2.6 \cdot 10^{-7}$ в минус 7 степени (метра)
 - 3) $3 \cdot 10^{-8}$ в минус 8 степени (метра)
 - 4) $6.8 \cdot 10^{-8}$ в минус 8 степени (метра)
 - 5) $7.3 \cdot 10^{-9}$ в минус 9 степени (метра)
 - 6) $7 \cdot 10^{-10}$ в минус 10 степени (метра)
 - 7) $8.4 \cdot 10^{-11}$ в минус 11 степени (метра)
 - 8) $4 \cdot 10^{-12}$ в минус 12 степени (метра)
 - 9) $1.5 \cdot 10^{-14}$ в минус 14 степени (метра)

XIII. Один электрон может многое



Рис. 1. Электронный ящик. Принципиальная схема.

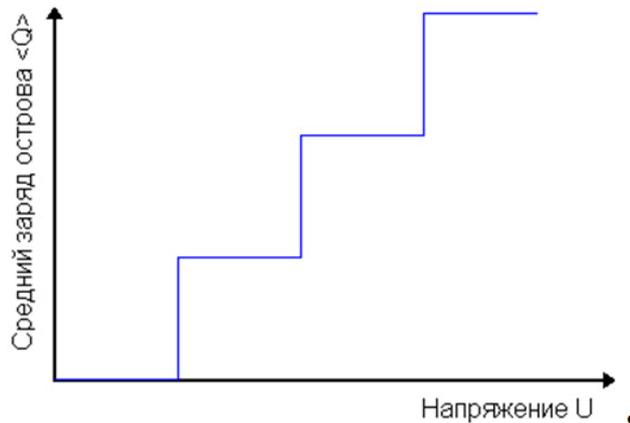


Рис. 2. Качественный вид зависимости среднего (по квантовому состоянию) заряда острова от напряжения на управляющем электроде при низких температурах ($T \rightarrow 0$). Заряд измеряется в единицах, равных заряду электрона.

Создание и изучение одноэлектронных устройств является одним из перспективных направлений развития современной микро- и нанoeлектроники, поскольку они имеют низкую потребляемую мощность, низкое рабочее напряжение, малые размеры и при этом достаточно высокое быстродействие. Такие устройства имеют одну или несколько малых проводящих областей с малой ёмкостью, называемых островами. Классическим примером одноэлектронного устройства служит одноэлектронный транзистор (одноэлектронным транзисторам посвящена отдельная задача). К другим одноэлектронным устройствам относятся: одноэлектронный ящик, одноэлектронная ловушка, одноэлектронный турникет и насос. А одним из главных достоинств одноэлектронных устройств является возможность создания основанных на них ячеек памяти.

На рис. 1 показана схема простейшего одноэлектронного устройства – электронного ящика. Изменяя потенциал U управляющего электрода относительно острова, можно менять заряд острова Q , который приближённо равен заряду электрона, умноженному на количество избыточных электронов, перешедших на остров под действием электростатического поля. Пусть C_0 – ёмкость между управляющим электродом и островом, C – полная ёмкость острова, T – температура системы. При достаточно низких температурах T зависимость заряда острова от потенциала U имеет вид, показанный на рис. 2.

1. В файле ответов объясните, почему зависимость заряда острова от напряжения на управляющем электроде имеет такой вид (рис. 2). Чему равны значения напряжения и заряда в характерных точках на графике (напряжение в начале каждой новой «ступеньки» и заряд на «ступеньке»)? Сформулируйте условие «малости» температуры T . Каким будет вид той же зависимости при более высоких температурах? (3 балла)
2. Пусть $C_0 = 0,2$ фФ (фемтофарад), $C = 1$ фФ, $T = 75$ К. При каких напряжениях U на острове будут находиться в среднем $n = 3$ избыточных электрона, укажите это значение внизу (2 балла), а в файле ответов дайте расчет (1 балл)? Укажите в файле ответов, можно ли считать температуру 75К «малой»? (2 балла)
 - 1) 1.1 пВ
 - 2) 15.1 пВ
 - 3) 29.7 пВ
 - 4) 13.1 нВ
 - 5) 26.2 нВ
 - 6) 37.1 нВ
 - 7) 0.13 мВ
 - 8) 2.4 мВ
 - 9) 30 мВ
 - 10) 113 мкВ

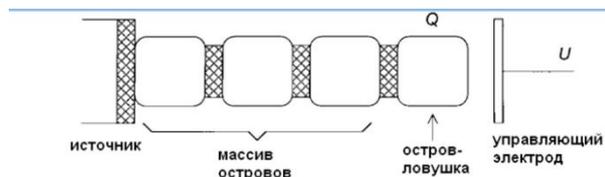


Рис. 3. Электронная ловушка. Принципиальная схема.

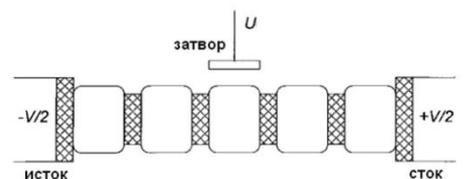


Рис. 4. Принципиальная схема электронного турникета.

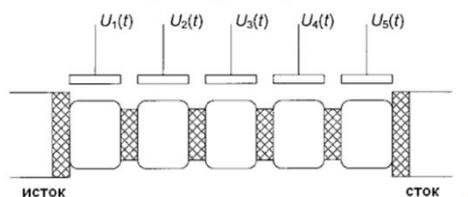


Рис. 5. Принципиальная схема электронного насоса.

Увеличивая число островов, можно создать одноэлектронные устройства, дающие новые возможности. На рис. 3 показана принципиальная схема одноэлектронной ловушки.

Главное свойство данного прибора – это так называемая внутренняя зарядовая память. Одноэлектронная ловушка в пределах некоторого диапазона напряжения управляющего электрода может быть в одном, двух или более устойчивых зарядовых состояниях, то есть содержать один, два или несколько электронов на острове, ближайшем к управляющему электроду.

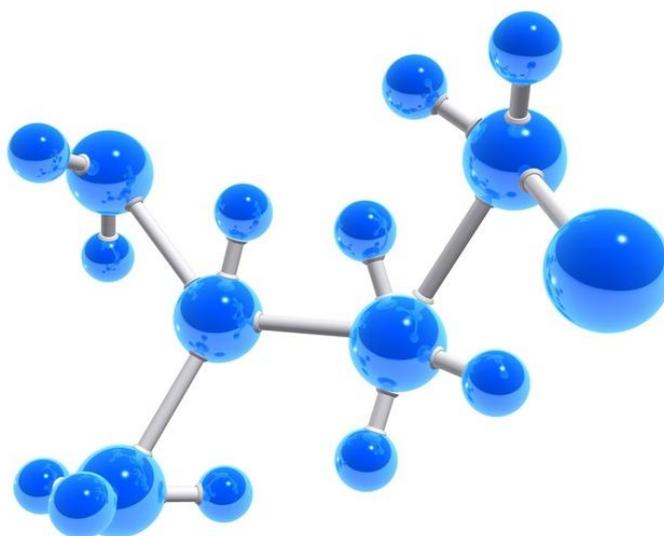
3. В файле ответов объясните, за счёт чего электронная ловушка, в отличие от "электронного ящика", может находиться в устойчивых зарядовых состояниях. Сформулируйте условие, при котором зависимость количества избыточных электронов на острове-ловушке от напряжения на управляющем электроде имеет гистерезисный вид. (4 балла)
4. В файле ответов опишите возможные способы записи и считывания информации, хранимой в «электронной ловушке». (3 балла)
5. Поясните в файле ответов, как оценить стабильность работы электронной ловушки в качестве ячейки памяти? Чем определяется характерное время жизни зарядового состояния с n избыточными электронами? (2 балла)

На рис. 4 и 5 изображены ещё два одноэлектронных устройства: электронный турникет и электронный насос. Электронный турникет позволяет пропускать по одному электрону от истока к стоку. Для этого нужно периодически менять напряжение U на затворе (управляющем электроде). Электронный насос – это «продвинутая версия» электронного турникета. Такое устройство позволяет более эффективно перекачивать электроны от истока к стоку.

6. В файле ответов поясните, за счёт чего электронный турникет позволяет пропускать именно по одному электрону (а не по нескольким сразу). Для чего в турникете создано несколько островов (а не один)? (2 балла)
7. В файле ответов объясните принцип работы электронного насоса. Какими должны быть зависимости напряжений $U_i(t)$, $i = 1, 2, 3, 4, 5$ от времени для того, чтобы насос функционировал? Приведите пример такой зависимости $U_i(t)$. Какая величина является для электронного насоса аналогом давления, создаваемого механическим насосом, и чем определяется максимум этой величины? Для чего нужно создавать электронный насос, если можно просто обеспечить электронный ток за счёт разности потенциалов? (4 балла)
8. В файле ответов назовите другие известные одноэлектронные устройства, не упомянутые в данной задаче, и кратко поясните принцип их действия. (3 балла)
9. Какое из перечисленных ниже устройств действительно относится к "одноэлектронным"? (1 балл)

- 1) SQUID - магнетометр
- 2) фотоумножитель
- 3) интерферометр Фабри - Перо
- 4) счетчик Гейгера
- 5) магнитосиловой микроскоп
- 6) RSFQ
- 7) СБИС
- 8) полевой транзистор на основе углеродных нанотрубок

XIV. Пептид-головоломка



Молекула А представляет собой природный полипептид размером около 1 нм. При его неполном кислотном гидролизе в инертной атмосфере были получены только индивидуальные аминокислоты и 9 фрагментов, содержащих в своей последовательности более одной аминокислоты, среди которых есть фрагменты с молярными массами 335, 295, 279 г/моль. После реакции А с динитрофторбензолом и последующим гидролизом среди продуктов было выделено желтое кристаллическое вещество с молярной массой 347 г/моль.

1. В файле ответов установите аминокислотную последовательность пептида А. (3 балла) Достаточно ли данных для однозначного определения аминокислотной последовательности? (1 балл)
2. В файле ответов укажите, как называется вещество А, где оно вырабатывается, с чем связывается. (2 балла)
3. Каким действием обладает вещество А, дайте правильный вариант ответа ниже. (1 балл)

- 1) избыток в организме вызывает шизофрению
- 2) составляющая аутоиммунной системы
- 3) повышает свертываемость крови
- 4) нормализует артериальное давление
- 5) является "маркером" беременности
- 6) вызывает нормализацию состояния кожи
- 7) контролирует водно - солевой баланс
- 8) кофактор гормона роста
- 9) маркер злокачественных опухолей

4. В файле ответов поясните, на какие еще системы влияет вещество А (2 балла)

XV. БиоБонд, Джеймс БиоБонд



Суперагент 113478 снова попал в затруднительное положение. Проводя секретные исследования в области геной инженерии, он был лишён врагами связи с внешним миром. Тем не менее, он всё равно составил послание, закодировав его в ДНК. Поученную ДНК он ввёл в капсид и собранным вирусом заразил почтового голубя, которого выпустил наружу.

Связной поймал голубя и после того, как в голубятне вдруг началась эпидемия, сообразил, где искать послание. Выделив из первого голубя частицы вируса, он их секвенировал. Опытным глазом молекулярного биолога он сразу же определил, где записано послание, и через некоторое время расшифровал его. Послание было зашифровано в следующем фрагменте ДНК:

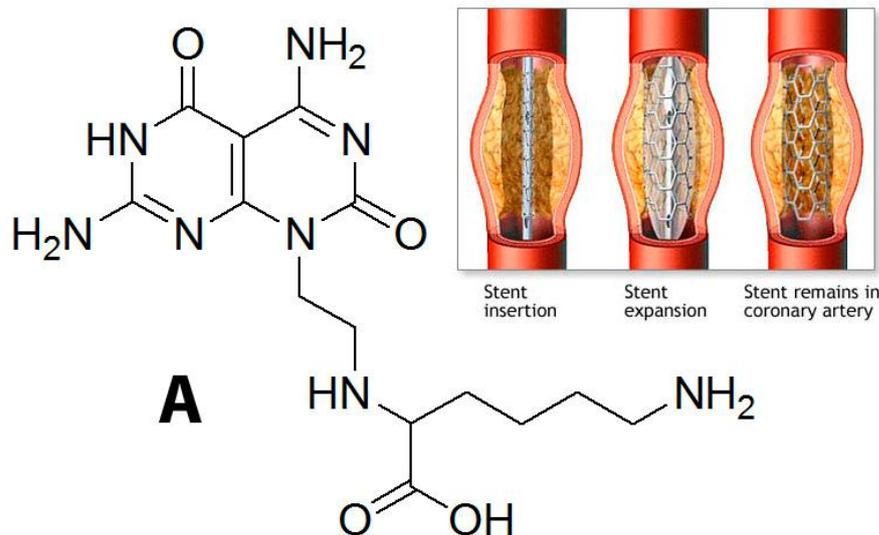
ATG CAT TAA ATG CTT CTT TAA ATG CAA CAA TAA ATG CAA CAA TAA ATG CCT
 CCT CCT TAA ATG TAA ATG ATA TAA ATG TAA ATG TTT T TAA ATG ATA TAA
 ATG CAA CAA CAA TAA ATG AAC T TAA ATG TAA ATG TGT TAA ATG CCT CCT

ССТ ТАА АТГ САА САА САА ТАА АТГ САА САА САА ТАА АТГ ТТА ТТА ТАА АТГ
ТГТ ТАА АТГ ТГГ ТАА

Связной догадался, что агент, дабы не вызвать подозрений, воспользуется для передачи аминокислотным кодом. Ещё он знал, что 113478 был консервативен, коллекционировал старые модели сотовых телефонов и телефонов вообще, предпочитал в терминологии английский язык и недолюбливал новомодную однобуквенную кодировку аминокислот. Он пользовался ею только в том случае, если без этого было уже никак не обойтись. Составив обратное послание и заразив им специально дрессированного таракана, связной начал переписку.

1. Укажите в файле ответов, насколько надёжен такой способ передачи посланий и почему. (3 балла)
2. Объясните в файле ответов, почему для выделения ДНК с шифровкой был выбран именно первый заболевший голубь. (1 балл)
3. Поясните в файле ответов, что в данной последовательности насторожило молекулярного биолога. (1 балл)
4. Укажите в файле ответов, как эта последовательность будет реплицироваться, транскрибироваться и транслироваться в клетках. (2 балла)
5. Что содержалось в тексте послания, укажите правильный ответ из ниже приведенных вариантов (2 балла), а в файле ответов поясните, как Вы пришли к такому заключению (3 балла).
 - 1) Mamma mia
 - 2) Help me friends
 - 3) Resque our agents
 - 4) Fight back quickly
 - 5) Target desactivated
 - 6) Information recieved
 - 7) You have a problem
 - 8) Hello I find connect
 - 9) Transmission failed
 - 10) Operation must be aborted
6. Обсудите в файле ответов, насколько большой объём информации можно передать таким способом. (3 балла)

XVI. Нанотехнологии на службе сосудистой хирургии



Стентирование артерий, в первую очередь относящихся к коронарному и каротидному бассейнам, является высокотехнологичным и малотравматичным методом лечения заболеваний, занимающих свыше 50% в структуре смертности населения развитых стран, – ишемической болезни сердца и цереброваскулярной патологии. Стент представляет собой металлический каркас, который подводится к суженному участку сосуда в сложенном виде и раскрывается в месте назначения путем раздувания небольшого баллона внутри конструкции под рентгенологическим контролем. К сожалению, у части пациентов, перенесших стентирование, впоследствии все же происходит развитие сосудистых катастроф: инфарктов миокарда и острых нарушений мозгового кровообращения (инсультов).

1. В файле ответов объясните возможные причины подобных васкулярных событий.
(2 балла)

Для улучшения прогноза больных, которым выполнена операция стентирования, было предложено несколько оригинальных подходов. Один из них – покрытие металлического (чаще всего титанового) стента при помощи особого типа нанотрубок, самоорганизующихся путем образования межмолекулярных водородных связей между аналогами азотистых оснований ДНК, например, соединения А на рисунке.

2. В файле ответов приведите природные соединения, взаимодействие которых положено в основу самоорганизации вещества А. (2 балла)

Изначально в процессе самоорганизации из А формируется соединение В, содержащее 30 водородных связей (при условии, что остатки аминокислоты лизина полностью ионизированы и образуется максимально возможное число водородных связей).

3. В файле ответов предложите структуру соединения В, предварительно рассчитав число молекул А, необходимых для его образования. (2 балла)

Формирование окончательной структуры нанотрубки происходит за счет стэкинг-взаимодействий.

4. В файле ответов поясните, где – снаружи или внутри образующейся нанотрубки – располагаются остатки лизина. *(1 балл)*
5. Укажите в файле ответов, какими, на Ваш взгляд, преимуществами наделяет стент покрытие его изнутри нанотрубками на основе соединений, аналогичных А. *(2 балла)*

В неком пилотном исследовании была предпринята попытка проверки гипотезы о достоверности снижения частоты сосудистых событий (инфаркта миокарда) после коронарной имплантации стентов, покрытых нанотрубками на основе А, в сравнении с обычными непокрытыми титановыми стентами. Было выяснено, что из 10 пациентов, которым были установлены покрытые стенты, только у одного в течение года наблюдения возник инфаркт миокарда, тогда как в группе сравнения, состоявшей из 11 человек, – у трех.

6. Означают ли полученные результаты, что покрытые нанотрубками стенты более эффективны, чем обычные металлические, укажите необходимый вариант ниже? *(1 балл)*
 - 1) это ложноположительный результат
 - 2) это ложноотрицательный результат
 - 3) да, конечно, означают
 - 4) нет, конечно, не означают
 - 5) вряд ли можно сделать определенные выводы
 - 6) вопрос поставлен некорректно
7. В файле ответов поясните, почему Вы так считаете. *(2 балла)*

XVII. Борьба с диабетом



Сахарный диабет 1 типа является одной из неизлечимых болезней человека. При диабете такого типа в организме перестаёт вырабатываться инсулин, в результате чего резко нарушается метаболизм.

1. В файле ответов укажите, где в организме вырабатывается инсулин. (1 балл)

Для нормальной жизни больные должны постоянно вводить инсулин. Разработаны "продолгованные" формы инсулина, инсулин, защищённый от действия протеаз, который можно принимать с пищей, схемы введения инсулина через кожу без инъекций. Восстановить выработку инсулина самим организмом медицина пока не в состоянии. При получении генно-инженерного инсулина возникает ряд проблем, основная из которых – фолдинг белка после его синтеза на рибосомах.

2. В файле ответов поясните, что такое фолдинг. (1 балл) Поясните, почему фолдинг в указанном случае является проблемой. (2 балла)

В то же время, нет принципиального запрета на синтез инсулина в организме человека, используя белковые машины других клеток.

3. В файле ответов поясните, почему такого заместительного синтеза не происходит. Что будет, если он всё-таки запустится в организме? (4 балла)

Вам, как бионанотехнологу, поставлена задача осуществить управляемый биосинтез инсулина в печени больного. Для этого необходимо, чтобы на необходимых органеллах гепатоцитов в нужный момент появилась и-РНК, кодирующая инсулин.

4. В файле ответов укажите, на каких именно органеллах гепатоцитов и почему? (2 балла)

Её подхватят рибосомы, синтезируют белок, далее произойдёт его фолдинг и клетка секреторирует инсулин. Через какое-то время РНК распадётся под действием рестриказ, и биосинтез белка прекратится.

Предположим, что в качестве носителя РНК Вы примените золотые наночастицы.

5. В файле ответов опишите, какими приёмами можно придать им способность избирательно накапливаться в необходимых органеллах гепатоцитов. Каким образом надо вводить Ваши наночастицы, чтобы они максимально быстро проникли в печень? (4 балла)

Для фиксации необходимой и-РНК на наночастицах удобно образование дуплексов с ковалентно привязанными комплементарными фрагментами.

6. В файле ответов опишите, как получить подобные молекулы и какими свойствами они должны обладать для фиксации на золоте. (3 балла)

Для высвобождения РНК необходимо “расплавить” дуплекс.

7. В файле ответов поясните, что такое плавление ДНК. (1 балл)

Это достигается либо введением хаотропов, которые разрушают систему водородных связей, либо нагревом. Хаотропы обычно токсичны, поэтому для плавления дуплекса воспользуемся нагревом.

8. В файле ответов опишите, каким способом Вы воспользуетесь для нагрева золотых наночастиц в печени больного. Учтите, что нагрев должен быть быстрым и очень избирательным, то есть должны нагреваться только наночастицы. (2 балла)

Наконец, для защиты РНК от действия рестриктаз, наночастицы покрывают “шубой” из полимера. Её нужно нанести поверх дуплекса, для чего удобно воспользоваться зарядовым взаимодействием. В Вашем распоряжении полиэтиленгликоль, полиазиридин, полиэтиленимин, крахмал этоксиэтилированный, крахмал карбоксиметилированный, хитозан, декстран, фиколл, агароза.

9. В файле ответов поясните, какой из перечисленных полимеров Вы используете для нанесения защитной оболочки и почему. (3 балла)

10. На самом деле, в задаче заложена одна фатальная ошибка, которая сводит все ценности этого решения к нулю. Найдите её и объясните в файле ответов, в чём она состоит. (1 балл) Укажите ниже, как её исправить. (1 балл)

11. В файле ответов поясните, почему Вы выбрали такое решение и какие еще могут быть ему альтернативы. (2 балла)

- 1) необходимо подавить иммунную систему организма
- 2) необходимо все перенацелить в селезенку
- 3) необходимо изменить свертываемость крови
- 4) нельзя использовать наночастицы тяжелого металла
- 5) нагрев печени невозможен и может привести к тяжелым осложнениям
- 6) покрытие защитной оболочкой неминуемо приведет к фагоцитозу

XVIII. Между спасением и погибелью

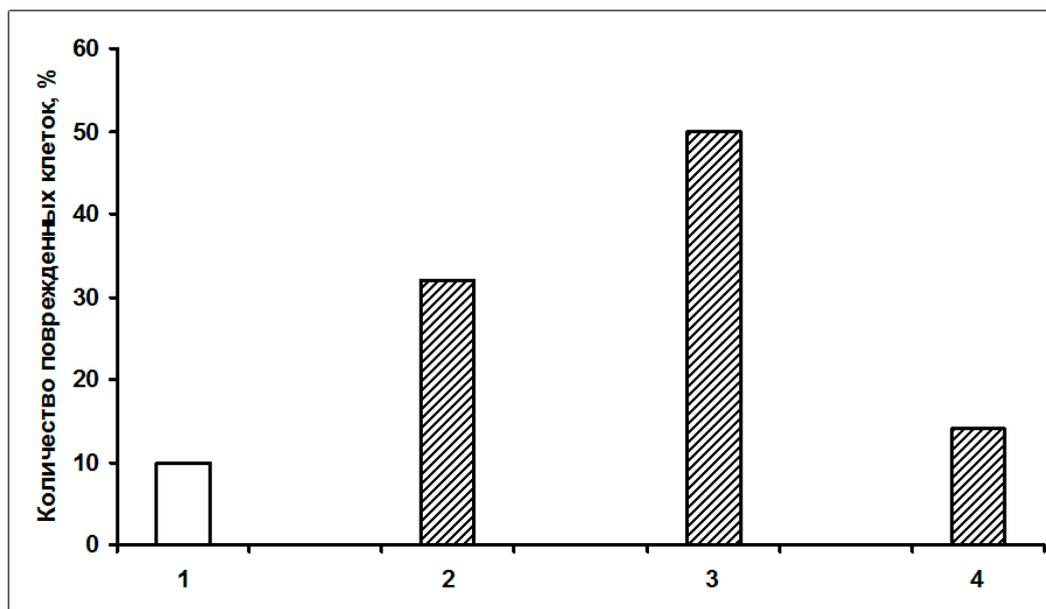


Рис. Влияние фуллерена $C_{60}(OH)_{25}$ на УФ-индуцированное повреждение плазматических мембран макрофагов. Данные представлены в виде относительного содержания поврежденных клеток в популяции макрофагов после окончания их УФ-облучения ($\lambda_{max}=306$ нм) в дозе 3 Дж/см²: через 15 мин - (□); через 60 мин - (▨)

Фуллерены играют важную роль в развитии современных нанотехнологий. Среди возможных областей применения фуллеренов важное место занимают биология и медицина. На рисунке представлены данные по влиянию производного фуллерена ($C_{60}(OH)_{25}$) на УФ-индуцированное повреждение мембран перитонеальных мышечных макрофагов. Макрофаги были прикреплены к покровным стеклам, находящимся в чашках Петри с раствором буфера. Клетки облучались УФ – излучением с длиной волны 306 нм в дозе 3 Дж/см². Повреждение клеточных мембран исследовали с помощью микрофлуориметрического метода, используя флуоресцентные красители. Данные отражают влияние производного фуллерена на развитие во времени повреждения клеточных мембран после окончания облучения. Как видно, в отсутствие производного фуллерена в интервале времени от 15 мин (столбик 1) до 60 мин (столбик 2) после окончания облучения происходит возрастание числа поврежденных клеток. Инкубация клеток с производным фуллерена при их облучении и дальнейшая 60-ти минутная инкубация (столбик 3) сопровождалась значительным увеличением числа поврежденных клеток. Из рисунка также видно, что добавление производного фуллерена к клеткам после окончания их облучения приводит к тому, что в темновой период 60-ти минутной инкубации имеет место менее выраженное развитие повреждения мембран клеток (столбик 4), чем в случае их УФ- облучения и инкубации без производного фуллерена (столбик 2).

1. В файле ответов объясните, почему присутствие производных фуллерена в среде инкубации клеток во время их УФ – облучения приводит к увеличению повреждения мембран последних, а в отсутствии излучения наблюдается меньшее повреждение клеточных мембран, в чем именно заключается роль производных фуллерена? (5 баллов)
2. В файле ответов поясните, почему было выбрано именно это производное фуллерена и как его можно синтезировать на практике? (3 балла)
3. Каков возможный механизм повреждения мембран при УФ - облучении вы считаете наиболее вероятным из приведенных ниже? (2 балла)
 - 1) фотоиндуцированные изменения конформации липидов мембраны
 - 2) разогрев мембраны при поглощении УФ-излучения
 - 3) изменение рН среды при УФ - облучении
 - 4) фотоиндуцированный гидролиз фосфолипидов
 - 5) фрагментация мембраны в результате изменения поверхностной энергии
 - 6) липидное перекисное окисление мембран
4. В файле ответов поясните, что этот механизм из себя представляет и почему Вы выбрали именно его. (2 балла)

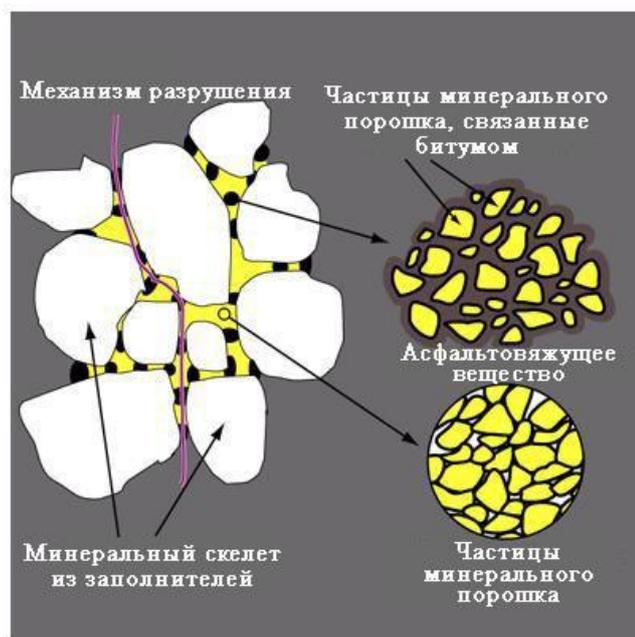
XIX. Застежки и кубики



Известно, что нуклеиновые кислоты образуют дуплексы со строгим соответствием (комплементарностью) оснований. Образуются они преимущественно за счёт водородных связей, но есть и вклад других взаимодействий. Предположим, что, привив определённое количество молекул олигонуклеотидов, Вы получили поли-А и поли-Т матрицы. Длина олигонуклеотидов – 30 букв.

1. Рассчитайте в файле ответов (и потом укажите ниже наиболее подходящий вариант), какое количество молекул необходимо привить для получения застёжки, при расстёгивании которой требуется энергия 15 Дж. (2 балла) При расчёте предположите, что вклада стекинга, гидрофобного взаимодействия и спирализации нет.
2. Как изменится энергия, необходимая для открывания застёжки, если привить поли-G и поли-C молекулы? (1 балл)
3. Предложите, каким способом можно изготовить подобные нанозастёжки, используя в качестве матриц сшитый полистирол, золото, кремнезём. Опишите схемы реакций и процессы, которыми Вы будете пользоваться для создания застёжек. (6 баллов)
4. Подобным образом необходимо собрать золотой нанокубик. У Вас есть золотые наноквадратики со стороной равной 200 нм и толщиной 3 нм. Плоскость квадратиков покрыта защитным слоем и не связывается с олигонуклеотидами. Опишите, каким образом их необходимо модифицировать, чтобы они образовывали нанокубик самосборкой. (4 балла)
 - 1) $10^{23} - 10^{24}$
 - 2) $10^{21} - 10^{22}$
 - 3) $10^{20} - 10^{21}$
 - 4) $10^{18} - 10^{19}$
 - 5) $10^{16} - 10^{17}$
 - 6) $10^{14} - 10^{15}$
 - 7) $10^{13} - 10^{14}$
 - 8) $10^{10} - 10^{12}$
 - 9) $10^8 - 10^9$
 - 10) $10^6 - 10^7$

XX. Такой сложный материал под ногами...



В настоящее время наиболее распространенным типом покрытий автомобильных дорог является асфальтобетонный, устраиваемый с применением органических вяжущих веществ, в основном, с использованием нефтяных битумов. Такие покрытия получили преобладающее распространение как за рубежом, так и в России. В частности, в РФ, США, Германии, Франции, Японии и других странах около 90-95 % усовершенствованных дорожных покрытий строится с использованием битума в качестве вяжущего вещества. Эти вяжущие материалы включают широкую группу термопластичных продуктов вязкой или жидкой консистенции, применяемых для строительства и содержания автомобильных дорог и аэродромов, гидротехнических сооружений, гидроизоляции тоннелей, мостов, подземных сооружений и зданий, для защиты от коррозии и других целей. Они служат термопластичным связующим, функции которого заключаются в образовании между частицами минеральных материалов или покрываемых поверхностей прочной связи, устойчивой к механическим нагрузкам, воздействию климатических факторов и агрессивных сред. Широкое применение органических вяжущих обусловлено тем, что они отличаются значительным разнообразием свойств, правильное использование которых дает ряд существенных преимуществ.

Битумы являются органическим вяжущим черного или темно-бурого цвета, содержащие в своем составе смесь высокомолекулярных соединений углерода с водородом и их производных, включающих серу, кислород и азот, а также металлы (ванадий, железо, натрий и др.), и представляют собой сложную дисперсную систему.

1. В файле ответов опишите структуру битума. (2 балла) Какие структурные единицы входят в его состав, что они собой представляют? (1 балл)

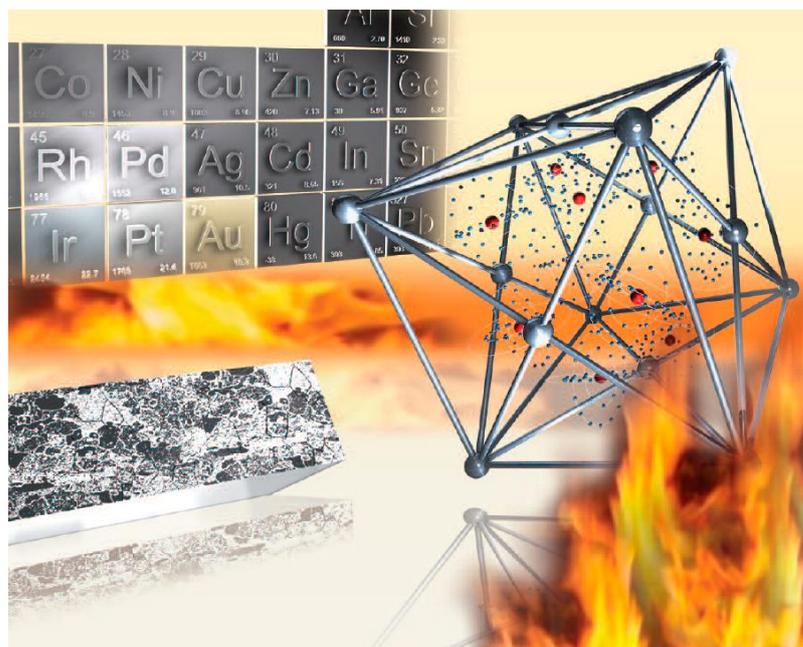
Структурообразование является одним из основных факторов, влияющих на реологические характеристики битумов, поэтому изучение структуры очень важно для оценки их эксплуатационного поведения.

2. Обсудите в файле ответов, какие существуют структурные типы битумов, чем они характеризуются и каков при этом их состав. (2 балла) Как изменяется структура битума при изменении температуры? (1 балл)

Качество битумо-минерального материала, включая асфальтобетон, в первую очередь, определяется особенностями связей, возникающих между отдельными минеральными зернами, свойствами битума, а также процессами взаимодействия минеральных материалов и битума на их общей поверхности раздела. Для обеспечения прочного и устойчивого сцепления битум должен равномерно покрывать тонким слоем поверхность склеиваемых минеральных материалов. Равномерность и полнота покрытия, в свою очередь, зависят от хорошего смачивания битумом минеральной поверхности. Вслед за смачиванием происходит процесс избирательной адсорбции на минеральной поверхности отдельных компонентов битума и, в первую очередь, поверхностно-активных веществ. При взаимодействии минеральных материалов и битума наиболее важное значение имеют процессы химической адсорбции, протекающие на границе раздела «битум – минеральный материал».

3. От чего зависит толщина пленки битума на поверхности минерального материала? (1 балл) Объясните процесс химической сорбции на границе раздела «битум – минеральный материал» и изменения, протекающие при этом в битуме. (4 баллов)
4. Что такое "мальтены", выберите наиболее подходящий вариант ниже. (2 балла)
- 1) это асфальтены
 - 2) это астралены
 - 3) это нефтяные смолы и масла
 - 4) это ароматические углеводороды
 - 5) это гетероциклические углеводороды
 - 6) это минеральная составляющая
 - 7) это циклопентадиенильные производные
 - 8) это легкие парафины
 - 9) это непредельные углеводороды

XXI. Doom (Дисперсно-Упрочненные Материалы)



Дисперсно-упрочненными композиционными материалами называют материалы, содержащие искусственно вводимые в них равномерно распределенные упрочняющие частицы, не взаимодействующие активно с матрицей и не растворяющиеся в ней заметно вплоть до температуры плавления.

1. В файле ответов опишите основные механизмы упрочнения ДУМ с металлической матрицей. (3 балла)
2. В файле ответов оцените среднее расстояние между частицами упрочняющей фазы в случае ее равномерного распределения. Считать, что в ДУ сплаве содержится объемная доля f моноразмерных частиц радиусом r . (2 балла)
3. В файле ответов объясните, почему в случае легирования сплавов наноразмерными частицами объемное содержание упрочняющей фазы обычно не превышает 3-6 об.%. (2 балла)

В проволочную форму высокотемпературных сверхпроводников (сложные купраты, ВТСП) в серебряной оболочке, подвергающихся сильным механическим напряжениям (вплоть до разрыва) при пропускании больших токов, генерирующих магнитное поле в соленоидах, трансформаторах, ограничителях предельно допустимых токов, вводят оксид магния, который существенно улучшает их механические характеристики.

4. Как вводят этот оксид магния в композит, укажите ниже правильный вариант ответа (2 балла), пояснив в файте ответов, почему так происходит. (1 балл)
 - 1) в виде изоморфной легирующей добавки магния в фазу ВТСП
 - 2) в виде высокодисперсного оксида магния в шихту при получении ВТСП
 - 3) в виде высокодисперсного порошка магния в порошок готовой фазы ВТСП
 - 4) в виде магний - серебряного сплава внешней оболочки проволоки или ленты

- 5) в виде дисперсного оксида магния в металлическое серебро
- 6) и в фазу ВТСП, и в оболочку из серебра - в виде магния
- 7) и в фазу ВТСП, и в оболочку из серебра - в виде оксида магния

XXII. Неуязвимые бетоны – «терминаторы»



Сегодня сложно представить строительство домов и коттеджей без использования бетона. Это один из основных строительных материалов, который широко распространён как в индустриальном, так и в частном строительстве.

Бетон – это строительный материал, который образуется при отвердевании смеси вяжущего вещества, заполнителей, добавок и воды. Он широко распространён как в индустриальном, так и в частном строительстве. К сожалению, есть одна большая проблема – при нагрузках изделия из бетона покрываются трещинами, что впоследствии снижает прочность и увеличивает коррозию. Однако ученые придумали, как с этим бороться, разработав уникальный бетон, способный, как терминатор из фильма «Терминатор: судный день», восстанавливать себя.

Новый композиционный строительный материал под давлением может гнуться, но при этом он не ломается и не крошится. Как только нагрузка исчезает, бетон возвращает себе первоначальную форму. Хотя его поверхность из-за прогиба покрывается обширной сеткой мелких трещинок, достаточно обычного дождя, чтобы они затянулись сами собой.

Другие разработали «пилюли с нано» для бетона, а третьи и вовсе, в прямом смысле этого слова, заживляют «раны» бетона.

1. В файле ответов напишите, что именно первым ученым послужило основой для создания «неуязвимого» бетона? (2 балла) Какие реакции при этом происходят. (2 балла)

2. В файле ответов укажите, из чего состоят «пилюли». (2 балла) Каков принцип «лечения» ими? (3 балла)
3. Дайте правильный вариант ответа ниже, как может происходить заживление «ран» бетона в последнем случае (2 балла), а в файле ответов предложиты конкретные примеры выбранной Вами альтернативы (2 балла)
 - 1) с использованием бактерий
 - 2) с использованием вирусов
 - 3) с использованием плесени
 - 4) с использованием моллюсков
 - 5) пропаривание
 - 6) реакция под давлением с углекислым газом
 - 7) обработка водным раствором "серной печени"
 - 8) воздействие ультразвуком

XXIII. Самовосстановление

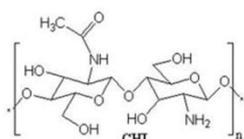


Рис.1. Производное хитозана

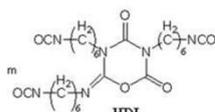


Рис. 2. Гексаметилен диизоциант

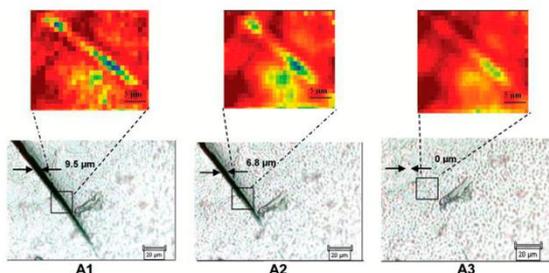


Рис.3. Изображения полимера в ходе заживления (сверху фотографии в ИК-диапазоне, внизу – оптические фотографии), время воздействия УФ-излучения: А1 – 0 мин, А2 – 15 мин, А3 – 30 мин.

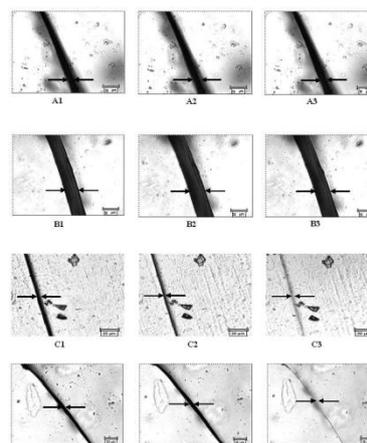


Рис.4. Самовосстановление полимера. Облучение УФ в течение 0 мин – левая часть рисунка, 15 мин – центральная часть, 30 мин – правая часть рисунка. А – чистый полиуретан, HDI/PEG/CHI = 1:1.5:0, В – полиуретан с добавлением хитозана HDI/PEG/CHI = 1:1.4:0.57 × 10⁻⁴, С и D – полиуретан с добавлением хитозана и оксетана в различных концентрациях HDI/PEG/OXE-CHI = 1:1.4:0.57 × 10⁻⁴ и HDI/PEG/OXE-CHI = 1:1.33:1.17 × 10⁻⁴, соответственно.

Любой организм на Земле, будь то бактерия или кит, имеет множество защитных механизмов, позволяющих ему существовать в столь агрессивной среде, как наша биосфера. Одним из таких механизмов является возможность восстановления потерянных клеток, тканей и даже целых органов. Всё это можно объединить одним ёмким словом – регенерация. Чем более сложное строение имеет организм, тем менее выражен этот процесс, т.е. человеческий организм всего-навсего способен лишь восстанавливать потерянные или повреждённые клетки. Однако и этого нам вполне хватает в повседневной жизни.

Хуже обстоит дело с различными бытовыми предметами и устройствами из неживого мира. Однако, в ряде случаев действительно удастся добиться того, чтобы материал "жил", то есть сам бы себя «лечил» и всегда был, как новенький. Это всего лишь самый безобидный пример мечты о самовосстанавливающимся материалах (что же говорить, например, о военной технике!).

1. В файле ответов напишите, какие классы и возможные применения самовосстанавливающимся материалов Вы можете привести. (3 балла)

Понимая всю важность применений таких материалов, учёные постоянно придумывают новые идеи, как создать эффективный самовосстанавливающийся материал, как сделать его производство простым и дешёвым. Особое место среди таких материалов занимают полимеры. Одна группа учёных предложила использовать для указанных выше целей полимеры на основе полиуретана. Для создания композита взяли производное хитозана (рис. 1), которое ввели в реакцию с 3-(хлорметил)-3-метилоксетаном в присутствии NaOH, при этом образовался продукт А. Далее к продукту А добавили полиэтиленгликоль и гексаметилен диизоциант (рис. 2). В результате сформировался самовосстанавливающийся полимер.

2. В файле ответов нарисуйте схему всех протекающих реакций. (3 балла) Укажите строение вещества А. (1 балл)

На рис. 4 представлены оптические фотографии эволюции трещин в ходе процесса самовосстановления полимера под действием УФ-излучения.

3. Если в указанном выше полимере сделать трещину, а затем поместить под УФ-излучение, то меньше, чем за час, «рана» затянется. Объясните в файле ответов, почему в качестве «заживляющего» излучения было выбрано УФ-излучение. (1 балл) Предложите механизмы «заживления» в таком полимере (рис.3). (3 балла)

4. Дайте (ниже) ответ, что способствует склонности оксетана к полимеризации. (1 балл)

- 1) электрофильность альфа-углеродных атомов
- 2) напряженность цикла
- 3) нуклеофильность кислорода
- 4) все факторы, указанные выше
- 5) ни один из обсуждаемых факторов

XXIV. Покупайте лучшее! (без права на рекламу)



Только наша фирма разрабатывает и продаёт уникальные нанокompозитные материалы! Они незаменимы в строительстве и ремонте! Они удобны и долговечны! Вот лишь некоторые:

Волокнит

Новейший нанотехнологичный материал, сочетающий высокую прочность нановолокон и матрицы из нанокристаллов. Изготавливается по запатентованной технологии на специализированном оборудовании. Основу Волокнита составляют высокопрочные нановолокна на основе силикон диоксида, помещённые в матрицу из лучших образцов алита и микрочастиц кремнезёма. Алит обрабатывается чистой артезианской водой из скважины глубиной 350 метров. Гипертермическая обработка острым паром придаёт материалу поистине космическую прочность. Волокнит имеет равную прочность во всех направлениях, долговечен и негорюч. Тонкие, лёгкие и удивительно прочные листы Волокнита укроют Ваш дом и защитят его от любых капризов погоды!

Керамит

Керамит является предшественником технологии Волокнита. Он представляет собой матрицу из нано- и микрокристаллов муллита, вещества, из которого делали компоненты брони танков. Муллит получен и закалён высокотемпературной обработкой, обладает высокой твёрдостью, прочностью, износостойкостью. Способен выдерживать высокие температуры и даже попадание концентрированных кислот и щелочей. Капли расплавленной стали отскакивают от его поверхности, не причиняя ни малейшего вреда! Для Вашего удобства этот суперматериал производится в виде тонких плит, идеально подходящих для облицовки участков, подверженных сильному износу. Специально

обученные мастера способны из плит Керамита создать крышу, которой не страшны ни кислотные дожди, ни даже радиоактивные осадки!

Целлювар

Целлювар является последней разработкой нашей фирмы. Данный композитный материал состоит из специально подготовленных нанофибрилл поли-бетта-(D)-глюкозы, помещённых в матрицу из органических материалов. Целлювар лёгок, прочен, водонепроницаем. Входящие в его состав материалы имеют природное происхождение, не содержат ГМО.

Целлювар выпускается в виде широкой ленты длиной 25 и 50 метров. Он отлично сваривается, легко укладывается и долго служит, защищая Вас и Ваш дом!

Покупайте лучшее!! Наши продукты были разработаны ведущими специалистами, они запатентованы и успешно используются во многих странах мира!!!

1. В файле ответов опишите, что такое, на Ваш взгляд, Волокнит, Керамит и Целлювар. (2 балла)
2. Какие процессы протекают при их изготовлении и какие реально существующие аналоги они имеют? (5 баллов)
3. Какие особенности и возможные недостатки этих материалов (а также терминологические неточности) были умело скрыты в этом рекламном сообщении? (3 балла)
4. Какие перспективные разработки придут, как Вы считаете, на замену этим материалам? (3 балла)
5. В файле ответов поясните, насколько безопасны описанные материалы экологически и с медицинской точки зрения. (3 балла)
6. Ниже уточните, что из перечисленного получило название "горного дерева" (2 балла), а в файле ответов поясните, почему. (1 балл)
 - 1) "волокнит" как таковой
 - 2) "керамит" как таковой
 - 3) "целлювар" как таковой
 - 4) "нановолокна силикон диоксида"
 - 5) "алит"
 - 6) "муллит"
 - 7) "нанофибриллы поли-бетта-(D)-глюкозы"
 - 8) "микрочастицы кремнезема"
 - 9) название не ассоциируется ни с чем из перечисленного

XXV. Бронежилет



Секретный агент 113478 работал на суперсекретном заводе по изготовлению бронежилетов. Там он возглавлял лабораторию новых средств защиты. Через некоторое время он заподозрил слежку и оборвал контакт с “Большой землёй”. Затем, тщательно продумав схему передачи, он составил сообщение и передал его связному. При передаче 113478 шепнул: “щёлочь и хлороплазма”.

Связной надел полученный бронежилет и с боем покинул лабораторию. При этом в него попало 10 pistolных пуль, 2 автоматных и одна винтовочная. Бронежилет выдержал всё, хотя и потерял товарный вид.

В лаборатории, помня о послании, связной положил бронежилет в щёлочь. Через некоторое время металл приобрёл ярко-жёлтый цвет и перестал растворяться. При этом на нагрудной кирасе появился текст! Сфотографировав его, связной стравил плазмой хлора верхний слой и снова погрузил бронежилет в щёлочь. Так была открыта вторая, третья и далее страницы секретного послания. В конце концов, бронежилет полностью растворился. Защита спины, хотя и имела такое же строение, как нагрудная, послания не содержала.

Связного очень заинтересовала структура и материалы столь чудесной брони, поэтому при растворении он делал пометки и анализы. В ловушке плазменной установки при охлаждении жидким азотом скопились продукты плазменного травления. При нагревании ловушки образовалась тяжёлая жидкость с хлопьями белёсого осадка. Жидкость имела очень сильный запах и заметно дымила на воздухе. Отфильтрованные хлопья с лёгким хлопком реагировали с водой, давая облачко белого дыма с резким запахом. Вода после реакции давала осадок при прибавлении избытка аммиака, но не образовывала осадков при добавлении избытка щёлочи или кислоты. Фильтрат можно было разделить на две фракции перегонкой. Причём первая фракция вообще не реагировала ни с водой, ни с кислотами, ни с аммиаком или щёлочью, а вторая реагировала со всеми перечисленными реагентами очень бурно, неизменно давая массу густого белого дыма.

Количественно перегнав новую порцию жидкости, вязкой получил две фракции примерно равной массы. Он поместил их в стальные бомбы и добавил избыток натрия. После лёгких взрывов, он обнаружил в одной бомбе копоть, а во второй – порошок металла, который после электронно-лучевой плавки образовал блестящий серебристый слиток. В обеих бомбах было найдено равное количество поваренной соли.

Обдумав результаты, вязкой несколько изменил компоненты брони и заметно улучшил её характеристики, после чего носил её постоянно.

1. В файле ответов укажите, из каких материалов состоял бронежилет, кратко опишите их свойства. (3 балла)
2. В файле ответов укажите, какие реакции, скорее всего, протекали при процессе “чтения” послания и анализа компонентов? (2 балла)
3. В файле ответов рассмотрите, какова структура бронежилета и каково назначение каждого элемента его структуры? (3 балла)
4. В файле ответов рассчитайте, какова толщина слоёв (5 баллов), если травление в щёлочи концентрацией 0,01 моль/литр занимало 10 мин при скорости подачи щёлочи 97 мл/мин, а время плазменной обработки было равно 21,73 мин при давлении атомарного хлора в 100 Па и температуре 500К? Считать, что щёлочь и плазма воздействуют на материал в режиме потока с полным расходом компонентов. Толщину потока плазмы примите равной 10 см. Скорость потока плазмы считайте кратной полным объёмам реактора (площадь кирасы, умноженная на толщину потока) и равной 5 объёмов в минуту. Плотность золотистого материала примите равной 4,9 г/см³. Кирасу считайте правильной трапецией с меньшим основанием равным 45 см, большим – 52 см и высотой – 50 см.
5. В файле ответов обсудите, как можно изготовить подобный материал? (2 балла)
6. Какие материалы можно заменить (на что и почему) для улучшения характеристик бронежилета? (3 балла)
7. Сколько страниц было в послании агента 113478, если толщина бронежилета была равна 5 мм (2 балла), ответ подтвердите расчетом в файле ответов (2 балла).
 - 1) 100 000 – 100 100
 - 2) 50 000 – 51 000
 - 3) 21 000 – 23 000
 - 4) 12 000 – 14 300
 - 5) 6000 – 6900
 - 6) 3000 – 3100
 - 7) 1200 – 1400

8) 700 – 800

9) 100 – 200

10) 10 – 15

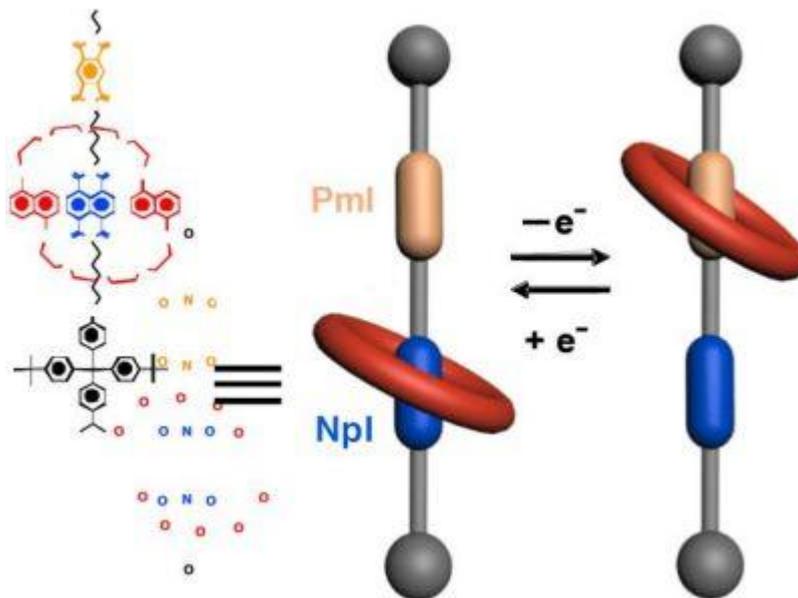
Минивикторины творческих конкурсов и конкурсов научно-исследовательских работ (2011)

I. Нанofизика, наноэлектроника

Типы работ – научно-исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

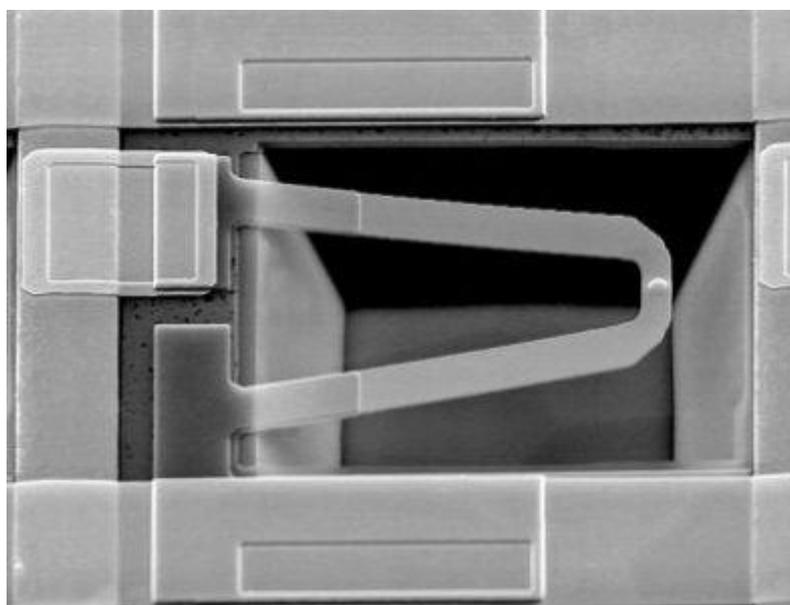
- Фундаментальные основы физических явлений, происходящих "на наноуровне" (туннелирование, квантование, эффекты "близости").
- Размерный эффект, его проявления и влияние на дизайн наноустройств.
- Элементная база наноэлектроники (квантовые точки, графен, нанотрубки, нанопроволоки, упорядоченные массивы элементов и пр.).
- Методы создания наноустройств и устройств наноэлектроники.
- Компьютерное моделирование физических явлений и функционирования наноустройств.
- Прототипы устройств, использующих особые свойства нанобъектов (запись, считывание, воспроизведение, преобразование информации, энергии и пр.).
- Измерение и анализ физических свойств нанобъектов.

1. Молекулы какого из ниже перечисленных классов использовались для создания запоминающего устройства молекулярной электроники, изображенного на рисунке?

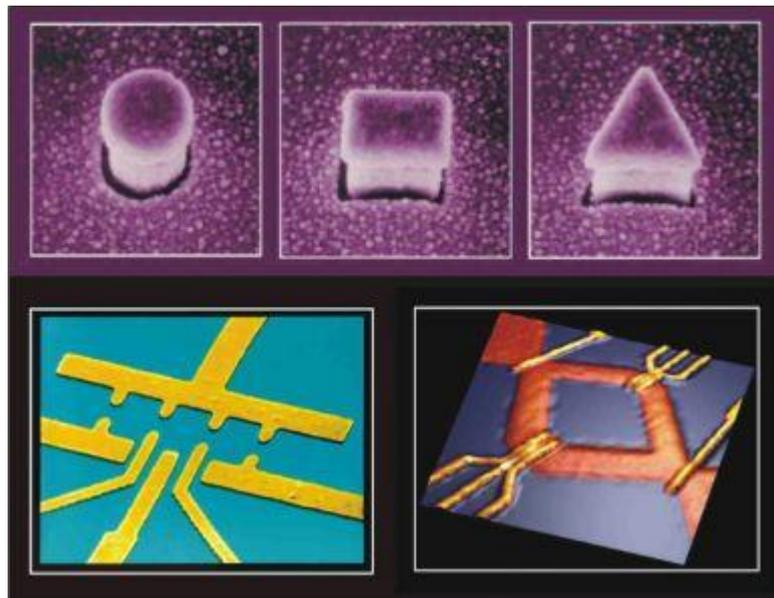


- 1) криптанды
- 2) краун – эфиры
- 3) ротаксаны
- 4) катенаны

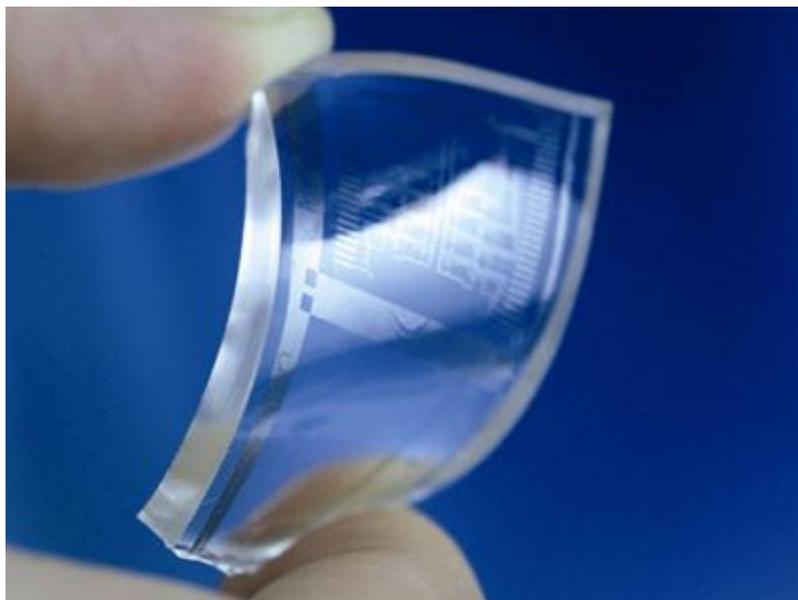
- 5) кариксарены
 - 6) электриды
 - 7) электреты
 - 8) хелаты
2. Для записи и последующего считывания информации можно использовать массивы зондов-иголок, что позволит увеличить на порядки скорость считывания / записи информации и поэтому сделает такой способ конкурентоспособным по быстродействию не только с магнитными, но и, например, сугубо электронными – такими, как флэш-память. На рисунке изображена одна из подобных конструкций. Зачем в цепи питания таких устройств, прижимающих иглу кантилевера к среде, в которой информация записывается (например, поверхность специального полимера), в свое время включались диоды Шоттки?



- 1) для выпрямления импульсов тока из бытовой цепи
 - 2) для предотвращения нагрева кантилеверов
 - 3) для предотвращения крипа сегнетоэлектрического нанопозиционирующего устройства
 - 4) для нагрева кантилеверов
 - 5) для электрического шунтирования
 - 6) для накопления электростатического заряда
 - 7) для блокирования паразитных токов
3. На данной схеме показаны устройства, полученные с использованием квантовых точек. Вверху - искусственно выращенные "вертикальные" квантовые точки. Левый нижний рисунок показывает геометрию затвора в планарной структуре с квантовыми точками. Что может быть изображено на правом нижнем рисунке?



- 1) SQUID - датчик
 - 2) датчик Холла
 - 3) оптический пинцет
 - 4) кольцо Ааронова-Бома
 - 5) элемент Пельтье
 - 6) счетчик Гейгера
 - 7) детектор излучения Вавилова – Черенкова
4. С помощью какой методики на полимерную матрицу лучше всего наносить планарную структуру из листов графена для гибкой электроники?



- 1) электродуговым распылением
- 2) лазерной абляцией
- 3) мягкой литографией

- 4) микросферной литографией
 - 5) магнетронным напылением
 - 6) электрофоретическим осаждением
 - 7) с помощью графоэпитаксии
5. Изготовление МЭМС (микроэлектромеханических систем) обычно включает стадию использования полимеров для получения деталей таких устройств. Использование металлов для этих же целей сталкивается с соотношением (законом) Холла–Петча, которое дает количественное описание роста предела текучести поликристаллического материала с уменьшением размера зерна. При существенном уменьшении зерна до порядка нескольких десятков нанометров этот закон в той или иной мере нарушается, и проявляется так называемый обратный эффект Холла–Петча. Как тогда "вырезать" микродетали из расходного материала при микроштамповке, какую форму металла (расходного материала) лучше использовать?



- 1) монокристалл металла
- 2) "ус" металла
- 3) тонкую пленку металла
- 4) поликристаллическую фольгу
- 5) фольгу аморфного металла
- 6) фольгу металла после термомеханической обработки

II. Углеродные наноматериалы

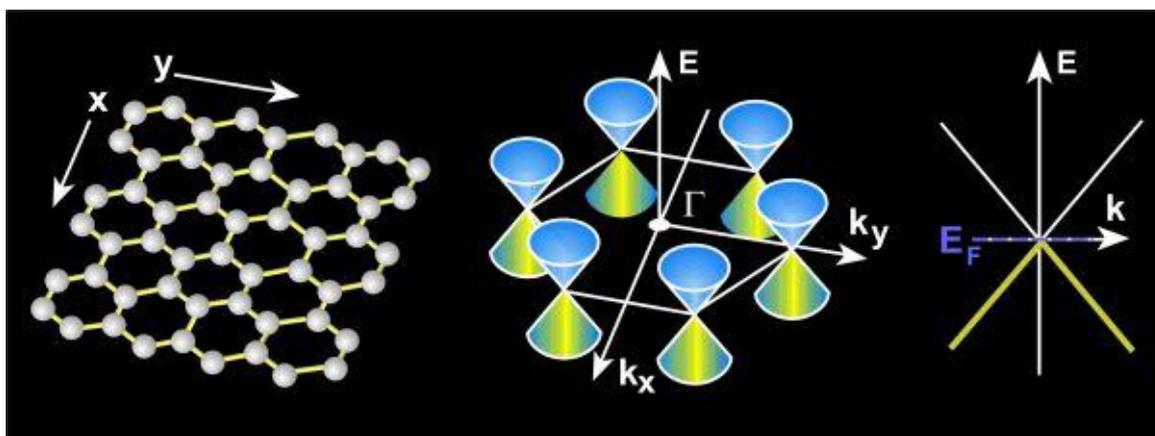
Научно-исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Углеродные нанотрубки, синтез, модифицирование, практическое использование
- Фуллерены, синтез, модифицирование, практическое использование
- Графен, синтез, модифицирование, практическое использование
- Наноалмаз, синтез, модифицирование, практическое использование
- Графит и его производные, получение, модифицирование, практическое использование
- Углеродные волокна, получение, модифицирование, практическое использование
- Стеклоуглерод и технические материалы на основе углерода
- Композиты, содержащие углеродные наноматериалы

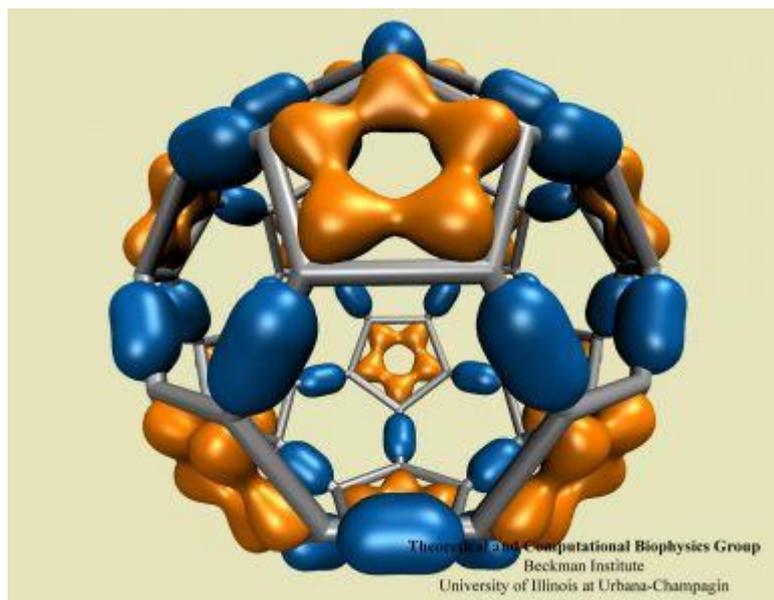
1. Какое из предложенных ниже веществ используют при получении наноалмазов?



- 1) O_3
 - 2) оксидиквит
 - 3) черный порох
 - 4) NBr_3
 - 5) N_2O_4
 - 6) H_2O_2
 - 7) соль Бартлета
 - 8) гремучая ртуть
 - 9) аммонал
2. В СКР графена интенсивность линий и их положение зависят от числа слоев. Для какой линии эффект проявляется в наибольшей степени?

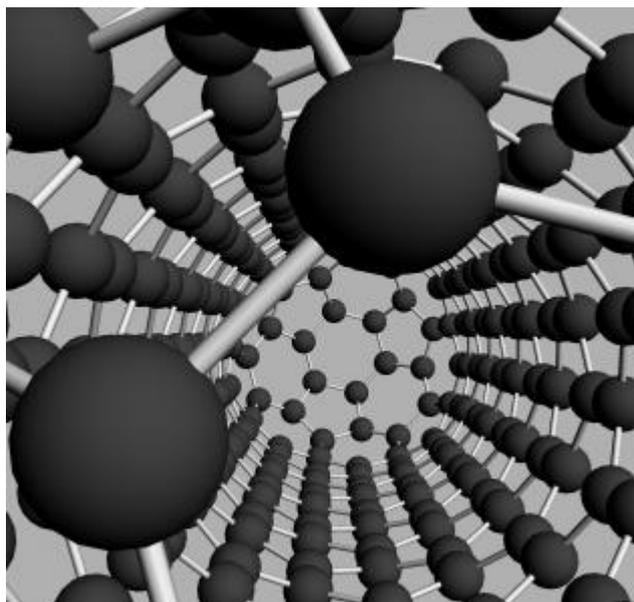


- 1) для G - линии
 - 2) для D - линии
 - 3) для всех линий одинаково
 - 4) изменения незначительны
 - 5) графен не имеет значимого рамановского спектра
3. Какой из перечисленных ниже методов предпочтителен для количественного анализа химического состава фтор-производных фуллерена?



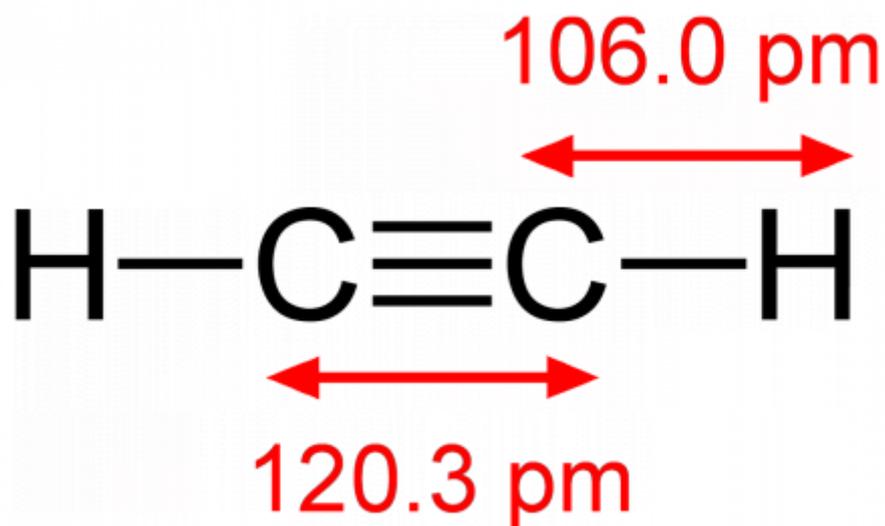
- 1) рентгенофазовый анализ
- 2) электронная дифракция
- 3) капиллярная адсорбция азота
- 4) рентгеноспектральный микроанализ
- 5) взвешивание на кварцевых микровесах
- 6) матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация
- 7) инфракрасная спектроскопия
- 8) сканирующая зондовая микроскопия

4. Какие из перечисленных ниже дефектов могут присутствовать в одностенной углеродной нанотрубке?



- 1) дефект Стоуна - Велса
- 2) дефект Френкеля
- 3) дефект Шоттки
- 4) дислокации
- 5) несоразмерные модуляции
- 6) дисклинации
- 7) центры окраски
- 8) политипия

5. Какой из катализаторов используют для получения "органического металла"?



- 1) цеолит и другие молекулярные сита

- 2) платиновая чернь
- 3) наностержни серебра
- 4) оксид ванадия (V)
- 5) Циглера - Натта
- 6) катализатор Уилкинсона
- 7) основание Шиффа
- 8) реактив Гриньяра

III. Альтернативная энергетика

Научно - исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Нетрадиционные приемы генерации, передачи и хранения энергии с использованием нанотехнологий
- Нанотехнологии в солнечной энергетике
- Наноматериалы для ядерной энергетики
- Наноматериалы для водородной энергетики
- Дизайн и новые материалы топливных элементов
- Первичные и вторичные химические источники тока
- Биоэлектричество и биотопливо, каталитические процессы и системы
- Мембранные технологии для альтернативной энергетики
- Нантехнологии в гидротермальной энергетике
- Гидро- и ветроэнергетика и материалы для них
- "Умный дом"
- Наноматериалы и новые процессы для транспорта будущего

1. Что можно в качестве "антенн" использовать в пластиковых солнечных батареях?



- 1) медную проволоку
 - 2) квантовые точки
 - 3) напыленные серебряные меандры
 - 4) магнитные наночастицы оксида железа
 - 5) полимер с дырочной проводимостью
 - 6) широкозонный полупроводник
 - 7) прозрачный электронный проводник (оксид)
2. С чем теснейшим образом связана аббревиатура rabbits?



- 1) с ВТСП второго поколения
- 2) с кролиководством и биотопливом
- 3) с производством солнечных батарей
- 4) с увеличением прочности лопаток гидротурбин

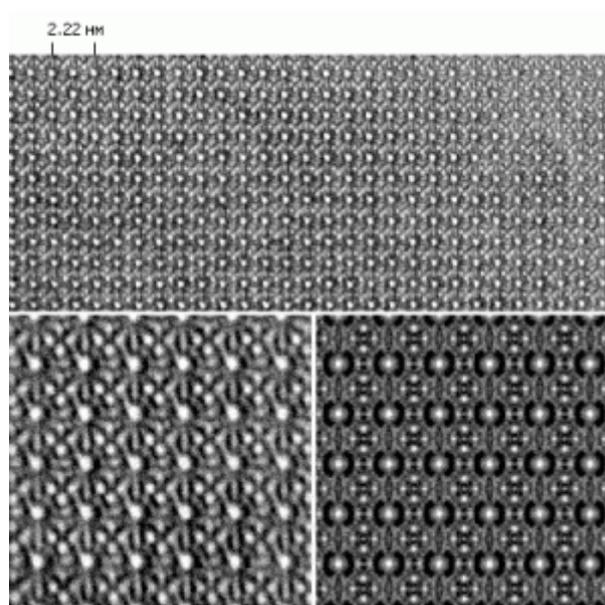
- 5) с разработкой оболочек ТВЭЛов
 - 6) ни с чем не связано
 - 7) связано со всем вышеперечисленным
 - 8) вопрос не имеет смысла
3. Какая из перечисленных ниже жидкостей наиболее близка по набору химических элементов и веществ к обычным продуктам фотосинтеза?



- 1) кока - кола
 - 2) водка
 - 3) терпениол
 - 4) молоко
 - 5) битум
 - 6) креозол
 - 7) минеральная вода
 - 8) соляная кислота
 - 9) физиологический раствор
4. Какое из перечисленных ниже веществ можно, в принципе, использовать для создания электрохромных "умных окон"?



- 1) латунь
 - 2) амальгаму аммония
 - 3) вольфрамовую бронзу
 - 4) сплав с памятью формы
 - 5) кассиев пурпур
 - 6) берлинскую лазурь
 - 7) киноварь
 - 8) галогениды серебра
5. На фотографии показана кристаллическая решетка современного термоэлектрика с клатратной структурой. С чем связано преимущество использования подобных "наноклеточных" материалов?



- 1) с оптимизацией теплоемкости
- 2) с независимой подстройкой тепло- и электропроводности

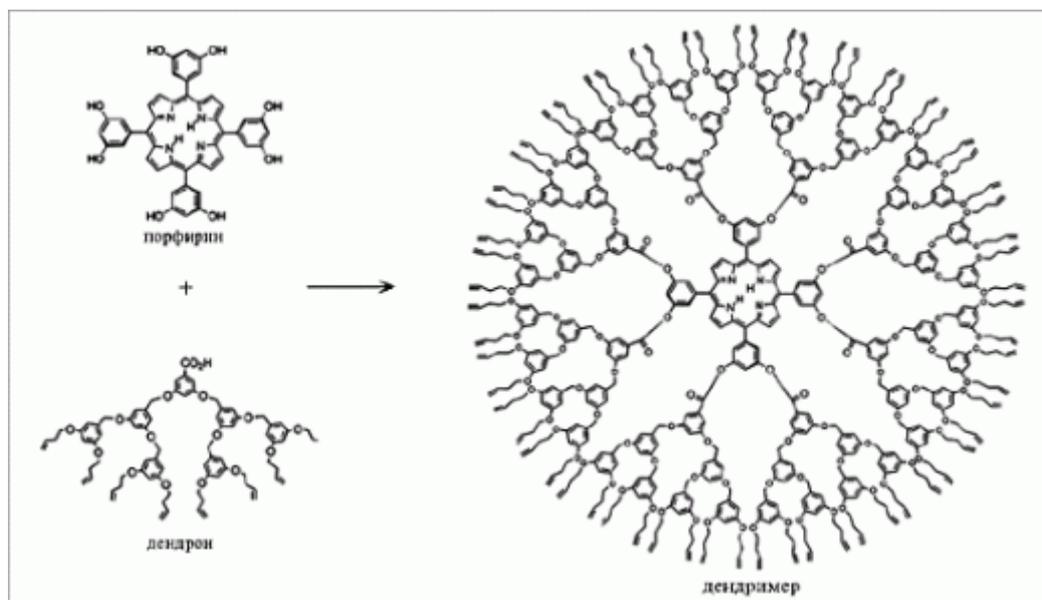
- 3) с искусственным изменением КТР
- 4) с подстраиваемым модулем Юнга
- 5) с увеличением эффекта Пельтье
- 6) с увеличением эффекта Зеебека
- 7) с увеличением ширины запрещенной зоны
- 8) с уменьшением размера зерен и межкристаллитного сопротивления
- 9) с увеличением электрофоретического эффекта

IV. Экология, наномедицина, нанобиотехнологии

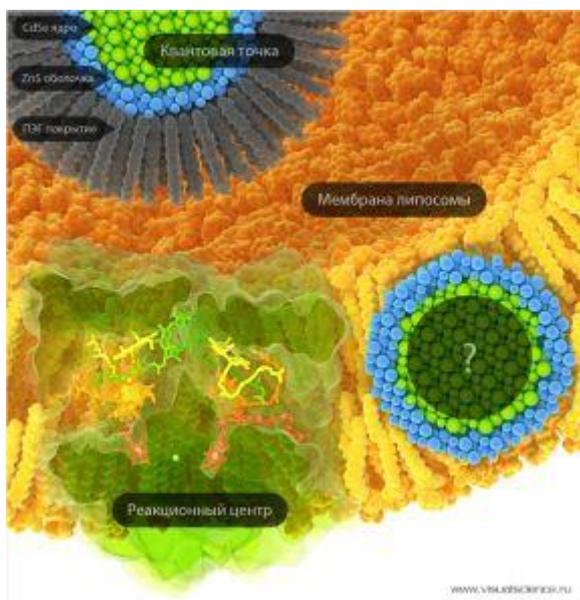
Научно - исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Молекулярные машины
- Нанобиоконъюгаты, получение, свойства, применения
- Биосенсоры
- Биокерамика, биосовместимые наноматериалы
- Квантовые точки, магнитные наночастицы для биомаркеров и средств визуализации
- Антибактериальные покрытия
- Биосовместимые покрытия
- Методы получения наноматериалов с помощью живых организмов
- Наноматериалы природного происхождения
- Сорбенты для медицинских целей
- Наноматериалы для клеточной инженерии
- Нанотоксикология

1. Для использования в какой из видов терапии из ниже перечисленных не подходят дендримеры?



- 1) генотерапия
 - 2) локальная гипертермия
 - 3) фотодинамическая терапия
 - 4) нейтронозахватная терапия
 - 5) радиотерапия
 - 6) хемотерапия
2. Что является вторичным акцептором электронов в искусственной фотосинтетической системе "бактериородопсин - квантовая точка"?

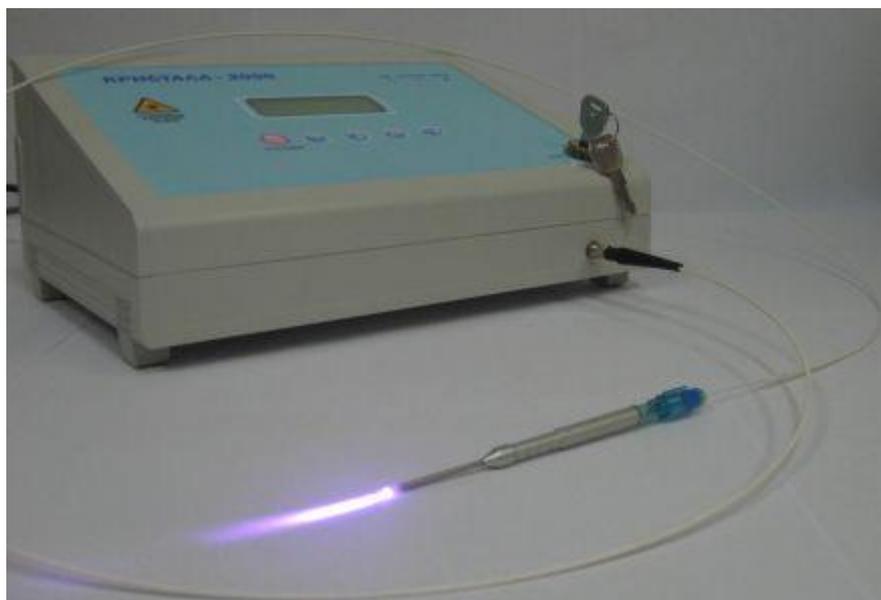


- 1) квантовая точка
- 2) ретиналь
- 3) молекулы убихинонов
- 4) билипидная мембрана

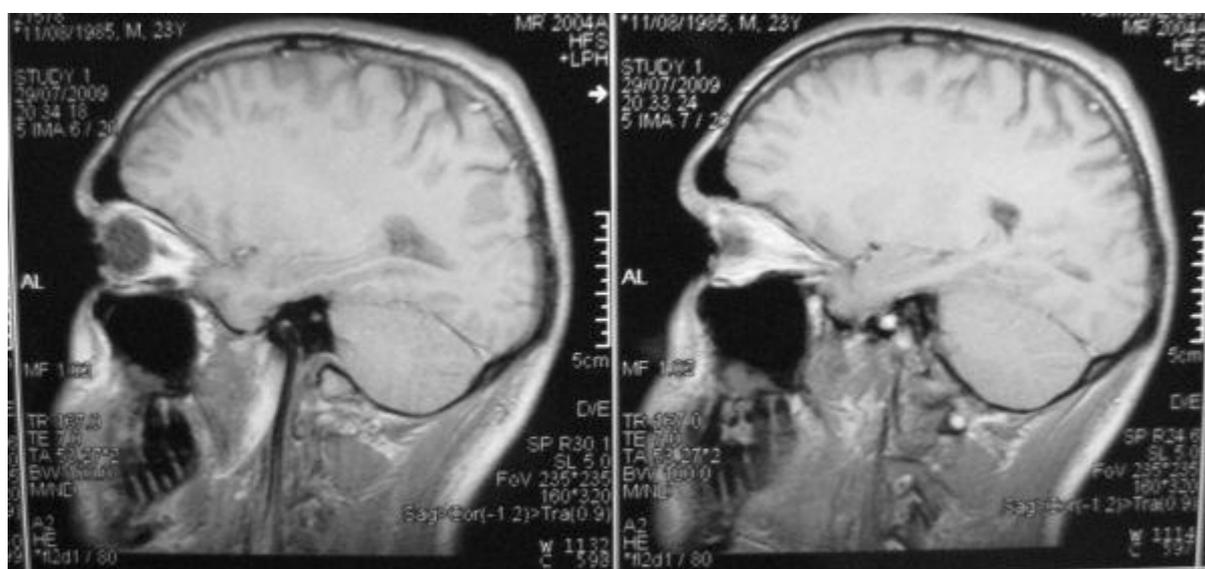
- 5) аспарагиновая кислота
 - 6) шиффофовое основание
3. Какая из ниже перечисленных пар используется для реализации "клик - химии"?



- 1) карбоксильная группа - аминогруппа
 - 2) хинон - имин
 - 3) нитрозогруппа - кетон
 - 4) нитрогруппа - алкен
 - 5) диазогруппа - диен
 - 6) азид - алкин
 - 7) цианогруппа - альдегид
4. Производные каких из ниже перечисленных соединений используются для проведения фотодинамической терапии?



- 1) меркаптанов
 - 2) металлоценов
 - 3) кубанов
 - 4) краун - эфиров
 - 5) криптанов
 - 6) порфиринов
 - 7) барбитуратов
 - 8) холестерина
 - 9) родопсина
5. В чем причина эффективности использования суперпарамагнитных наночастиц оксидов железа как МРТ - контрастов?



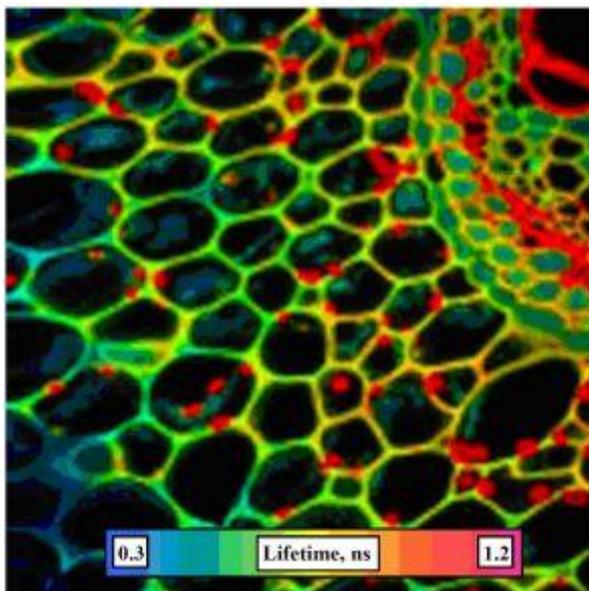
- 1) создание локального магнитного поля
- 2) поглощение магнитного поля ионами железа
- 3) локальное повышение температуры в переменном магнитном поле
- 4) переизлучение электромагнитного излучения наночастицами
- 5) протекание локальных химических реакций под действием магнитного поля
- 6) возбуждение вихревых токов в наночастицах в переменном магнитном поле

V. Фотоника и нанофотоника

Научно - исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Фотоннокристаллические системы
- Наноплазмоника и устройства с использованием плазмонного резонанса

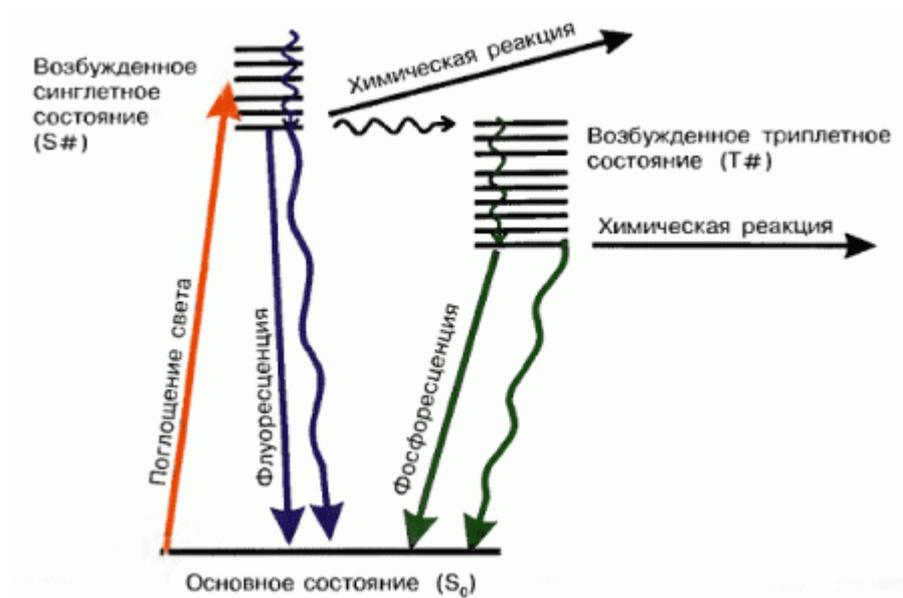
- Светоизлучающие элементы, ОСИД и другие
 - Люминесцентные сенсоры
 - Ферстеровский перенос энергии и резонансные явления
 - Энергетический обмен в нанобиосистемах
 - Гетероструктуры и сверхрешетки
1. Какая из конструкций служит чаще всего для увеличения эффективности люминесценции кадмий - халькогенидных квантовых точек?



- 1) оболочка более широкозонного на ядре из узкозонного полупроводника
 - 2) ширины запрещенных зон полупроводников ("ядро - оболочка") сопоставимы, края зон сдвинуты
 - 3) квантовая точка, содержащая ловушки дырок
 - 4) квантовая точка, содержащая ловушки электронов
 - 5) квантовая точка, содержащая ловушки экситонов
 - 6) квантовая точка эллиптической формы
 - 7) квантовая точка с уменьшенным стехиометрическим содержанием халькогена
2. Оптическая микроскопия единичных квантовых точек показала, что им присуще «мерцающее» поведение, когда точка случайно-периодически переходит из люминесцирующего состояния (on-состояние) в темное состояние (off-состояние). С чем связано такое поведение?

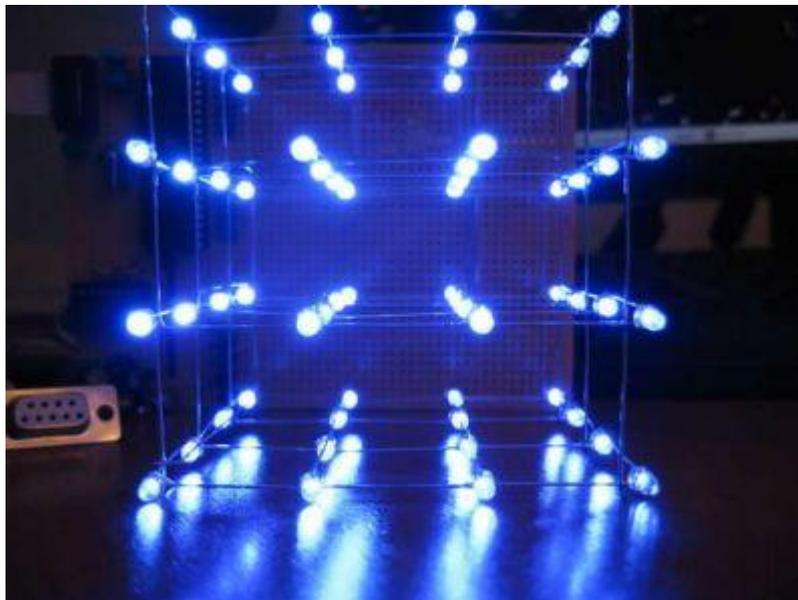


- 1) броуновское движение частиц
 - 2) флуктуации коэффициента преломления раствора
 - 3) один из носителей заряда инжектируется в окружение нанокристалла
 - 4) высокая анизотропия тепловых колебаний атомов
 - 5) несовершенство измерительной аппаратуры
 - 6) тепловые флуктуации
3. К каким переходам относится "внутренняя конверсия" в диаграмме Яблонского (и вообще...)?

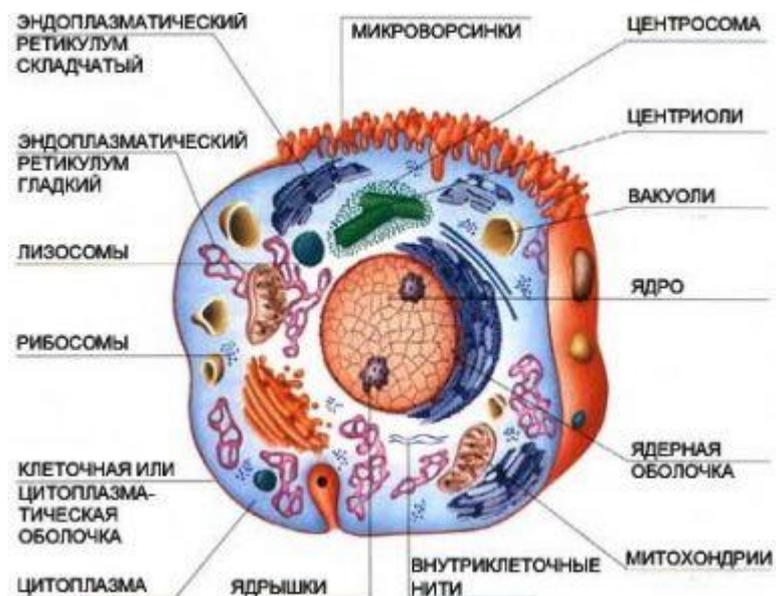


- 1) к люминесценции
- 2) к флуоресценции
- 3) к фосфоресценции
- 4) к поглощению излучения

- 5) к многофотонному поглощению
 - 6) к испусканию когерентного излучения
 - 7) к безызлучательным переходам
4. Какой из ионов редкоземельных элементов Вы бы использовали для создания ОСИД?



- 1) Ce^{4+}
 - 2) La^{3+}
 - 3) Sc^{3+}
 - 4) Y^{3+}
 - 5) Eu^{2+}
 - 6) Pr^{4+}
 - 7) Ce^{3+}
 - 8) Er^{3+}
5. Какой из методов, перечисленных ниже, Вы бы использовали для неразрушающего анализа биомолекул, содержащихся в живых клетках?



- 1) ЯГР
- 2) ГКР
- 3) ЯКР
- 4) РФА
- 5) РГА
- 6) РФЭС
- 7) АЭС
- 8) ТГА

VI. Конструкционные наноматериалы

Научно - исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Ультрамелкозернистые металлические конструкционные материалы
- Нанокерамика
- Строительные наноматериалы
- Полимерные материалы, модифицированные нановолокнами, наночастицами
- Керметы
- Углеродные композитные материалы, композитные материалы на основе углеродных нанотрубок, графена, фуллерена, наноалмаза
- Антифрикционные, антикоррозионные, упрочняющие покрытия
- Текстиль, тканые и нетканые материалы, содержащие наночастицы

1. Что (хотя бы теоретически) лучше использовать для повышения молниезащищенности истребителя пятого поколения?



- 1) фуллерены
- 2) висеры карбида кремния
- 3) полупроводниковые висеры кремния
- 4) кварцевые волокна
- 5) тефлоновые покрытия
- 6) квантовые точки селенида кадмия
- 7) углеродные нанотрубки
- 8) столбчатые покрытия из диоксида циркония
- 9) усы сверхчистого железа
- 10) Nb_3Ge

2. Из каких реактивов получают аэросил для нанобетона?



- 1) CCl_4
- 2) $ZrCl_4$
- 3) $SiCl_4$

- 4) CaCl_2
- 5) $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 6) H_3PO_4
- 7) H_2SO_4
- 8) SF_6
- 9) $\text{Ti}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$

3. За счет какого воздействия можно увеличить гидрофобность тефлона?



- 1) обработка кислородной плазмой
 - 2) обработка плавиковой кислотой
 - 3) микроструктурирование поверхности
 - 4) полировка поверхности
 - 5) электрогальваническое нанесение меди
 - 6) магнетронное нанесение золота
 - 7) фотохимическое воздействие
 - 8) воздействие жестким гама - излучением
 - 9) плавление и охлаждение
4. В каком из перечисленных ниже устройств обычно с успехом (как необходимая составляющая) используются керметы?



- 1) "кислородные" топливные элементы
 - 2) бытовые зеркала
 - 3) посуда для микроволновой печи
 - 4) корпуса сотовых телефонов
 - 5) элементы Пельтье для охлаждения процессоров
 - 6) "искусственный камень" бытовой кухонной мебели
 - 7) прочные корпуса подводных лодок
 - 8) изоляционные элементы ЛЭП
 - 9) фундаменты небоскребов
5. Из какого металла (сплава), подвергнутого оптимальной термомеханической термообработке, Вы бы сделали бронежилет?



- 1) латунь
- 2) бронза

- 3) карбонильное железо
- 4) никель Ренея
- 5) осмий
- 6) хром
- 7) ванадий
- 8) титан
- 9) цирконий
- 10) скандий

VII. Синтез и анализ нанообъектов

Научно - исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

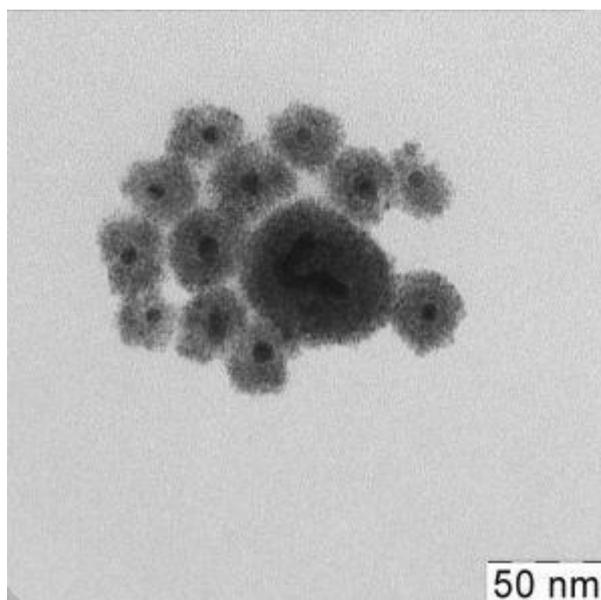
- Сканирующая зондовая микроскопия и ее новые модификации при получении и анализе наноматериалов
- Электронная микроскопия (сканирующая, просвечивающая, высокого разрешения, электронная дифракция, локальный анализ состава и пр.) и ее новые модификации при анализе наноматериалов
- Дифракционные методы анализа наноматериалов (рентгеновская, нейтронная дифракция и пр.)
- Малоугловое рассеяние при анализе наноматериалов, динамическое светорассеяния и пр.
- Резонансные методы анализа нанообъектов (ЯМР, ЯГР, ЭПР и др.)
- Спектральные методы анализа нанообъектов (ИК, УФ-вид., СКР, ГКР и др.)
- Тонкая структура полосы поглощения рентгеновских лучей (XANES, EXAFS), РФЭС и др. методы в анализе наноматериалов
- Конфокальная микроскопия в анализе биологических объектов с "наномаркерами", методы визуализации для биологии и медицины
- Методы анализа состава наноматериалов
- Методы анализа механических свойств наноматериалов, нанотрибология
- Методы анализа магнитных и электрических характеристик нанообъектов, в том числе единичных
- Разработка новых методов получения наноматериалов
- Разработка новых методов анализа наноматериалов
- Программное обеспечение методов синтеза и анализа наноматериалов

- Нанометрология

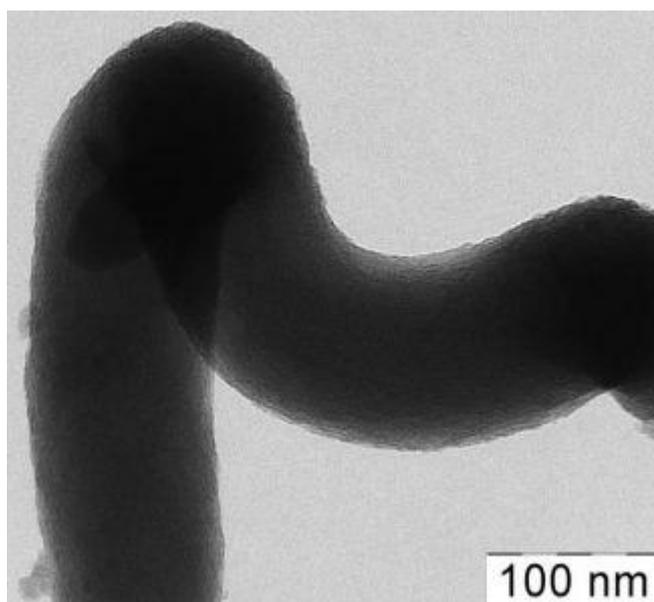
1. Каким из методов, скорее всего, можно было бы увидеть этих нанороботов (на коллаже)?



- 1) атомно - силовая микроскопия
 - 2) конфокальная микроскопия
 - 3) ближнепольная оптическая микроскопия
 - 4) туннельная сканирующая микроскопия
 - 5) сканирующая электронная микроскопия
 - 6) просвечивающая электронная микроскопия
 - 7) электронная микроскопия высокого разрешения
 - 8) магнито-резонансная томография
 - 9) рентгеновская топография
2. Каким образом проще и надежнее всего было бы подтвердить наличие наночастиц золота в оболочках на основе диоксида церия, показанных на микрофотографии?



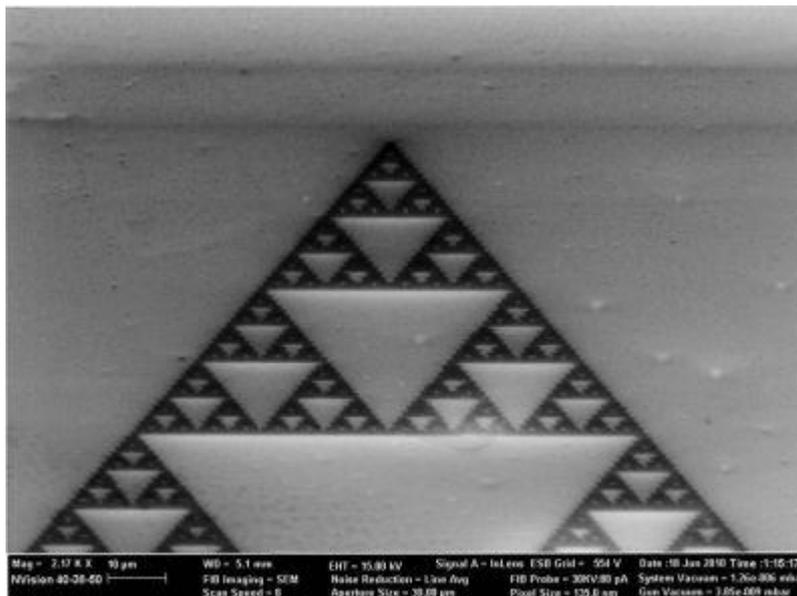
- 1) инфракрасной спектроскопией
 - 2) УФ-вид. спектроскопией
 - 3) мессбауэровской спектроскопией
 - 4) SQUID - магнетометрией
 - 5) вибрационной магнетометрией
 - 6) термогравиметрией
 - 7) вискозиметрией
 - 8) импеданс-спектроскопией
3. Каким методом, скорее всего, получен этот мезопористый диоксид кремния из исходных реагентов?



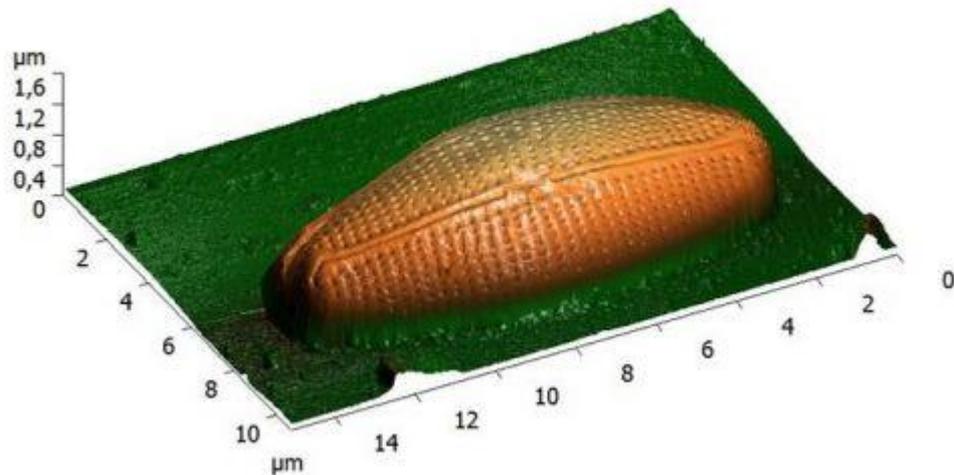
- 1) электровзрыв нанопроволоки
- 2) сверхкритическая сушка

- 3) золь - гель метод
- 4) пиролиз аэрозолей
- 5) сжигание нанокристаллического кремния
- 6) рентгеновская литография
- 7) dip-реп литография
- 8) "мягкая" литография
- 9) самосборка наночастиц аэросила

4. Как эта структура ("ковер Серпинского"), скорее всего, была получена на кремнии?



- 1) ионной имплантацией
 - 2) ионным травлением
 - 3) блоксополимерной литографией
 - 4) MO CVD
 - 5) струйной 3D - микропечатью
 - 6) электростатической самосборкой сверхрешетки
 - 7) анодированием поверхности
5. Что здесь может быть изображено?



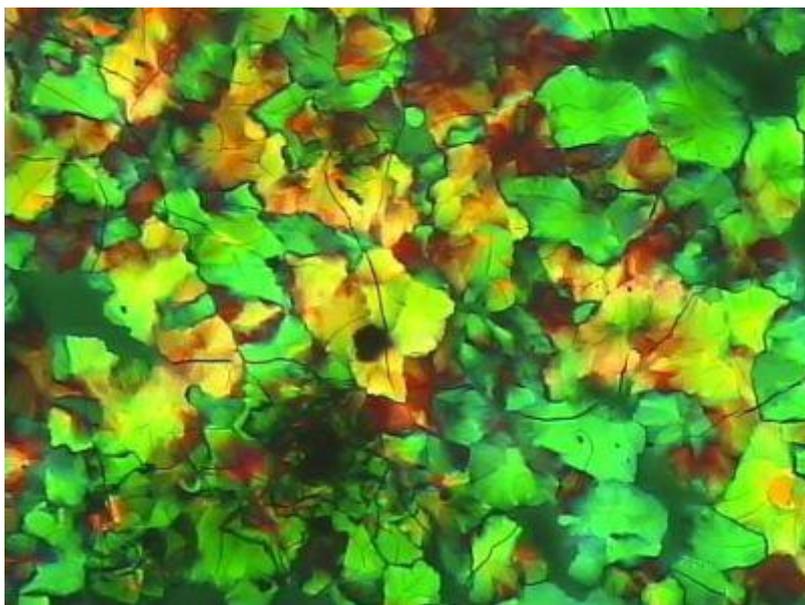
- 1) вирус гриппа
- 2) улитка
- 3) клетка лука
- 4) вирус табачной мозаики
- 5) наночастица золота
- 6) планктон
- 7) мезопористый диоксид кремния
- 8) сверхрешетка магнитных наночастиц оксида железа (III)
- 9) фотонный кристалл

IX. Функциональные наноматериалы

Научно - исследовательские работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Методы получения, структура и свойства магнитных наноматериалов и функциональных нанокомпозитов
- Методы получения, структура и свойства углеродных наноматериалов и функциональных нанокомпозитов
- Методы получения, структура и свойства каталитически активных наноматериалов и функциональных нанокомпозитов
- Методы получения, структура и свойства наноматериалов и функциональных нанокомпозитов с практически важными оптическими свойствами
- Методы получения, структура и свойства наноматериалов и функциональных нанокомпозитов с практически важными электрическими свойствами

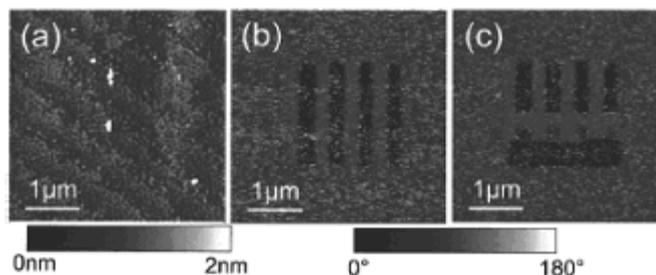
- Методы получения, структура и свойства материалов наноионики
 - Методы получения, структура и свойства материалов наноплазмоники и нанофотоники
 - Методы получения, структура и свойства сверхрешеток и гетероструктур
 - Методы получения, структура и свойства наноматериалов для химических источников тока и топливных элементов
 - Методы получения, структура и свойства сенсорных наноматериалов
 - Методы получения, структура и свойства мембранных материалов и нанокомпозитов
 - Методы получения, структура и свойства гибридных органо - неорганических и неорганно - органических материалов и нанокомпозитов
 - Методы получения, структура и свойства материалов с "наноклеточной", нано- и микропористой структурой, молекулярных сит и сорбентов
 - Методы получения, структура и свойства наноструктурированных функциональных материалов
 - Разработка новых методов получения наноматериалов
 - Методы получения, структура и свойства метаматериалов
 - Моделирование структуры и свойств наноматериалов
 - Метрология наноматериалов
1. К какому из перечисленных ниже типов материалов могут относиться жидкие кристаллы?



- 1) керамика
- 2) композиты
- 3) монокристаллы

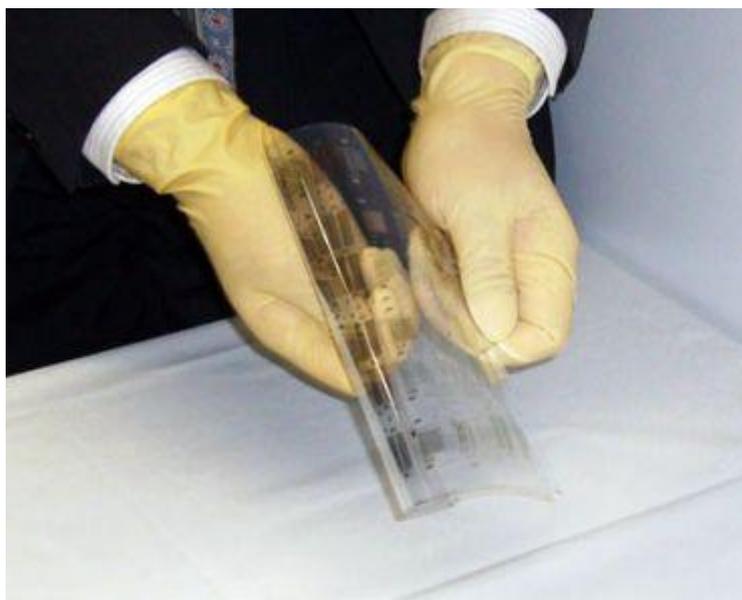
- 4) полимеры
- 5) гибридные материалы
- 6) ситаллы
- 7) керметы
- 8) аэрогели
- 9) вискеры

2. Какой из перечисленных ниже материалов способен формировать двойниковую структуру при воздействии магнитного поля?



- 1) Fe_3O_4
- 2) альфа - Fe
- 3) BiFeO_3
- 4) Bi_2O_3
- 5) Fe_2O_3
- 6) суперпарамагнитные частицы Fe_2O_3
- 7) вюстит

3. Какой из перечисленных ниже металлов чаще всего используется при получении наноструктурированных материалов с использованием "мягкой литографии"?



- 1) Li

- 2) Fe
- 3) Os
- 4) Be
- 5) Au
- 6) Mn
- 7) Tc
- 8) Pt
- 9) Ru
- 10) Zn

4. Какой из реактивов лучше всего использовать для "вскрытия" концов углеродных нанотрубок?



- 1) HCl
- 2) C₂H₅OH
- 3) H₂O
- 4) Se
- 5) NH₄Cl
- 6) HfO₂
- 7) HJ
- 8) HNO₃
- 9) HBr

5. Какие из перечисленных ниже реактивов могут быть использованы для надежной гидрофилизации поверхности квантовых точек теллурида кадмия?



- 1) меркаптоуксусная кислота
- 2) аммиак
- 3) хлороводородная кислота
- 4) олеиновая кислота
- 5) азотная кислота
- 6) гидроксилламин
- 7) плавиковая кислота
- 8) сероводородная кислота
- 9) меркаптан
- 10) глицерин

Х. Образование в сфере нанотехнологий

Процесс создания современных и эффективных концепций образовательной деятельности в области нанотехнологий, а также соответствующих учебно-методических пособий, дидактических материалов и учебных планов может оказаться на практике чрезвычайно сложным и не вполне однозначным в случае общего и среднего профессионального образования. В связи с этим настоящий конкурс преследует цель обмена мнениями и отбора лучших идей в области преподавания нанотехнологии в общеобразовательных учреждениях и учреждениях среднего профессионального образования.

Участникам предлагается разработать детальный план или предложить готовую учебно-методическую разработку, набор дидактических материалов (в рамках дисциплин естественнонаучного цикла), предназначенные для дополнительного (элективного, факультативного, кружкового) образования детей. Учебно-методические разработки могут быть нацелены:

- на интегрирование сведений о нанотехнологиях в общеобразовательные или углубленные школьные курсы дисциплин естественнонаучного цикла,
 - на использование в рамках дополнительного образования школьников,
 - на развитие проектной деятельности школьников,
 - на рассмотрение преимуществ и рисков междисциплинарного образования на примере образования в сфере нанотехнологий,
1. Какой из приказов Министерства образования и науки утвердил изменение сроков и порядка проведения олимпиад школьников на 2010 - 2011 г.?



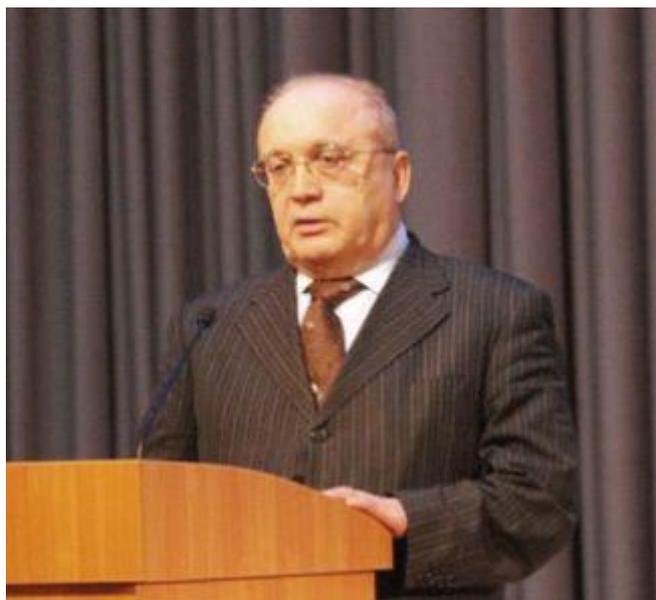
- 1) 285
 - 2) 255
 - 3) 92
 - 4) 371
 - 5) 1006
 - 6) 1162
 - 7) все осталось, как в прошлом году
2. Какой сайт у Лиги Школ РОСНАНО?



- 1) <http://schoolnano.ru>
- 2) <http://nanoschool-edu.ulsu.ru>
- 3) www.nanometr.ru
- 4) www.nanonewsnet.ru

- 5) <http://kbogdanov1.narod.ru/>
- 6) <http://www.nanoopen.ru/>
- 7) <http://popular.rusnano.com/>
- 8) <http://ntsr.info/>
- 9) <http://nano.msu.ru/node/152>
- 10) <http://www.intel.festivalnauki.ru/>

3. Кто является Председателем Оргкомитета V Всероссийской Интернет - олимпиады по нанотехнологиям?



- 1) академик В.А.Садовничий
 - 2) академик Ю.Д.Третьяков
 - 3) академик Ж.И.Алферов
 - 4) генеральный директор РОСНАНО А.Б.Чубайс
 - 5) Президент РФ Дмитрий Медведев
4. На каком сайте после завершения очного тура олимпиады победители и призеры среди школьников могут получить электронные дипломы, дающие абитуриентам льготы при поступлении в ВУЗы?



- 1) <http://rosolymp.ru>
 - 2) www.nanometer.ru
 - 3) <http://www.rsr-olymp.ru>
 - 4) <http://ege2010.mioo.ru>
 - 5) <http://mon.gov.ru/>
5. По какому комплексу предметов проводится для школьников V Всероссийская Интернет - олимпиада "Нанотехнологии - прорыв в будущее"?



- 1) проектная деятельность школьников
- 2) олимпиада является частью олимпиады "Ломоносов"
- 3) олимпиада является частью олимпиады "Юниор"
- 4) химия, физика
- 5) физика, математика

- 6) математика, биология
- 7) химия, математика, физика
- 8) химия, биология, физика
- 9) химия, физика, математика, биология

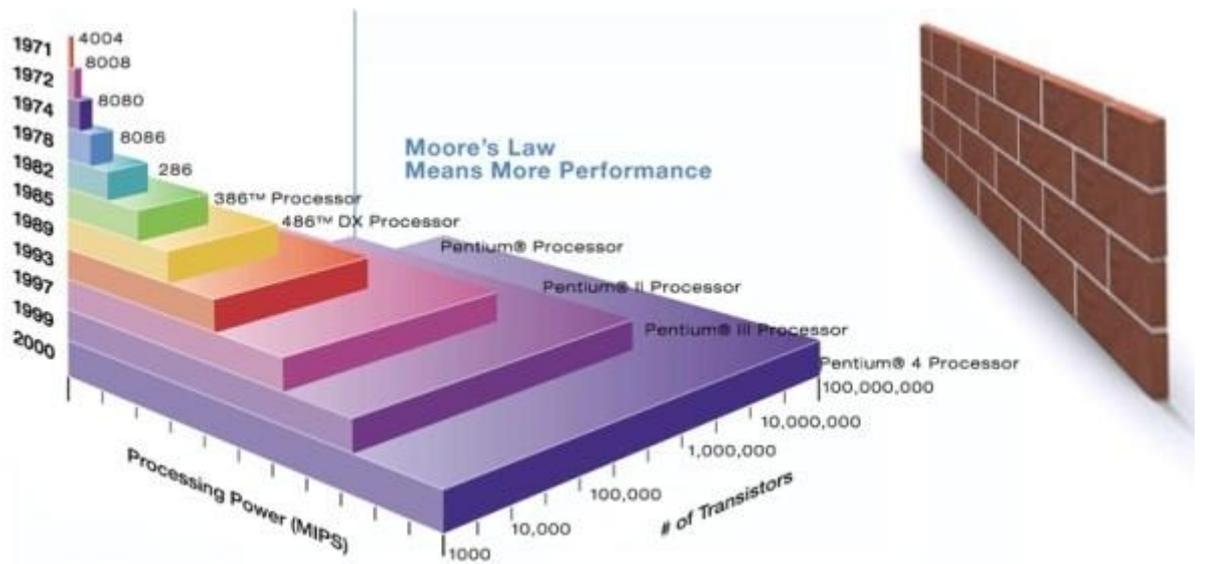
XI. Социальные аспекты нанотехнологий

Проектные работы школьников, научно - исследовательские и публицистические работы студентов, аспирантов, молодых ученых, учителей и других участников Олимпиады. Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

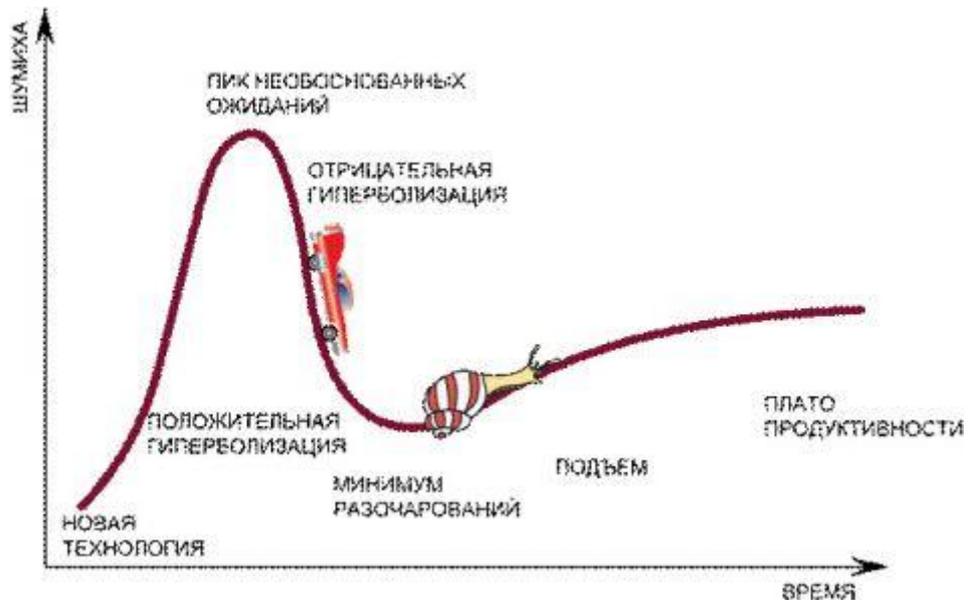
- Влияние нанотехнологий на развитие современного общества
 - Психологический портрет ученого, работающего в области нанотехнологий
 - Социальные и экономические составляющие развития нанотехнологий
 - Юридические риски нанотехнологий
 - Интеллектуальная собственность и инновации
 - Как и кого учить нанотехнологиям
 - Выдуманное и невыдуманное интервью
 - Личное мнение о роли и перспективах развития нанотехнологий
 - Правда и ложь о нанотехнологиях
 - История развития нанотехнологий в мире, в отдельных странах и географических областях
1. Немецкий физикохимик Фридрих Вильгельм Оствальд известен своими выдающимися теориями. Одна из них ("Оствальдовское старение") нашла воплощение в стандартном синтезе одного из перечисленных ниже наноматериалов. Какого именно?



- 1) коллоидных квантовых точек контролируемого размера
 - 2) дендримеров
 - 3) мезопористого диоксида титана
 - 4) анодного диоксида титана
 - 5) углеродных нанотрубок
 - 6) фуллеренов
 - 7) графена
2. 19 апреля 1965 г. директор исследовательского отдела Fairchild Semiconductor Гордон Мур (ставший в 1968 г. со-основателем фирмы Intel) опубликовал в юбилейном выпуске журнала “Electronics” статью “Втискивая ещё больше компонентов на интегральные схемы”, посвящённую прогрессу микроэлектроники за эти годы. Один из тезисов этой работы, позже названный “законом Мура”, состоял в следующем: наиболее выгодное число транзисторов на одном кристалле удваивается каждый год. Что, в основном, ставит пределы подобному развитию кремниевой электроники и требует иных, "нанoeлектронных", принципов прогресса в отрасли?



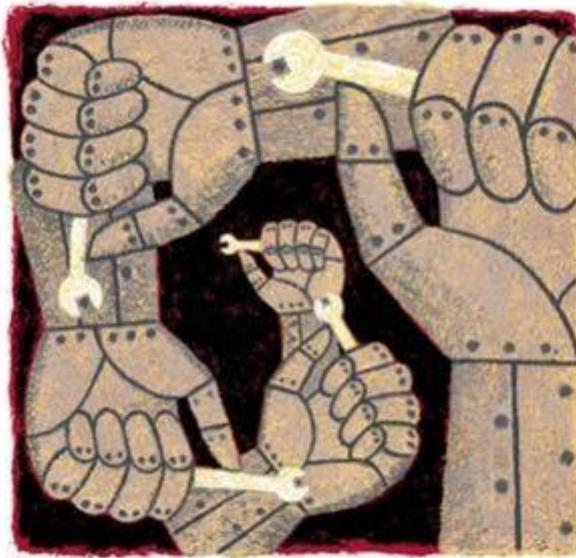
- 1) дороговизна рентгеновской литографии
 - 2) туннельные и квантовые эффекты на наноуровне
 - 3) высокая реакционная способность дисперсных кремниевых структур
 - 4) отсутствие современных материалов для литографии высокого разрешения
 - 5) малая производительность литографического процесса
 - 6) высокий перегрев процессоров с малым размером составляющих элементов
3. Структура научных революций очень похожа и "нанотехнологическая революция" исключением, видимо, не станет. Кто из представленных ниже предложил подобную концепцию впервые?



- 1) А.Б.Чубайс
- 2) В.В.Путин
- 3) Ж.И.Алферов
- 4) Т.Кун

- 5) Э.Дрекслер
- 6) Р.Фейнман
- 7) Аристотель
- 8) Сократ

4. Какой из важных принципов получения наноматериалов изображен на картинке?



- 1) взаимодополнения
- 2) рекурсивности
- 3) самосборки
- 4) минимума эксергии
- 5) максимума энтропии
- 6) безотходности технологии

5. На картинке изображен фрагмент фантастического фильма, в котором взбесившиеся (боевые) нанороботы пожирают Эйфелеву башню. Какой из известных "нанотехнологических" фильмов имеется в виду (фантастических, разумеется)?

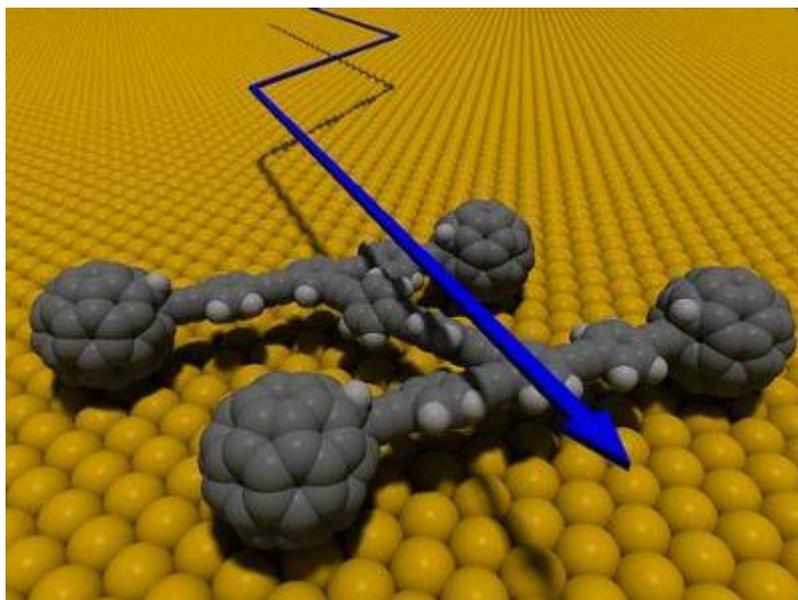


- 1) "Черная молния"
- 2) "Бросок кобры"
- 3) "Я - робот"
- 4) "Шестой день"
- 5) "Звездные врата" (сериал)
- 6) "Терминатор"

ХII. Наноматериалы для инженеров

Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Наноразстройства для передвижения и транспортировки (модели)
 - Упрочнение материалов за счет наноструктурирования (модели)
 - Анализ механических характеристик наноматериалов или материалов на наноразровне
 - Строительные наноматериалы
 - Металлические наноматериалы
 - Полимеры и наноматериалы
 - Наноконструкционные наноматериалы
 - Конструкционные углеродные наноматериалы
1. В Университете Райса (США) профессором Джеймсом Туром и его коллегами были (в буквальном смысле слова) синтезированы наномашинки. Производные какого известного вещества (материала) выступали в качестве колес наномашинки?

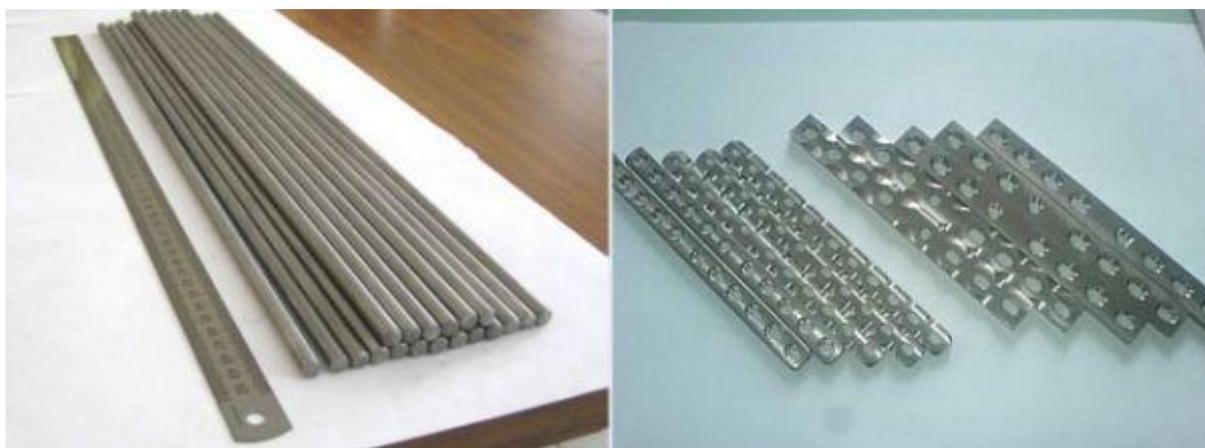


- 1) катенана
 - 2) ротоксана
 - 3) кубана
 - 4) сфалерита
 - 5) бакибола
 - 6) сферолита
2. Космический лифт – фантастическое изобретение, которое все еще пытаются в реальности сделать инженеры. Из какого материала лучше всего пытаться изготовить прочный трос космического лифта?



- 1) полиамидное волокно
- 2) углеродное волокно
- 3) многостенные углеродные нанотрубки

- 4) одностенные углеродные нанотрубки
 - 5) фуллерены
 - 6) графен
 - 7) графит
 - 8) полиацетилен
 - 9) карбин
3. Наноструктурированные титановые сплавы - основа прочного корпуса боевых подводных лодок и других очень прочных деталей, часть этого материала идет в медицину для создания деталей, скрепляющих нарушенные части скелета. За счет чего добиваются наноструктурирования в этом материале?



- 1) за счет склеивания предварительно полученных наночастиц титана
 - 2) путем переплавки наночастиц
 - 3) путем напыления наночастиц диоксида титана с последующим восстановлением водородом
 - 4) при специальной деформации материала
 - 5) при введении в титан примесей углерода по аналогии со сталями
 - 6) при воздействии микроволнового излучения
 - 7) при разрушении крупных зерен металла жестким излучением
4. Волокна являются важным примером конструкционных материалов, поскольку позволяют, например, получать очень прочные композитные материалы (состоящие из нескольких разных веществ). Из каких волокон могут состоять корпуса дорогих гоночных автомобилей?



- 1) золотых нанопроволок
 - 2) стальных нитей
 - 3) шелковых нитей
 - 4) углеродных волокон
 - 5) кремниевых вискероов
 - 6) волокон карбида кремния
 - 7) нанотрубок диоксида титана
 - 8) усов особо чистого железа
5. Диатомовые водоросли – скелеты ("панцири") причудливой формы, которые при отмирании водорослей формируют большие массивы осадочных пород, используемых в строительстве и других отраслях промышленности. Какой примерно состав этих "скелетов"?



- 1) гидроксипатит (фосфаты)
- 2) углерод
- 3) карбонат стронция
- 4) сульфат кальция
- 5) гуминовые вещества
- 6) нитрид бора
- 7) оксид бора
- 8) диоксид кремния
- 9) оксиды железа
- 10) гидроксид алюминия

ХIII. Материалы настоящего и будущего

Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Наноматериалы в быту
 - Наноматериалы электроники
 - Наноматериалы для записи и хранения информации
 - Магнитные наноматериалы
 - Каталитически активные наноматериалы
 - Наноматериалы для медицины
 - Поверхностно - активные вещества и жидкие кристаллы
 - Нанокompозиты
 - Моделирование свойств и строения наноматериалов
1. На этом небольшом кусочке кремния показана "гравюра" генерального директора РОСНАНО А.Б.Чубайса, полученная с помощью специального электронного микроскопа, оснащенного сфокусированным ионным пучком. Чем может быть (скорее всего) "выложено" изображение?

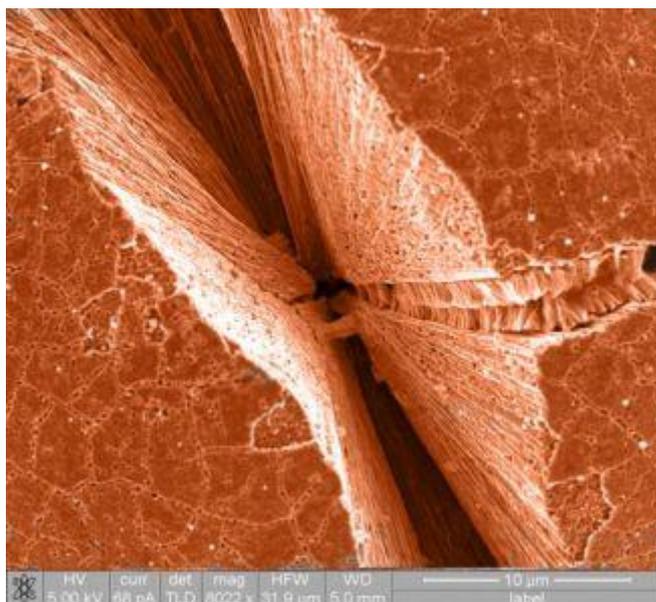


- 1) электронами
 - 2) молекулами кислорода
 - 3) ионами ксенона
 - 4) атомами водорода
 - 5) ДНК
 - 6) атомами золота
 - 7) это картинка, сгенерированная на компьютере
 - 8) это поверхность с вытравленными поверхностными атомами
2. Крыло бабочки под микроскопом - изумительное сооружение! К строению какого из ниже перечисленных материалов наиболее близка по структуре поверхность этого природного образца?



- 1) фотонные кристаллы

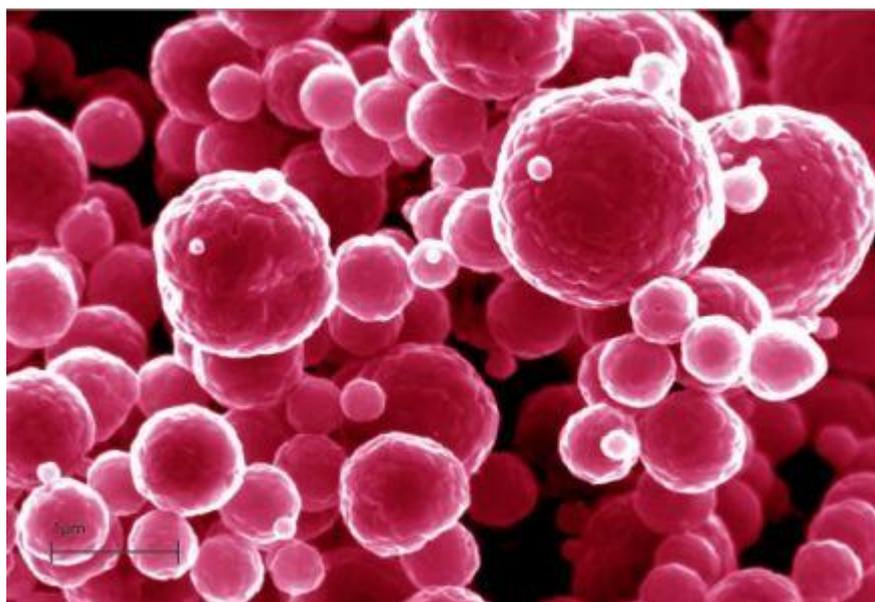
- 2) углеродные нанотрубки
 - 3) наночастицы золота
 - 4) электронная микросхема
 - 5) полимеры с эффектом лотоса
 - 6) наноклеточные термоэлектрики
3. На фотографии изображен наноструктурированный материал, проявляющий следующие свойства: широкозонный полупроводник, не растворяется в воде и большинстве кислот и щелочей, нетоксичен. Какой из вариантов, перечисленных ниже, подходит?



- 1) селен
 - 2) серебро
 - 3) хлорид натрия
 - 4) кремний
 - 5) германий
 - 6) кварцевый песок
 - 7) диоксид титана
 - 8) теллурид кадмия
 - 9) оксид меди (I)
4. Изменение какого параметра требуется от "умной" магнитной жидкости, чтобы она могла практически применяться в качестве магнитоуправляемой среды?



- 1) теплопроводности
 - 2) электропроводности
 - 3) оптической прозрачности
 - 4) вязкости
 - 5) отсутствие токсичности
 - 6) твердости
 - 7) сверхтекучести
5. С помощью какого метода синтеза была получена эта "наномалина", содержащая суперпарамагнитные наночастицы оксида железа в оболочке пустотелых шариков из хлорида натрия?



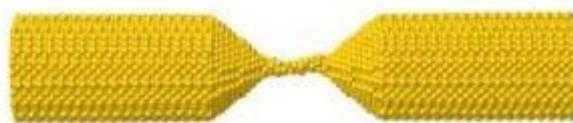
- 1) гидротермальная обработка
- 2) помол, механоактивация

- 3) осаждение из паровой фазы
- 4) метод Ленгмюра - Блоджетт
- 5) золь - гель технология
- 6) пиролиз аэрозолей

XIV. Физика и нанотехнологии

Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Особые физические свойства нанобъектов
 - Размерный эффект и его проявления
 - Компьютерное моделирование физических явлений в наном мире
 - Простые прототипы устройств, использующих особые свойства нанобъектов
 - Измерение и анализ физических свойств нанобъектов
1. Закон Ома известен всем, но в наном мире он легко может не выполняться. И с чего ему выполняться, если подумать? Например, если долго растягивать золото в виде прутка и получить в итоге золотую нанопроволоку, то зависимость тока и напряжения будет... ступенчатой. С чем это связано?



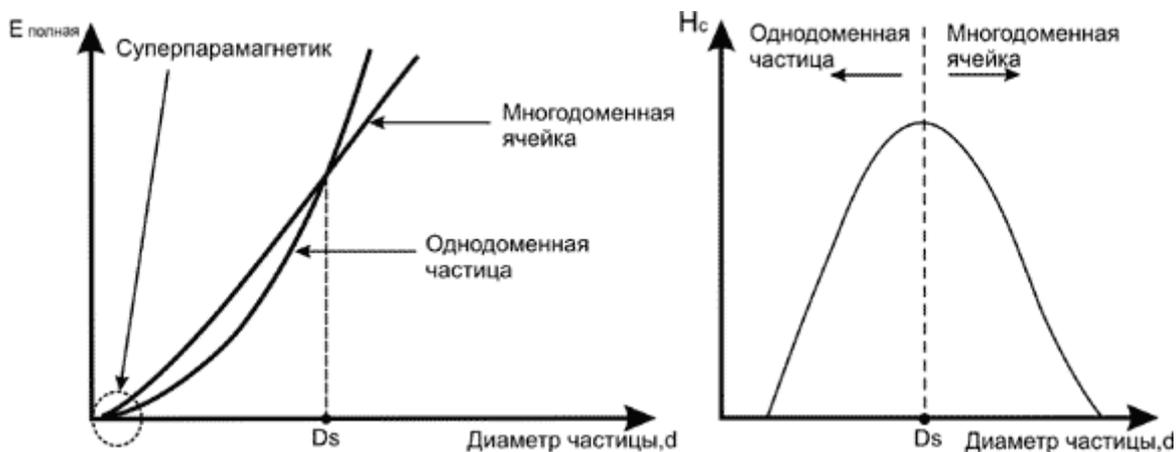
Jmol

- 1) с флуктуациями кристаллической решетки золота в виде нанопроволоки
- 2) с локальным перегревом нанопроволоки в момент пропускания тока
- 3) с рассеянием электронов ионами кристаллической решетки золота
- 4) с одноэлектронным переносом
- 5) с пространственным туннелированием носителей заряда
- 6) с квантованием спина электрона

2. Квантовые точки светятся (люминесцируют) при облучении, например, для этого используют их возбуждение ультрафиолетовым светом. Цвет свечения при этом зависит от размера квантовых точек (типичное проявление размерного фактора). Почему это происходит?

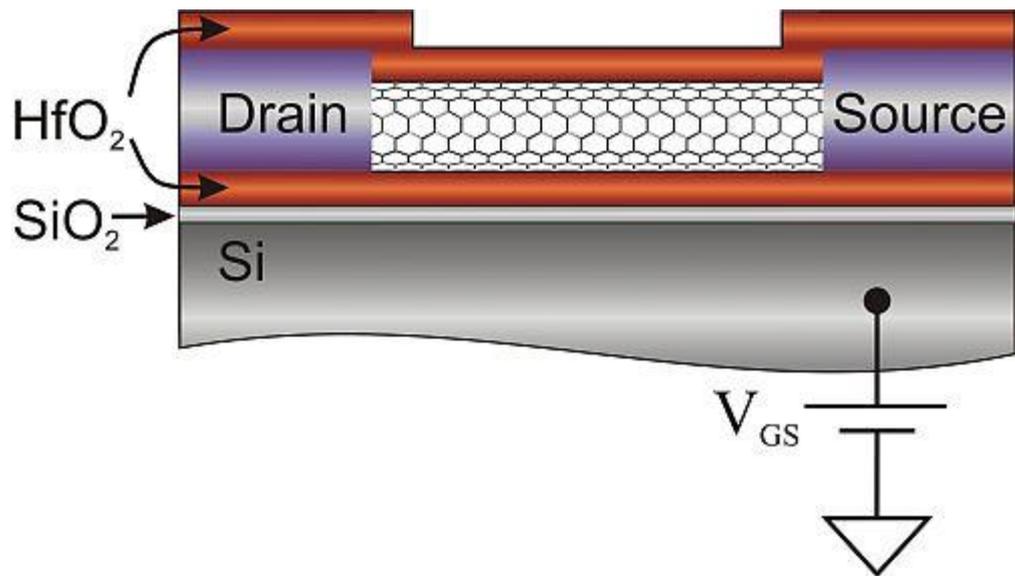


- 1) состав квантовых точек в процессе синтеза существенно изменяется в зависимости от стадии их роста (размера)
 - 2) при изменении размера изменяется количество фотонов, которые могут поглотить квантовые точки и испустить "цугом"
 - 3) при изменении размера изменяется вероятность попасть в квантовую точку возбуждающим ее фотоном
 - 4) размер изменяет положение энергетических уровней в квантовой точке
 - 5) квантовые точки большего размера содержат больше дислокаций
 - 6) квантовые точки меньшего размера имеют более разупорядоченную кристаллическую решетку
3. Практическое применение магнитных наночастиц весьма обширно. Например, многие оксидные наночастицы могут разогреваться в суперпарамагнитном состоянии в переменном магнитном поле. За счет чего это происходит?

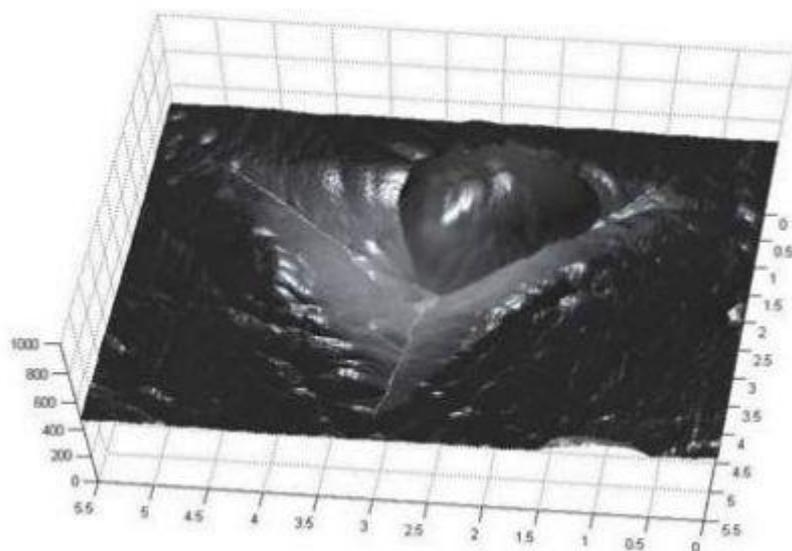


- 1) за счет наведенных магнитных монополей
- 2) за счет наведенных электрических зарядов
- 3) за счет токов Фуко

- 4) за счет энергетических потерь на петлю магнитного гистерезиса
 - 5) за счет механической деформации при магнитострикции
 - 6) за счет вязкого трения
4. В показанной схеме нанотранзистора углеродная нанотрубка является тем (полу)проводником, через который течет ток от "истока" к "стоку", это сигнал, который модулируется за счет напряжения на затворе. Но вот не совсем понятно - зачем между этими важнейшими частями транзистора находится тонкая прослойка диэлектрика (диоксид кремния, диоксид гафния и др.)?



- 1) изолятор необходим, чтобы избежать электрического пробоя
 - 2) через диэлектрик в нанотрубку туннелируют носители заряда
 - 3) оксидная прослойка необходима для лучшей адгезии контактов и нанотрубки
 - 4) диоксид кремния поляризуется в электрическом поле и создает дополнительный заряд вблизи нанотрубки
 - 5) диэлектрическая прослойка не нужна, это побочный эффект технологического процесса
5. Твердость веществ на микро / наноуровне определяют наноиндентором, который оставляет в веществе "кратер" определенного размера, зависящего от вещества и режима измерений, что и позволяет оценить механические характеристики исследуемого вещества. Какой прибор (принцип) обычно используется для наноиндентирования?



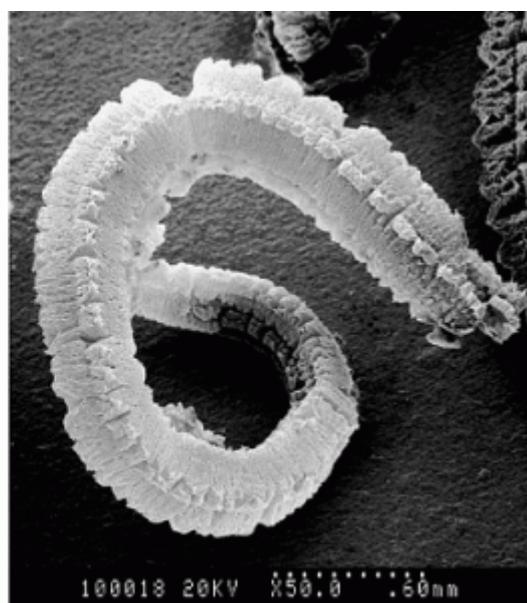
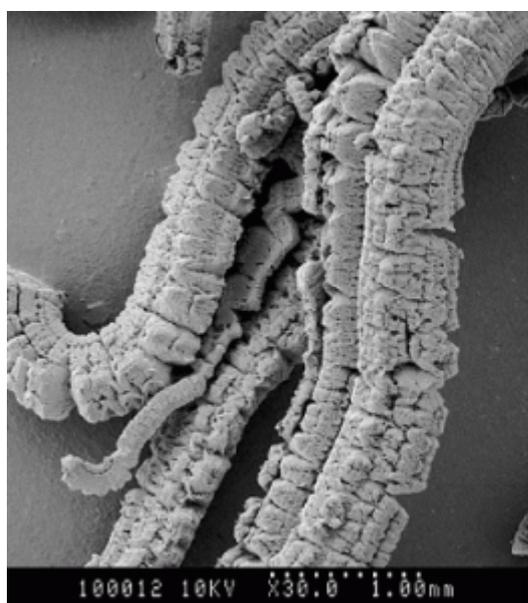
- 1) электронный микроскоп
- 2) оптический пинцет
- 3) наносприц
- 4) воздействие сфокусированным ионным пучком
- 5) воздействие сфокусированным рентгеновским излучением
- 6) сканирующий зондовый микроскоп
- 7) бомбардировка поверхности микро и наночастицами определенной кинетической энергии

XV. Углерод углероду рознь

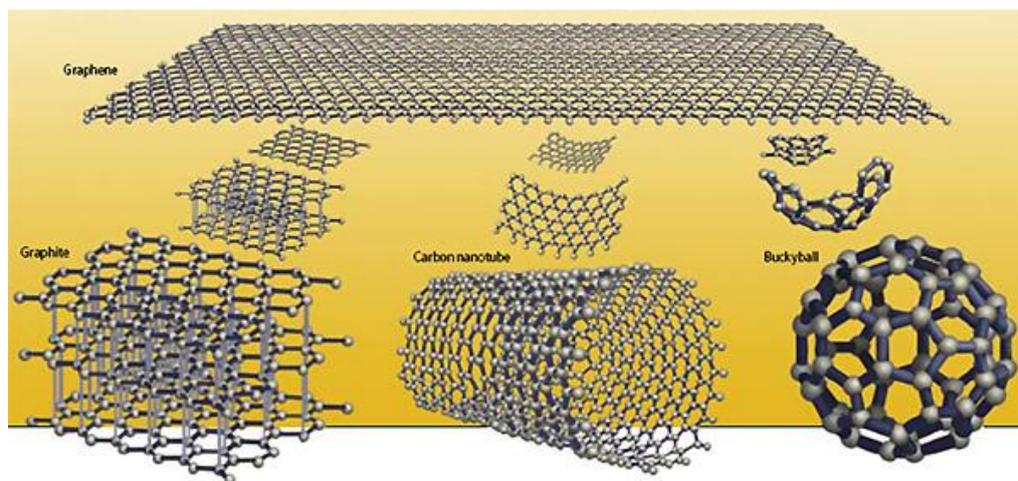
Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Получение, свойства и применение углеродных нанотрубок
- Получение, свойства и применение графена
- Получение, свойства и применение фуллеренов и фуллеритов
- Получение, свойства и применение наноалмазов
- Получение, свойства и применение углеродных волокон
- Получение, свойства и применение стеклоуглерода
- Получение, свойства и применение карбина
- Соединения внедрения и применение графита
- Необычные композитные материалы на основе углерода
- Наноуглеродные материалы для медицины
- Наноуглеродные материалы для электроники
- Наноуглеродные материалы для сенсорики

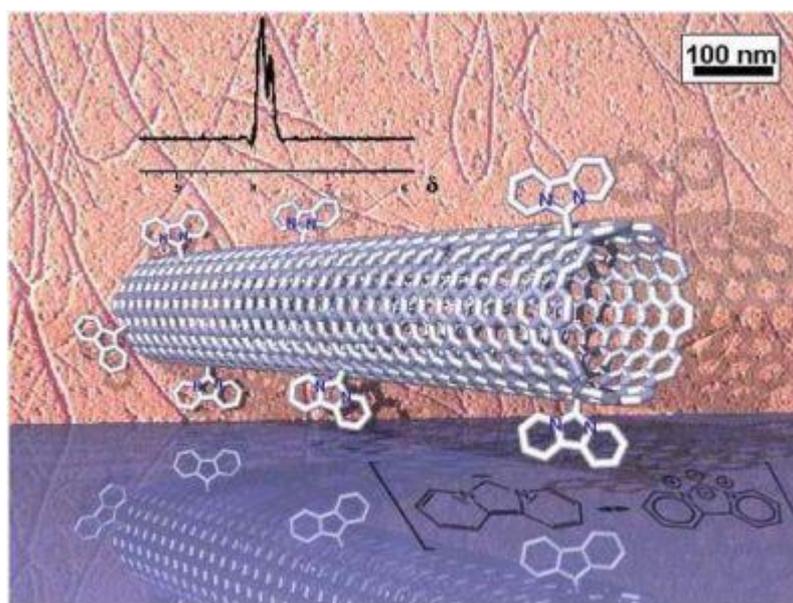
- Наноуглеродные материалы и СЗМ
 - Наноуглеродные материалы для генерации энергии
 - Наноуглеродные материалы для оптики
1. Графит имеет слоистое строение с прочными ковалентными связями в слоях и существенно менее прочными ("металлическими") связями между слоями, что придает графиту свойства мягкости, возможность внедрить между слоями различные молекулы и ионы (так называемые "соединения внедрения в графит", СВГ), расщепить его механически на графеновые листы, как сделали недавние лауреаты Нобелевской премии А.Гейм и К.Новоселов. Здесь показан вспененный графит, полученный внесением в нагретую печь некоторого СВГ. Что нужно было внедрить в графит, чтобы так получилось?



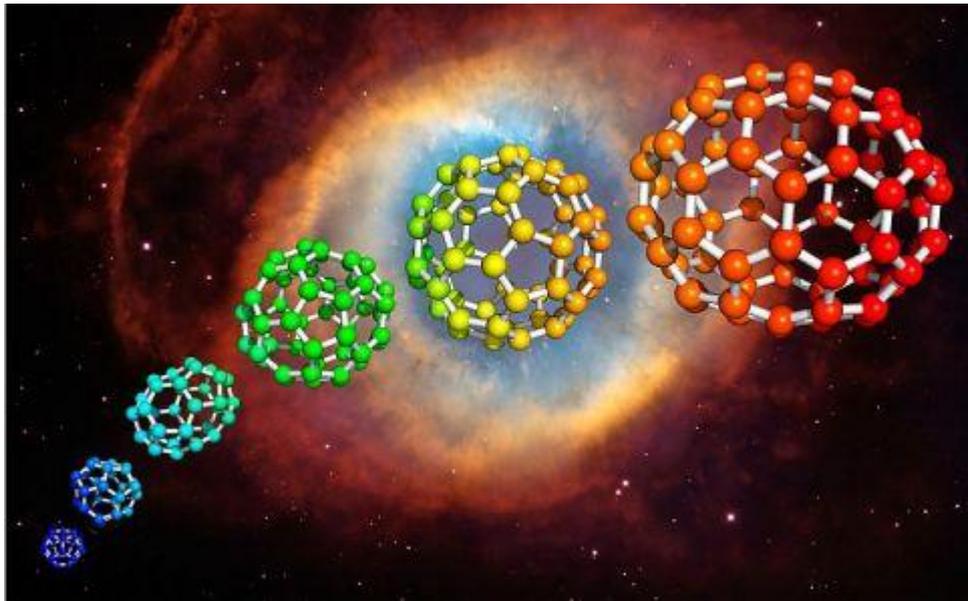
- 1) плавиковую кислоту
 - 2) уксусную кислоту
 - 3) азотную кислоту
 - 4) воду
 - 5) пероксид водорода
 - 6) озон
 - 7) металлический калий
 - 8) молекулярный йод
2. Графен – монослой углерода, похожий на то, что присутствует в графите. Какова гибридизация углерода в графене?



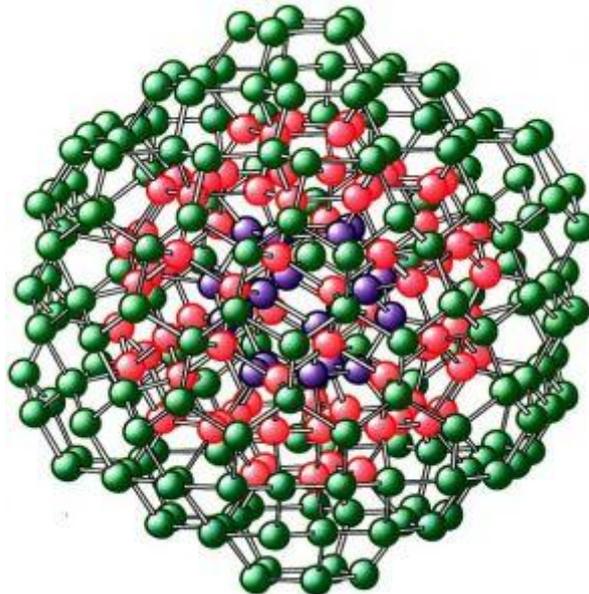
- 1) sp
 - 2) sp^2
 - 3) sp^3
 - 4) d^2sp^3
 - 5) нет никакой гибридизации
3. Одностенная углеродная нанотрубка - свернутый в трубку графеновый слой. Для чего применяют химическое модифицирование нанотрубок различными группами?



- 1) для изменения электрической проводимости
 - 2) для изменения гидрофильности / гидрофобности
 - 3) для сопряжения с различными полимерными матрицами в нанокompозитах
 - 4) для изменения оптических свойств
 - 5) для всего вышеперечисленного
 - 6) ни для чего не применяется
4. Каких углеродных циклов не найдешь в фуллеренах?



- 1) 4
 - 2) 5
 - 3) 6
 - 4) все они присутствуют
5. Почему у наноалмаза строение отличается от обычного алмаза?



- 1) из - за того, что в наноалмазе изменяется валентность углерода
- 2) из - за того, что в наноалмазе нет протяженных и точечных дефектов
- 3) потому что это способ компенсировать существенное увеличение "поверхностных" атомов
- 4) из - за наличия в наноалмазе большого количества точечных дефектов
- 5) из - за наличия в наноалмазе дисклинаций

XVI. Энергия везде и ото всюду

Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Экзотические способы получения энергии с использованием нанотехнологий
 - Солнечная энергетика и наноматериалы для нее
 - Ядерная энергетика и материалы для нее
 - Водородная энергетика, наноматериалы для получения, хранения и транспортировки водорода
 - Устройство и новые материалы для топливных элементов
 - Химические источники тока
 - Биоэлектричество и биотопливо, каталитические процессы и системы
 - Мембранные технологии для альтернативной энергетики
 - Гидротермальная энергетика и материалы для нее
 - Гидро- и ветроэнергетика и материалы для них
1. Ядерная энергетика является одной самых развитых отраслей в нашей стране. Что является источником - первопричиной ее существования?

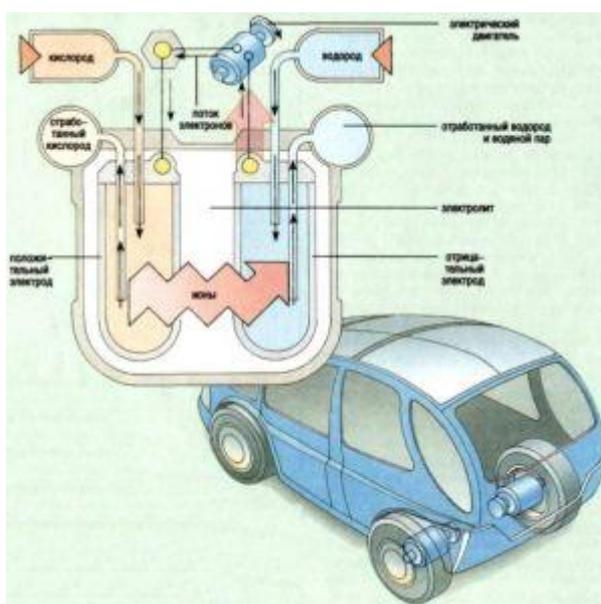


- 1) нестабильность вещества в нанокристаллическом состоянии
- 2) нестабильность электронных оболочек атомов
- 3) нестабильность ядерных оболочек атома
- 4) нестабильность нейтронов
- 5) нестабильность протонов
- 6) корпускулярно - волновой дуализм электрона
- 7) нестабильность ионной связи с участием тяжелых атомов

2. В фильме - кошмаре "Матрица" восставшие машины использовали людей... в качестве батарейки. А какое вещество является универсальным "топливом" в организме человека?

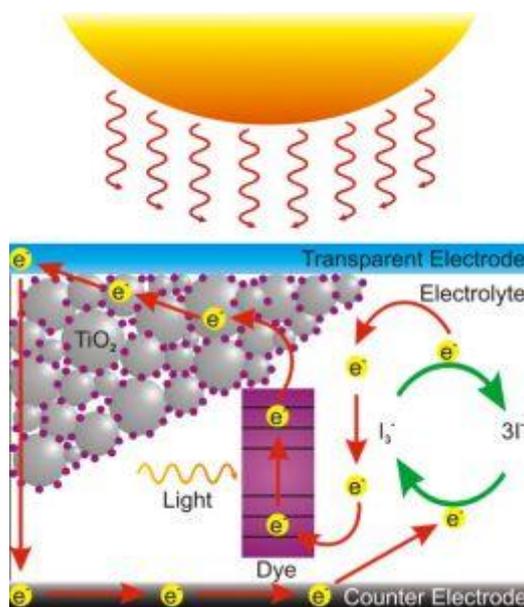


- 1) серотонин
 - 2) ферменты
 - 3) гормоны
 - 4) РНК
 - 5) ДНК
 - 6) АТФ
 - 7) белки
3. Почему при создании низкотемпературных топливных элементов на водороде пока что никак не могут найти подходящую альтернативу нанокристаллической платине?



- 1) она инертна и из нее делают тоководы

- 2) она эффективно работает в качестве электрокатализатора
 - 3) она эффективно окисляет вредные для водорода примеси серы
 - 4) она имеет очень высокую жесткость и температуру плавления
 - 5) она просто больше ни для чего и не нужна (только сережки и урны делать)
 - 6) платина единственная не реагирует при таких температурах с полимерной мембраной
 - 7) платина эффективно атомизирует молекулярный кислород через образование нестабильных оксидов
4. Одним из классических солнечных элементов является схема Майкла Гретцеля, использующая диоксид титана, как широкозонный проводник, прозрачные проводящие электроды, электролит, содержащий иодид - ионы. Что еще следует использовать, чтобы схема работала так, как ее задумал Гретцель?



- 1) спирт
 - 2) сок черники
 - 3) перекись водорода
 - 4) азотная кислота
 - 5) нафталин
 - 6) наночастицы золота
 - 7) наночастицы серебра
 - 8) титановые белила
5. Вулкан Эйяфьятлайокудль в Исландии совсем недавно показал, что гидротермальная энергетика - это хорошо, а неожиданные извержения - плохо. Какое из последствий извержения доставило Европе наибольшие неприятности?



- 1) лава
- 2) землетрясение
- 3) шум и грохот
- 4) вулканические бомбы
- 5) вулканический пепел и пыль, содержащая наночастицы
- 6) нагрев грунтовых вод
- 7) возмущения электромагнитного поля Земли
- 8) цунами

XVII. Встал утром - убери свою планету

Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Новые методы получения полезных веществ и наноматериалов с использованием природных веществ и любых живых организмов
- Принципы и устройства очистки планеты Земля от промышленных, радиоактивных, сельскохозяйственных, биологических и других загрязнений (включая сорбенты, фотокатализаторы, коагулянты, физические, химические воздействия и так далее)
- Методы и результаты анализа загрязнений в окружающей среде (обычно такие работы составляют основную часть проектов школьников, но если в них при этом нет оригинальных подходов и интересных выводов, то вряд ли обычный, рутинный анализ будет оценен высоко - нужен творческий подход к проблеме)
- Использование новых подходов, синтез и применение новых материалов для (нано)медицины, протезирования, медицинской диагностики, лечения онкологических и других заболеваний

- Использование наноматериалов для борьбы с болезнетворными (вредными) грибами, бактериями, вирусами и т.д.
1. На этой картинке Маленький Принц защищает специальным колпаком, видимо, из "умного стекла", свой нежный и хрупкий цветок. А какие вещества применяются в умных фотохромных материалах, например, в очках - хамелеонах, изменяющих свою прозрачность (то есть темнеющих) на ярком солнечном свете?



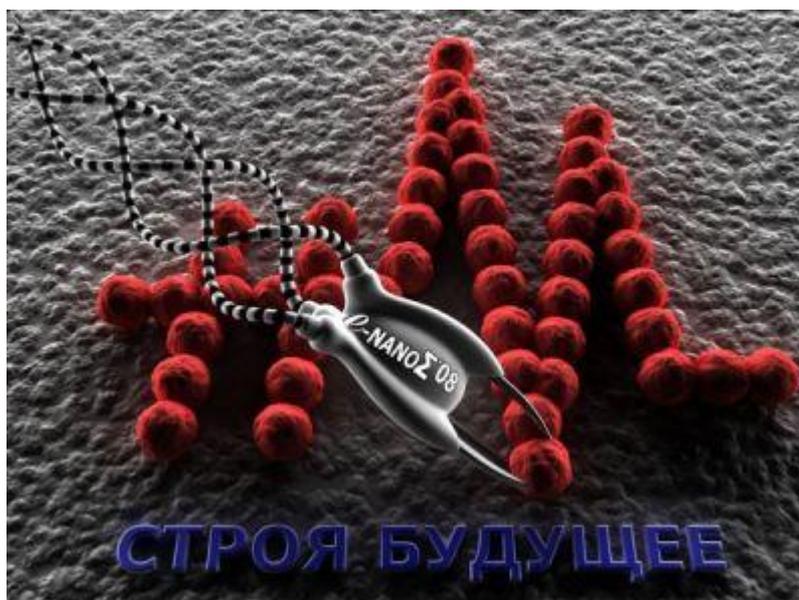
- 1) используются умные нанороботы
 - 2) используются галогениды серебра
 - 3) используются цианиды золота
 - 4) используются полимерные пленки с эффектом лотоса
 - 5) используются стекла с изменяющейся кристаллической структурой
 - 6) используется пленка прозрачного пьезоэлектрика
 - 7) используется фоторазлагаемый органический краситель
 - 8) очки - хамелеоны не существуют
2. Огромные баобабы имеют некоторое отношение к нанотехнологиям (из принципа, что к ним почти все имеет хоть какое - то отношение, если оптимистично к этому относиться). Они, как и другие деревья, являются богатым источником целлюлозы, которая идет не только на производство бумаги, фильтрующих сред, но и на получение различных химически модифицированных полисахаридов, которые, в свою очередь, могут использоваться как биосовместимые оболочки для наночастиц, применение которых предполагается в медицине. Найдите близких родственников целлюлозы среди перечисленных ниже веществ.



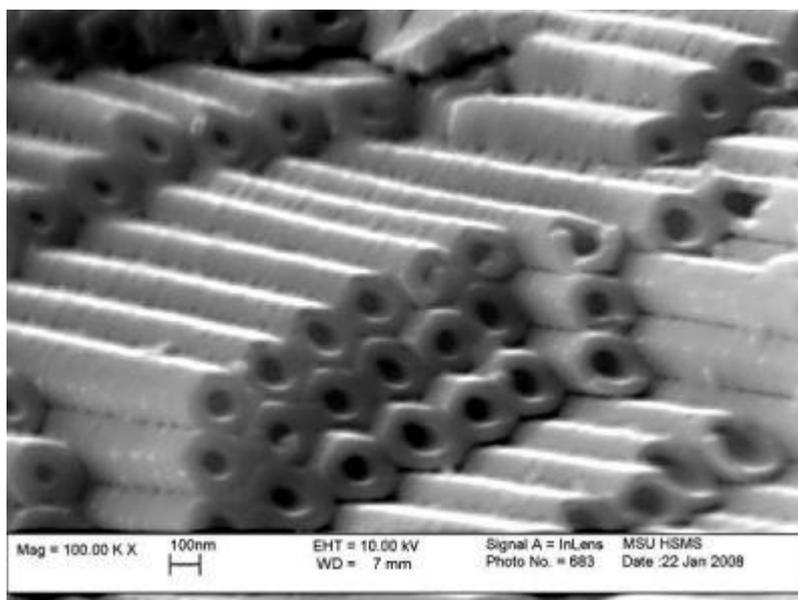
- 1) крахмал
 - 2) хитозан
 - 3) амилаза
 - 4) целлофан
 - 5) целлулоид
 - 6) ксилит
 - 7) сорбит
 - 8) сахарин
 - 9) ксилоза
3. Молнии бьют в землю и при этом... гроза очищает воздух, (одновременно производя химически связанный азот). Как Вы думаете, с какими наноматериалами, перечисленными ниже, наиболее активно будет реагировать получающийся при разряде молнии озон (то есть химически изменять эти материалы)?



- 1) наночастицы золота
 - 2) углеродные нанотрубки
 - 3) мезопористый диоксид кремния
 - 4) пористый анодный оксид алюминия
 - 5) нанотрубки диоксида титана
 - 6) наноленты оксида ванадия (V)
 - 7) перфторан (голубая кровь)
4. Любят говорить, что нанороботы произведут революцию в наномедицине, однако их никто еще не создал и, видимо, этого никогда и не произойдет по вполне объективным причинам. Тем не менее, природа сама сделала некоторое подобие "бионанороботов", правда, с весьма ограниченными функциями и полным отсутствием интеллекта, и их уже пытаются использовать в медицинских целях. Что это такое (выберите наиболее подходящий вариант)?



- 1) липосомы
 - 2) лизосомы
 - 3) везикулы
 - 4) вирусы
 - 5) наниты
 - 6) дендримеры
 - 7) митохондрии
 - 8) аксоны
5. Диоксид титана является веществом, которое при облучении солнечным светом может разрушать органические вещества (кстати, он входит и в состав кремов для (от) загара, которые так любят использовать многие девушки), при этом может производиться очистка воды или воздуха от органических загрязнений, могут получаться самоочищающиеся поверхности, бактерицидные покрытия и пр. С чем связано это полезное свойство диоксида титана как фотокатализатора?



- 1) с тем, что он белый и чистый
- 2) с наличием титана - одного из самых прочных металлов
- 3) с наличием ионов кислорода
- 4) с тем, что это широкозонный полупроводник
- 5) с сильными кислотными свойствами (кислотный ангидрид)
- 6) с диффузным рассеянием света при облучении
- 7) с преломлением и микрофокусированием света в частицах диоксида титана
- 8) с наноструктурированием прилежащего к частицам слоя воды

XVIII. Да будет свет!

Основные (примерные) направления конкурса (конкретные темы работ могут отличаться от приводимых ниже):

- Принципы и устройства генерации света - современные источники освещения
- Оптические устройства отображения и хранения информации
- Термо-, хемо-, электро- и другие формы люминесценции и фосфоресценции
- Лазеры и устройства на их основе
- Фотохромные и электрохромные материалы
- Фотография, фоточувствительные материалы и обработка изображений
- Фотохимические реакции
- Пигменты и красители, светофильтры
- Квантовые точки и наночастицы с плазмонным резонансом
- Биологические принципы получения света, влияние света на живые организмы
- Плазма и ее использование
- Оптоволокно

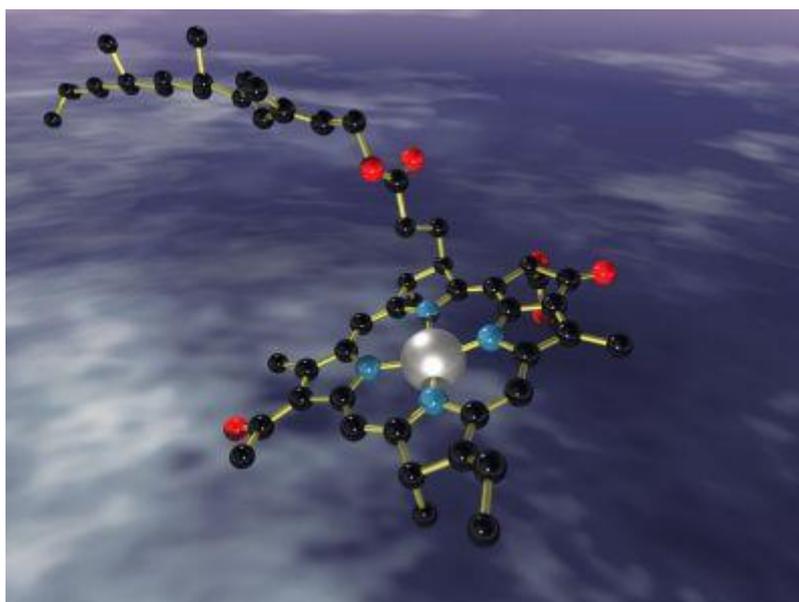
- Нелинейно - оптические материалы
 - Физические явления и их описание (моделирование) - интерференция, дифракция, поглощение, диффузное рассеяние, отражение, преломление света и др.
 - Метаматериалы
1. Все знают, наверное, что такое радуга. Она возникает в брызгах фонтана, водопада или после дождя... А какое физическое явление лежит в основе?



- 1) дифракция света на каплях
 - 2) преломление света
 - 3) двулучепреломление
 - 4) круговой дихроизм
 - 5) поглощение белого света
 - 6) диффузное рассеяние света
 - 7) фотолиз воды
2. На рисунке изображен драгоценный камень опал. Вы видите цветные "всполохи", иризацию. Какие упорядоченные структурные элементы ответственны за возникновение этого явления?



- 1) атомы в кристаллической решетке
 - 2) люминесцирующие (светящиеся) примеси
 - 3) F - центры (центры окраски)
 - 4) микросферы диоксида кремния
 - 5) дислокации
 - 6) поверхностный заряд и электризация (электреты)
 - 7) кластеры вакансий
 - 8) присутствие органических пигментов
3. Зеленые растения используют достаточно сложную фотохимическую реакцию связывания углекислого газа и воды, в которой участвует хлорофилл. Какой из элементов входит в состав хлорофилла и обуславливает его чудесные свойства?



- 1) натрий

- 2) калий
- 3) марганец
- 4) железо (II)
- 5) железо (III)
- 6) рутений
- 7) магний
- 8) литий
- 9) молибден
- 10) цинк

4. В каких устройствах, используемых для анализа нанобъектов, применяется лазерный луч?



- 1) оптическая микроскопия в поляризованном свете
 - 2) сканирующая зондовая микроскопия
 - 3) сканирующая электронная микроскопия
 - 4) сканирующая калориметрия
 - 5) рентгеновская дифракция
 - 6) термогравиметрический анализ
 - 7) рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия
5. Сейчас широкое распространение получают LED-дисплеи, телевизоры и т.д. Почему светоизлучающие диоды в них светятся?



- 1) из - за "аннигиляции" электрона и "дырки"
- 2) из - за локального нагрева
- 3) из - за хемоллюминесценции
- 4) из - за испускания электронов в слой фосфора
- 5) из - за генерации низкотемпературной плазмы
- 6) из - за трибололюминесценции
- 7) из - за поляризации жидких кристаллов
- 8) из - за катодоллюминесценции

XIX. Рассадник идей (deja vu)

Творческие личности всегда были центрами притяжения для других людей, генераторами идей, признанными и непризнанными гениями, сумасшедшими, пытавшимися перевернуть мир вверх тормашками (и, к счастью, в ряде случаев это им удавалось делать во имя всеобщего блага). В этом конкурсе мы вспоминаем лучшие идеи творческих состязаний пяти прошлых лет и предлагаем подавать самые разные творческие работы в коротком формате (краткость - сестра таланта!). Конечно, обязательное условие состоит в том, чтобы в свободной и удобной участнику форме обсуждались или обыгрывались те или иные стороны многогранного мира "нано". Перед подачей работы можете посмотреть лекции.

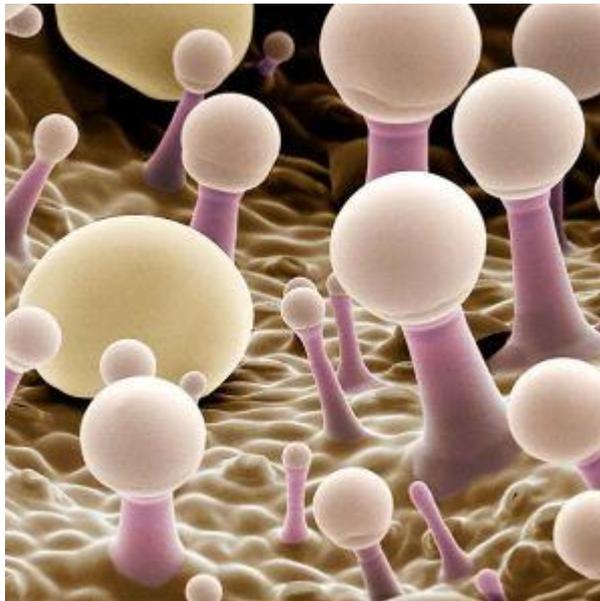
- *Оригинальные художества* (рисунки и компьютерная графика с описанием)
- *Красивые эссе и истории* (включая иллюстрированные сказки, философские притчи и "байки" из жизни, кроме неинтересных анекдотов, можно в поэтической форме, полностью или частично)

- *Игры разума* (красивые идеи задач или даже готовые, придуманные участником, задачи с решениями)
- *Игры, головоломки, парадоксы* (включая кроссворды, анаграммы, тексты со скрытым смыслом и пр.)
- *Фокусы и демонстрации* (иллюстрированное описание демонстрационных экспериментов)
- *Лженаука и демагогия* (... а также вранье и реклама - реальные наблюдения, сделанные в Интернете, в СМИ и печатных изданиях)
- *Прокуроры и адвокаты* (защита и опровержение "в одном флаконе" расхожих идей нанотехнологий, мудрец тот, кто докажет, что черное - это белое, и наоборот...)
- *Буквоедство* (иллюстрированное описание существующих нанотехнологических терминов и новые, еще несуществующие, термины, "новояз")
- *Компьютеры будущего* (новые принципы работы компьютеров и будущее нанoeлектроники, создадут ли искусственный разум с использованием нанотехнологий?)
- *Выдуманые интервью о невыдуманных сюжетах* (представьте себя руководителем высокого ранга, ученым, получившим Нобелевскую премию, новоиспеченным политиком, которого интервьюирует представитель федерального СМИ о важном событии или открытии в области нанотехнологий, которое способно изменить нашу жизнь)
- *Светлый мир* (новые идеи фотоники и современной оптики, может ли существовать "шапка - невидимка"? и пр.)
- *Живой мир и "нано"* (настоящее и будущее "зеленой химии", экологии, наномедицины, нанобиотехнологий и биомиметики)
- *Чудеса альтернативной энергетики* (как Вы видите наш мир, который больше не зависит от угля и нефти, можно также поведать о новых чудо - батарейках, топливных элементах, гидро-, термоядерной энергетике, солнечной энергии и пр., насколько "умными" станут дома и транспорт, сможет ли человек летать, как птица и изобрести военный "экзоскостюм", который сделает его неуязвимым, и т.д.)
- *Удивительный углерод* (углеродные наноматериалы и их перспективные применения)
- *Физика и метафизика наномира* (что физически стоит за чудесами, которые обещают нанотехнологии, рассказ о физической подоплеке необычных (непривычных) явлений)

- *Наноматериалы вокруг нас* (строение и новые свойства наноматериалов, которые уже применяются практически или будут использоваться в будущем)
 - *Мы и нанотехнологии* (социальные и психологические аспекты нанотехнологий, как нанотехнологии влияют на общество)
 - *Сумасшедшие устройства и изобретения* (перспективные устройства микро- и нанороботов, применения молекулярных машин и пр., вечные двигатели не предлагать!)
1. Кто был писателем - фантастом, придумавшим "серую слизь", так прочно связываемую средствами массовой информации с нанотехнологиями?



- 1) Герберт Уэллс
 - 2) Рэй Бредбери
 - 3) Борис Стругацкий
 - 4) Эрик Дрекслер
 - 5) Роберт Шекли
 - 6) Джанни Родари
 - 7) Джоан Роулинг
 - 8) Клиффорд Саймак
 - 9) Роберт Хайнлайн
 - 10) Ник Перумов
2. Кто из приведенных ниже известных людей не имеет (и не имел) никакого отношения к нанотехнологиям?



- 1) Анатолий Борисович Чубайс
- 2) Владимир Владимирович Путин
- 3) Жорес Иванович Алферов
- 4) Сергей Борисович Иванов
- 5) Михаил Валентинович Ковальчук
- 6) Михаил Дмитриевич Прохоров
- 7) Петр Александрович Витязь
- 8) Станислав Лем
- 9) Франклин Рузвельт

3. Какой из основателей нанотехнологий хорошо играл на барабанах?



- 1) Ричард Фейнман
- 2) Жорес Алферов

- 3) Ричард Смолли
 - 4) Герд Биннинг
 - 5) Норио Танигучи
 - 6) Константин Новоселов
4. Какой национальности мог быть гном, от названия которого на местном наречии произошла приставка "нано"?



- 1) англичанин
 - 2) шотландец
 - 3) ирландец
 - 4) американец
 - 5) русский
 - 6) китаец
 - 7) грек
 - 8) венгр
 - 9) немец
 - 10) француз
5. Что такое в буквальном переводе термин "форсайт", используемый для построения "дорожных карт" нанотехнологий?



- 1) гадание на кофейной гуще
- 2) взгляд в будущее
- 3) гадание на картах
- 4) хиромантия
- 5) ретроспективный анализ
- 6) ускорение
- 7) серфинг по сайтам сети Интернет
- 8) обгон конкурента

РЕШЕНИЯ

Блиц-турнир (2007, задание для всех)

Решение основано на работе А.В.Савостьяновой

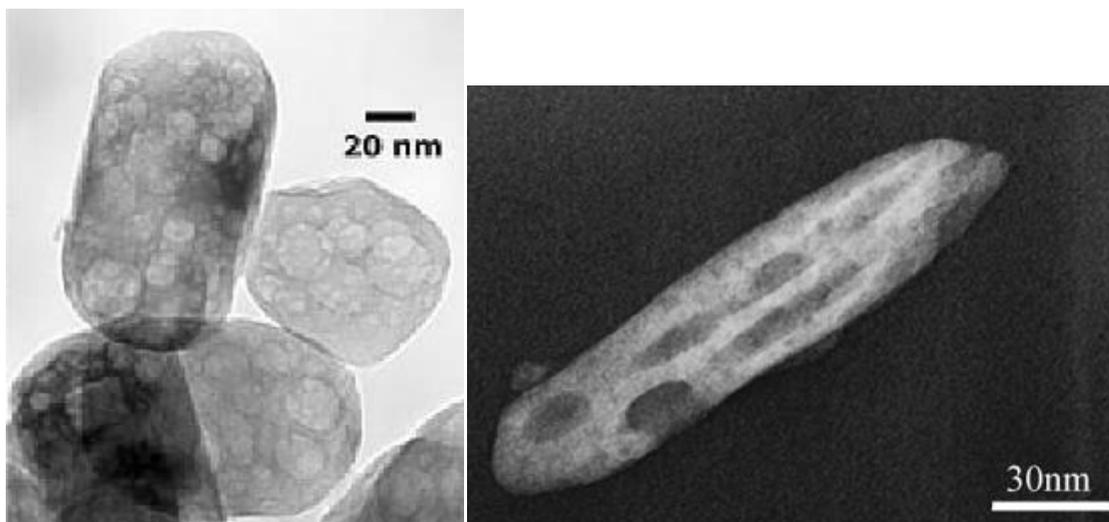
1. Для самых маленьких частиц (менее 10 нм) может быть использовано размерно-селективное осаждение, основанное на разности «растворимости» наночастиц различного размера. Например, размерно-селективное осаждение ацетоном квантовых точек в оболочке из органического гидрофобного поверхностно-активного вещества, растворенных в гексане: чем больше добавлено ацетона, тем меньшие по размеру наночастицы выпадают в осадок. От 10 до 30 нм – ультрацентрифуга, мембраны (разделение по диаметрам). Более 30 нм – центрифуга, седиментация (различный размер наночастиц обуславливает их разные массы, поэтому можно разделять такие частицы в поле силы тяжести). При центрифугировании можно осаждать частицы разного размера, просто изменяя скорость вращения ротора центрифуги. Для разделения может быть использована мембранная сепарация (пропускание через мембрану, например, анодированного оксида алюминия или даже мезопористого диоксида кремния, в них размеры пор можно варьировать от 100 до 5 нм, соответственно, причем диапазоны размеров пор перекрываются). Если наночастицы магнитны, то можно проводить разделение в магнитном поле (сила магнитного взаимодействия будет зависеть от размера частицы, например, она резко будет различаться для ферромагнитных и суперпарамагнитных частиц), аналогичную сепарацию можно провести и в электростатическом поле. В последнем случае разделение возможно в цилиндрическом конденсаторе достаточной длины. К смеси наночастиц различного размера можно добавить ПАВ. Чем больше наночастица, тем с большим количеством молекул ПАВ она образует мицеллу и тем больших размеров будет мицелла. Далее можно провести разделение мицелл (центрифугирование и пр.). Можно разделять наночастицы с помощью электрофореза, т.е. направленного движения коллоидных частиц под действием внешнего электрического поля. Метод основан на том, что скорость движения частиц зависит от их размера. Методами сепарации наночастиц могут быть: хроматография, установка типа "циклон", молекулярные сита и микро- и мезопористые сорбенты. При жидкостной хроматографии с использованием высокодисперсного несорбирующего гранулированного наполнителя можно разделить все три типа частиц, используя различие в скорости прохождения их через хроматографическую колонку. В установках типа "циклон" используют центробежную силу турбулентного потока,

наночастицы при этом оказываются на стенках установки, управляя скоростью турбулентного потока можно добиться разделения наночастиц по размерам. В ряде случаев для разделения наночастиц можно использовать бактерии.

2. В этом вопросе не было и нет единства среди исследователей (и, разумеется, его не было среди участников олимпиады). Самый простой ответ заключается в том, что температура плавления для наночастиц – это температура, при которой амплитуда тепловых колебаний атомов превышает некоторое критическое значение, в результате чего происходит их разупорядочение с разрушением упорядоченности, при таком рассмотрении можно по-прежнему считать (как и для объемной фазы), что это фазовый переход первого рода. Плавление наноматериалов может происходить на сотни градусов ниже плавления макрофазы (например, температура плавления наиболее исследованных наночастиц золота с диаметром около 30 нм составляет 800 К, в то время как для объемного материала эта величина вошла во все справочники и составляет 1338 К). Однако стоит отметить, что при очень малых размерах понятие плавления вообще становится условным, т.к. трудно определить, чем принципиально кластер атомов в жидкой фазе будет отличаться от наночастицы. Согласно модели жидкой оболочки, предполагающей, что кристаллическое ядро радиуса r наночастицы окружено жидкой оболочкой толщины $h=R-r$ (R – наружный радиус наночастицы), температура плавления – это температура (интервал температур) при которой увеличивается h . Подобные изменения в наночастицах отвечает специфическому фазовому переходу, при котором двухфазная система переходит в гомогенную систему (жидкость). Наверное, в этом случае плавление будет переходом второго рода, так как происходит сразу во всей наночастице, и никакой поверхности раздела фаз в ней ввести нельзя. Самый кардинальный ответ заключается в том, что понятие «температура» (оно является статистической величиной) вообще нельзя применить к наночастицам как таковым, поскольку в них мало атомов.
3. Вопрос, в принципе, был связан с нанотоксикологией и наличием у наночастиц чрезвычайно высокой реакционной способности. Кроме того, можно было показать, что в случае перехода к наночастицам во многих случаях теряются свойства, вызываемые доменной структурой материала (суперпарамагнетизм, падение диэлектрических характеристик сегнетоэлектриков, потеря сверхпроводимости сверхпроводниками 2 рода, требующими центры пиннинга вихрей Абрикосова и т.д.). Поэтому вредно получать материалы в дисперсном состоянии в тех случаях, когда важна химическая «инертность» материала. В то же время,

ультрадисперсные частицы (пирофорные и пр.) могут использоваться для подрыва облака вакуумной бомбы и создания взрывчатых веществ. Взрывы угольной пыли и муки в прошлом часто приводили к жертвам на шахтах и мукомольных предприятиях. Мельчайшие частицы могут попадать в лёгкие и вызывать аллергические реакции иммунной системы человека, а также возникновение раковых заболеваний (асбестоз, антрацитоз, цинкоз, силикоз и т.д.). Пока сомнительно применение наноматериалов в медицинских и биологических целях. Наночастицы имеют достаточно малые размеры для того, чтобы проникать через клеточные мембраны, и вместе с тем – достаточно большие, чтобы оказывать негативное влияние на нормальные биологические процессы. И хотя уже сейчас наночастицы начинают активно использоваться в электронике, косметике и химических производствах, сведений об их взаимодействии с клетками и окружающей средой до сих пор мало. Аналогичные проблемы возникают и при использовании наночастиц в пищевой промышленности.

4. Задача основана на существующей путанице в номенклатуре. Под мезопористостью подразумевается то, что в материале существуют поры различного размера в широком диапазоне, например, от 1 до нескольких сотен нм. Размер наночастиц составляет менее 100 нм. Поэтому наночастица, в принципе, может быть мезопористой, если мезопоры имеют размер около десятка нанометров, что вполне возможно.



Мезопористые наночастицы (ФНМ МГУ)

1) диоксида титана

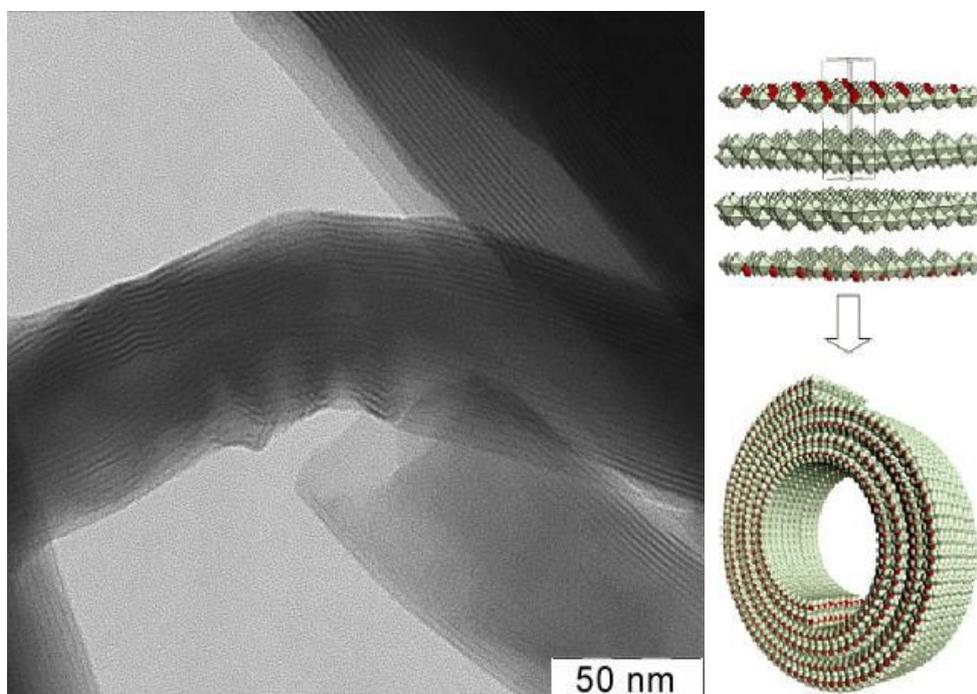
2) оксида железа (III)

5. Размеры нанообъектов, как правило, меньше длин волн оптического диапазона (от 380 нм (УФ-граница) до 780 нм (ИК-граница)). Явления дифракции не позволят получить в этом случае никакого четкого изображения, поскольку предельное

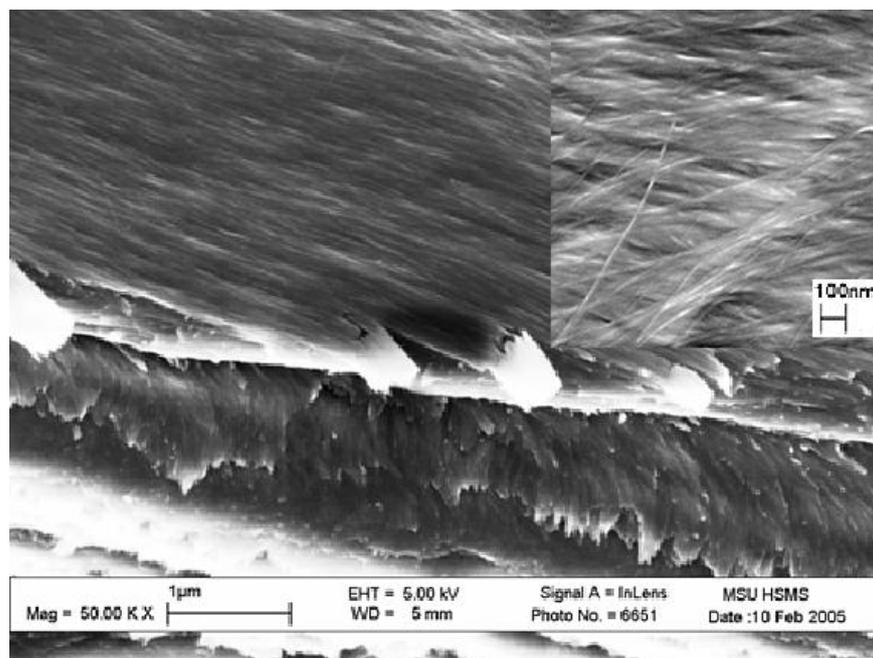
разрешение микроскопа не может быть лучше половины длины волны освещающего объект света. Исключением является ближнепольный «оптический» микроскоп, который использует несколько иной принцип, для него можно повысить разрешение приблизительно на порядок. Так, если заставить свет пройти через диафрагму диаметром 50-100 нм и приблизить ее на расстояние несколько десятков нанометров к поверхности исследуемого образца, то, перемещая такой «источник света» по поверхности от точки к точке (и обладая достаточно чувствительным детектором), можно исследовать оптические свойства данного образца в локальной области, соответствующей размеру отверстия. Именно так устроен сканирующий ближнепольный оптический микроскоп (СБОМ). Роль отверстия (субволновой диафрагмы) обычно выполняет оптоволокно, один конец которого заострен и покрыт тонким слоем металла, везде, кроме небольшой области на самом кончике острия (диаметр «незапыленной» области как раз составляет 50-100 нм). С другого конца в такой световод поступает свет от лазера.

6. Платиновая чернь - это порошок платины с размером частиц 20-40 мкм, обычно получаемый химическим восстановлением или термическим разложением гексахлорплатиновой кислоты или ее солей, он может содержать различные кластеры платины существенно меньших размеров. Платиновая чернь находит большое количество применений – в основном каталитических. В обычной саже могут содержаться нанотрубки (в различных вариантах), фуллерены, графит, графен, карбин и т.д.
7. В наночастицах нет точечных дефектов, которые быстро перемещаются к поверхности – основному двумерному дефекту наночастиц. Трудно говорить применительно к наночастицам о возможности существования в них дислокаций и двойников, т.к. характерные размеры таких дефектов существенно превосходят размеры наночастиц. Таким образом наночастицы практически бездефектны, если не считать «оборванных связей» на их поверхности. Разумеется, в наночастицах могут находиться примесные атомы, однако они также могут быть локализованы в поверхностном слое, так как наличие любых дефектов еще сильнее повышает свободную энергию наночастиц, которые и так являются неравновесным состоянием вещества.
8. Монокристаллы обладают достаточно большой по протяженности совершенной трехмерно - упорядоченной структурой. Весь образец вещества, являющегося монокристаллом, не имеет внутри себя границ раздела между отдельными частями, и может быть размножен из одной и той же элементарной ячейки с использованием

операций симметрии, отражающих принадлежность кристалла к той или иной федоровской пространственной группе. Поликристаллические образцы состоят из отдельных кристаллитов («монокристалликов», блоков мозаики), разделенных границами (как правило, имеющими большое число различных дефектов). Нанотрубки состоят из ванадий-кислородных слоев, перемежающихся со стабилизирующими их молекулами поверхностно-активных веществ (темплатов), свернутых, как правило, в наносвиток, расстояние между соседними слоями в котором варьируется. Это пример гибридного органо-неорганического материала. Ксерогель – это фактически высохший лиотропный жидкий кристалл, построенный из упорядоченно уложенных лент изополиванадиевой кислоты. В силу вышесказанного, ни то, ни другое не относится ни к монокристаллам (нет трансляционной трехмерной упорядоченности), ни к поликристаллам (нет границ раздела между зернами). В то же время, рентгеновская и электронная дифракция на таких объектах будет наблюдаться, так как определенные элементы упорядочения и в нанотрубках, и в ксерогеле присутствуют. Однако результаты дифракционных экспериментов следует трактовать с большой осторожностью, имея в виду указанные особенности строения.



Нанотрубки оксида ванадия: микрофотография, полученная с использованием просвечивающей электронной микроскопии, и традиционная модель строения (справа)



Структура ксерогеля пентоксида ванадия, построенного из упорядоченных лент изополиванадиевой кислоты (растровая электронная микроскопия)

9. Механические свойства практически останутся без изменений, поскольку лишь малая часть нанотрубки имеет другое строение. Физические свойства изменятся, в частности, может измениться электропроводность и оптические свойства (в спектрах могут появиться новые линии), нанотрубка также перестанет быть проницаемой для посторонних молекул. Крышечки нанотрубок являются наиболее реакционноспособной ее частью, поэтому закрытая нанотрубка будет более химически активна, позволяя селективно проводить модификацию поверхностными группами. Кроме того, при окислении «крышечка» может быть вовсе удалена, после чего «открытая» нанотрубка будет капиллярным эффектом и всеми остальными особенностями «вскрытых» углеродных нанотрубок.
10. Специалисты подразделения Boeing - компании SpectroLab - недавно смогли превысить порог в 40%. Рекордной эффективности удалось достигнуть с помощью многослойной полупроводниковой гетероструктуры с использованием концентраторов солнечной энергии. В такой солнечной батарее использован так называемый феномен мультислои — в структуре из нескольких тонких пленок различных полупроводников захватываются фотоны различных длин волн, а при взаимодействии друг с другом перекрывается более широкий спектр поглощения, чем у обычных солнечных батарей. Академиком Ж.И.Алфимовым утверждалось также, что близкой эффективности на подобной же гетероструктуре удалось достигнуть и российским ученым. Пока значительно меньшей эффективностью (не

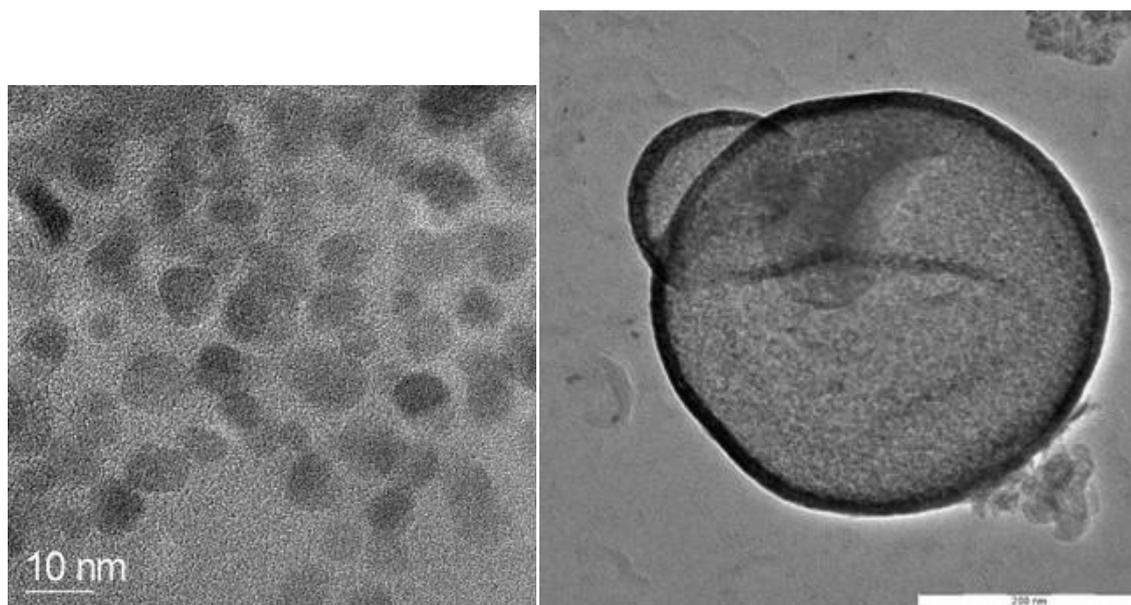
выше 15%) обладают наиболее распространенные солнечные батареи на основе двуокиси титана с красителями или квантовыми точками, а также солнечные батареи, содержащие производные фуллеренов, углеродные нанотрубки, наночастицы металлов, нанопроволоку кремния или других полупроводников. В то же время, преимуществом таких солнечных батарей является их более высокая технологичность и – часто - простота в изготовлении, возможность получать гибкие солнечные батареи большой площади и т.д. Так, ячейка на основе нанокристаллических пленок полимер / TiO_2 (сенсibilизированный красителем) имела плотность фототока $\sim 20 \text{ mA/cm}^2$, фотоЭДС = 0.72 В и КПД $\sim 10 \%$. Для ячеек на основе углеродных нанотрубок достигается КПД $\sim 7\text{-}10 \%$. В солнечных батареях, «усиленных» плазмонным резонансом, КПД также относительно высок. Если на поверхность кремния нанести тонкую пленку серебра и нагреть до $\sim 200^\circ\text{C}$, то сплошная пленка разрушается, превращаясь в сплюснутые островки сферической формы диаметром около 100 нм. Падающий на эти островки свет вызывает в наночастицах серебра коллективные колебания свободных электронов, плазмоны «переизлучают» свет в нижележащий слой кремния, что в целом увеличивает поглощение света солнечной батареей. Данная технология позволяет в перспективе повысить эффективность тонкопленочных батарей до 15 %.



Иллюстрация из доклада лауреата Нобелевской премии академика Ж.И.Алферова на Общем собрании Российской Академии Наук 19 декабря 2007 г.

11. Термодинамическая стабильность будет возрастать в ряду: графен - одностенная углеродная нанотрубка – фуллерен – наноалмаз. Наноалмаз будет превосходить по стабильности фуллерен из-за того, что большие размеры наноалмаза по сравнению с фуллереном приводят к меньшему искажению валентных углов (менее искаженная конфигурация энергетически более выгодна). Нанотрубка – это свернутый графен, в котором присутствует достаточно сильное искажение валентных углов. Фуллерен стабильнее нанотрубки из-за формирования достаточно выгодной ароматической системы π -связей. Графен наименее стабилен из-за наличия «оборванных» связей на его краях, что приводит, в принципе, к формированию более стабильных нанотрубок или графита.
12. К методам разделения УНТ относятся: ультразвуковое диспергирование и разделение при помощи поверхностно-активных веществ, центрифугирование, метод (конструктивного) разрушения, отдельное выращивание, пропускание суспензии УНТ через каналы заданного диаметра. Существует метод разделения нанотрубок по размерам путём взаимодействия с нитями ДНК. В процессе центрифугирования «плавающие» УНТ с малым диаметром остаются в верхних слоях смеси. Однако таким способом не удаётся разделить металлические и полупроводниковые УНТ. Гораздо лучше использовать специальные ПАВ для формирования УНТ-содержащих капсул. Крупные нанотрубки присоединяют большие молекулы ПАВ, что приводит к разделению смеси при центрифугировании. Хиральные нанотрубки можно разделить при использовании хиральных ПАВ. Металлические и полупроводниковые нанотрубки можно разделить при пропускании тока, пережигая более проводящие металлические нанотрубки. Содержание углеродных нанотрубок в продуктах реакции можно изменять путём подбора катализатора. Одностенные нанотрубки можно вырастить с помощью специальных модификаций метода осаждения из паровой фазы. Таким образом, одностенные и многостенные нанотрубки лучше не разделять, а сразу получать целевой продукт.
13. Основным методом получения Fe_3O_4 является взаимодействие щелочи со смесью солей двух- и трехвалентного железа. Хорошо закристаллизованные частицы получают при добавлении эквимольной смеси солей железа (обычно хлориды) в водный раствор гидроксида натрия, взятый с избытком для обеспечения рН конечной смеси в районе 11–12. В результате соосаждения образуются гидратированные магнитные частицы Fe_3O_4 с размером 10-15 нм. При добавлении цинка происходит снижение T_c таких частиц за счет того, что цинк, не имеющий

неспаренных d-электронов, входит в одну из шпинельных подрешеток Fe_3O_4 , в результате чего образуется скомпенсированный антиферромагнетик.

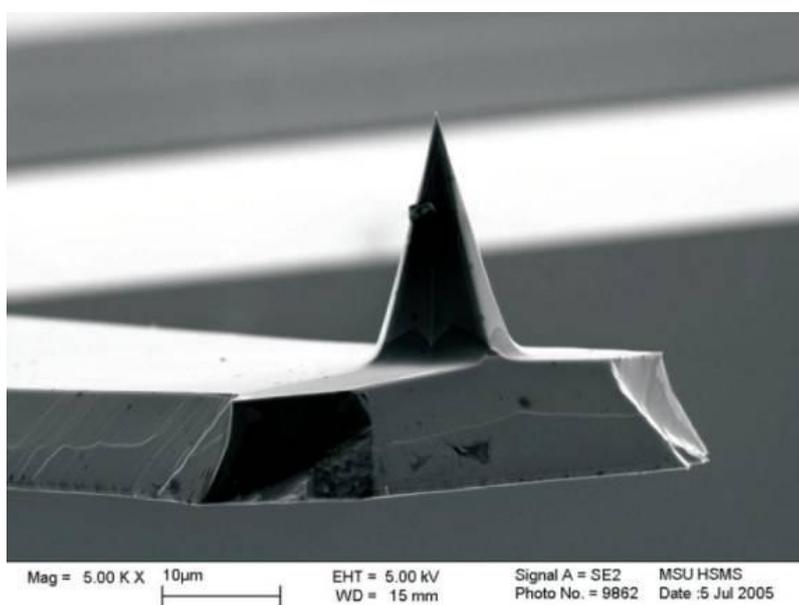


Магнитные наночастицы (ФНМ МГУ), полученные

из высококипящего неводного растворителя, карбонила железа и олеиновой кислоты – стабилизатора. пиролизом аэрозоля нитрата железа (III) и хлорида натрия (микрогранулы NaCl , содержащие 10-30 нм частицы $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)

14. Лучшим материалом именно для наноиндентера является наиболее твердый материал, поскольку он должен приводиться в контакт с подложкой и механически оставлять на ней следы (например, лунки или кратеры, по форме которых можно рассчитать локальную твердость подложки и другие ее механические характеристики). Наиболее подходят алмаз, карбид кремния и алмазоподобный нитрид бора. Не подходят мягкое золото и кварц. УНТ слишком эластичны. Из стали и политетрафторэтилена делать зонды вообще нецелесообразно.
15. Для анализа поверхности алмаза стоит использовать бесконтактную или полуконтактную моду, чтобы не повредить кремниевый кантилевер, если он стандартный. В качестве альтернативы следует выбрать более дорогое алмазное острие в контактном режиме. Поверхность магнитной плёнки анализируют, применяя магнитный зондовый датчик-кремниевый (или нитрида кремния) с пленкой из (ферро)магнитного материала (Co , Fe , CoCr , FeCr , CoPt , CoAu и др.), метод магнитно-силовой микроскопии (МСМ). Измерения проводят по двухпроходной методике (с использованием контактного и полуконтактного метода), чтобы отделить «магнитные» изображения от изображений рельефа. Поверхность магнитной пленки можно также анализировать с помощью МСМ,

бесконтактная динамическая мода, магнитный зондовый датчик со стандартным кремниевым (или изготовленным из нитрида кремния) зондовым датчиком, покрытым пленкой из магнитного материала. Элементы флеш-памяти требуют кремниевый зонд, покрытый проводящим слоем (золотом, а также Pt, Cr, W, Mo, Ti, W₂C и пр. или с наращенным вольфрамовым острием,.) то есть съемку с использованием электро-силовой микроскопии (ЭСМ), «чувствующей» поверхностные заряды и сегнетоэлектрические домены. Поверхность OLED можно «посмотреть» при наличии обычного кремниевого кантилевера (бесконтактная или полуконтактная мода, чтобы не поцарапать органический слой). Магнитные наночастицы в жидкости позволяет увидеть динамическая МСМ и кремниевый кантилевер, покрытый магнитной плёнкой. Контактная мода нецелесообразна из-за наличия жидкости. Поскольку графит является мягким (и проводящим) материалом, то для изучения его поверхности можно использовать полуконтактную (или прерывисто-контактную) моду и обычный кремниевый кантилевер, удобно использовать также СТМ. Сверхпроводник - это отображение сопротивления растекания, обычный кремниевый кантилевер. Ион-проводящие нитевидный кристалл можно снять аналогично.



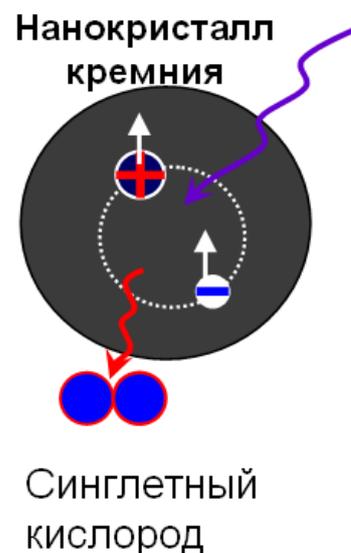
Изображение стандартного кремниевого кантилевера (компании Микромаш), полученное с помощью сканирующей зондовой микроскопии (ФНМ МГУ).

16. При восстановлении растворов соединений золота хлоридом олова (II) в слабокислых растворах образуется интенсивно окрашенный темно-пурпурный раствор так называемого кассиевого золотого пурпура (он назван так по имени Андреаса Кассия, стеклоара из Гамбурга, жившего в 17 в.). Впервые кассиев пурпур был изучен и описан в 1898 г. австрийским химиком Рихардом Зигмонди.

При восстановлении золота из сильно разбавленных растворов оно образует интенсивно окрашенные коллоидные растворы – гидрозоль, которые могут быть пурпурно-красными, синими, фиолетовыми, коричневыми и даже черными. Так, при добавлении к 0,0075%-ному раствору золотой кислоты $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ восстановителя (например, 0,005%-ного раствора солянокислого гидразина) образуется прозрачный голубой золь золота, а если к 0,0025%-ному раствору $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ добавить 0,005%-ный раствор карбоната калия, а затем по каплям при нагревании добавить раствор танина, то образуется красный прозрачный золь. В зависимости от степени дисперсности частиц окраска золота изменяется. Так, при размере частиц золя 40 нм максимум его оптического поглощения приходится на 510–520 нм (раствор красный), а при увеличении размера частиц до 86 нм максимум сдвигается до 620–630 нм (раствор голубой). Кассиев пурпур, введенный в расплавленную стеклянную массу, дает великолепно окрашенное рубиновое стекло (кремлевские звезды), количество затрачиваемого при этом золота ничтожно. Кассиев пурпур применяется и для живописи по стеклу и фарфору, давая при прокаливании различные оттенки – от слабозащитного до ярко-красного. В настоящее время модификации данного метода позволяют получать наночастицы золота, обладающие эффектом плазмонного резонанса, для фундаментальных и медицинских применений, для разделения белков, для формирования сверхрешеток и т.д.

17. Метод ФДТ включает четыре этапа. На первом этапе пациенту вводят, обычно внутривенно, раствор сенсibilизатора. Второй этап продолжительностью от нескольких часов до трех суток необходим для накопления сенсibilизатора в опухоли за счет поглощения его раковыми клетками. На этом этапе по флуоресценции сенсibilизатора судят о размерах опухоли и ее расположении. На третьем этапе пораженный участок облучают светом определенной длины волны в течение 15 - 20 минут. В качестве источника света обычно используется лазер и система световодов, которая позволяет доставлять свет во внутренние органы. Возбужденная молекула сенсibilизатора взаимодействует с кислородом, давая активную синглетную форму кислорода. Последняя обладает значительно большей подвижностью и более активно окисляет внутренние элементы клетки. Синглетный кислород является цитотоксическим, благодаря своему свойству сильного окислителя биомолекул. Нанокристаллы полупроводника кремния с диаметром несколько нанометров при фотовозбуждении могут выступать в роли сенсibilизаторов при генерации синглетного кислорода. Механизм

фотосенсибилизации заключается в передаче энергии экситонов, возбуждаемых светом в нанокристаллах кремния, к адсорбированным на их поверхности молекулам кислорода.



Лабораторное животное (белая крыса, слева) с введенными наночастицами кремния после сеанса фотодинамической терапии, а также схема генерации синглетного кислорода (справа). (фотографии – ЦКП физического факультета МГУ).

18. Титан и его сплавы широко используются при изготовлении медицинских имплантантов. Проведенные исследования микроструктуры и свойств титана, полученного различными методами интенсивной пластической деформации, показали, что механические свойства титана в наноструктурном состоянии достигают свойств высокопрочных титановых сплавов. При этом формирование наноструктурного состояния в титане не оказывает отрицательного влияния на его биосовместимость.
19. Лиотропные ЖК самоорганизуются, чтобы свести энергию системы к минимуму. Причина в том, что в одной и той же молекуле сосуществуют гидрофильная "голова" и гидрофобный "хвост", при этом такая молекула должна взаимодействовать с молекулами растворителя, увеличивая энтропию системы (S). Такое взаимодействие в полярном растворителе происходит за счет «головы», а в неполярном – за счет «хвоста», уменьшая энтропию (H), обратное взаимодействие энергетически невыгодно (нарушается структура растворителя). Чтобы минимизировать суммарно свободную энергию системы $G = H - TS$, этим молекулам приходится "сворачиваться" либо в шарики, либо в цилиндры, либо в другие структуры. Таким образом, самоорганизация достигается за счет того, что

лиофобные («не любящие растворитель») части молекул ЖК собираются вместе, а лиофильные части молекул находятся в контакте с молекулами растворителя (чаще всего воды) и не дают молекулам растворителя проникнуть к лиофобному скоплению. На самоорганизацию молекул ЖК влияет концентрация ЖК в системе и температура. Диаметр пор при формировании мезопористых матриц с использованием таких мицеллярных темплатов поэтому можно изменять за счёт удлинения или укорочения гидрофобных "хвостов", за счёт изменения концентрации ПАВ в растворе, а также при введении различных молекул в гидрофобную часть мицеллы.

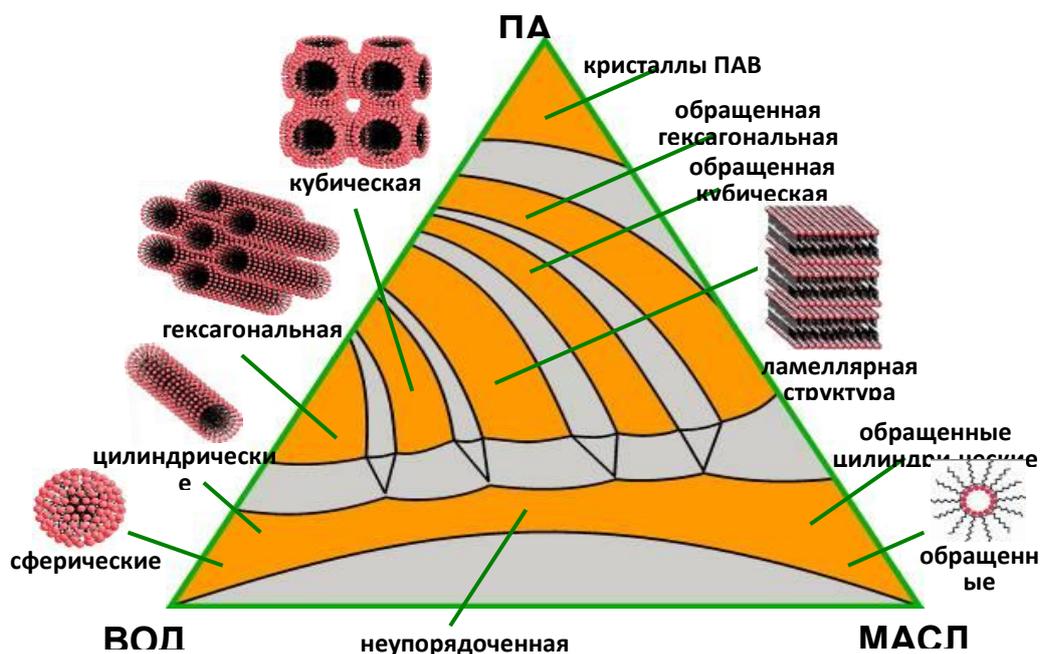


Диаграмма состояния системы вода-масло-ПАВ (ФНМ МГУ)

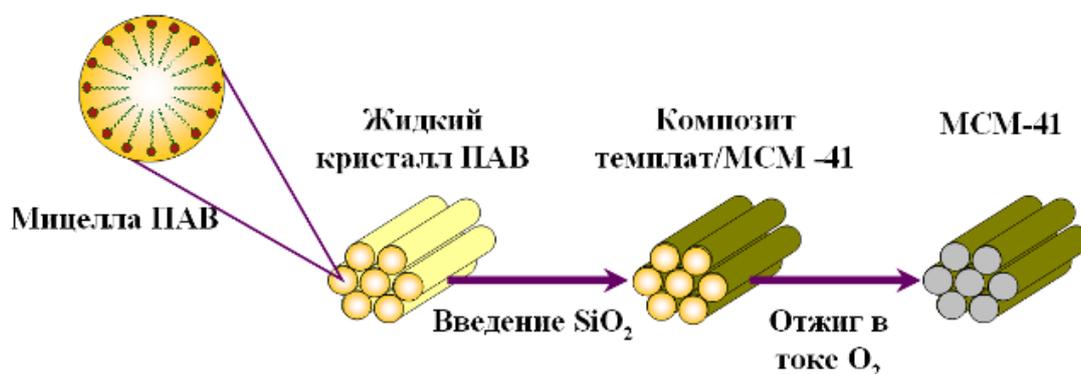
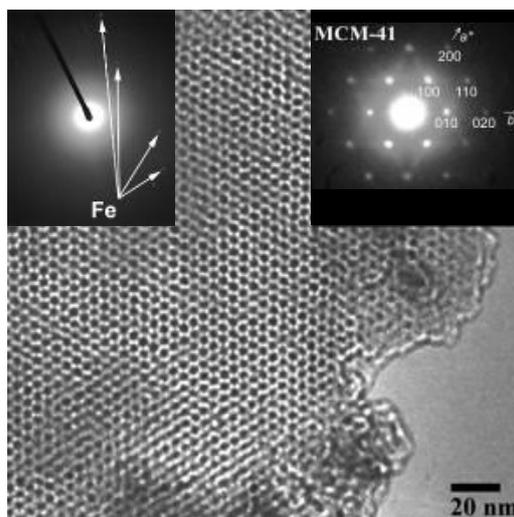
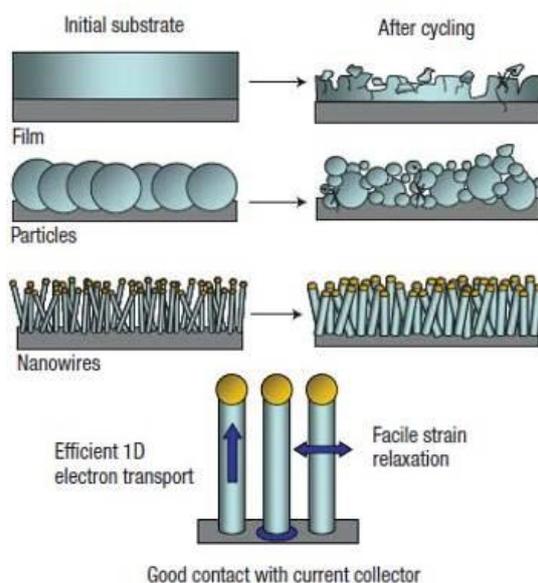


Схема получения мезопористого диоксида кремния с использованием мицеллярного темплата (ФНМ МГУ)



Микрофотография нанокompозита «мезопористый SiO₂-Fe», полученная с использованием просвечивающей электронной микроскопии (ФНМ МГУ)

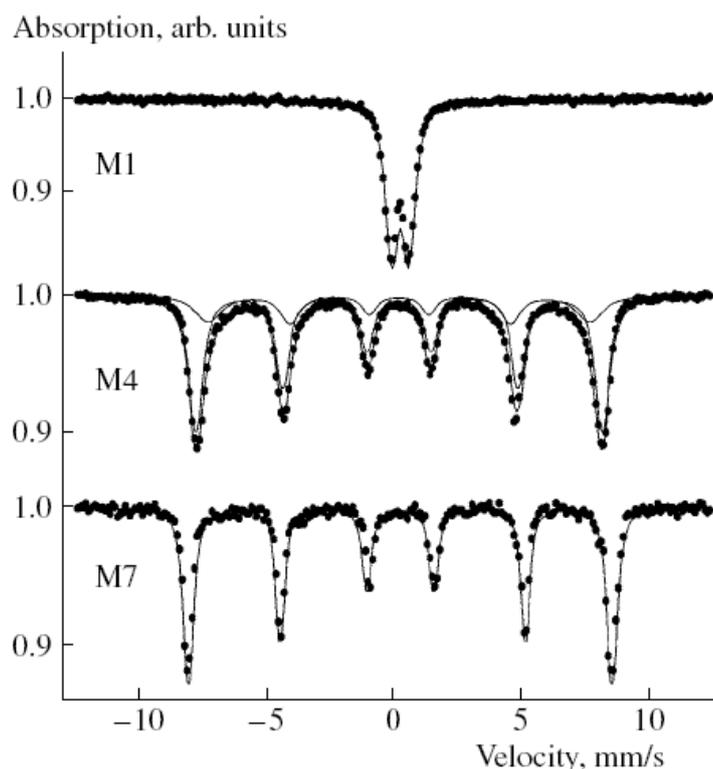
20. Плюсы: такие источники тока миниатюрные, более долговечные при циклировании, дают большую емкость, значительно быстрее перезаряжаются в аккумуляторах, их можно использовать в таких устройствах, как сотовые телефоны, карманные компьютеры, кардиостимуляторы, устройства «двойного назначения». Минусы: электроды могут прорасти друг в друга через разделяющую мембрану (например, «усы» и «дендриты» металлического лития), что приводит к короткому замыканию, иногда – даже к «вскипанию» аккумулятора. Из-за высокой реакционной способности наночастиц они могут необратимо реагировать с электролитом.



Использование «нановискеров» кремния для создания анодного материала с десятикратной увеличенной емкостью (Nature)

21. Кроме обычных способов, водород можно хранить в углеродных нанотрубках, активированном угле, производных фуллеренов, цеолитах, стеклянных микросферах, материалах на основе аэрогелей, платиновой черни, пористом никеле, металл-органических каркасных структурах (на основе терефталатов и др.). Наиболее перспективными для хранения водорода в настоящее время считают углеродные наноматериалы, в частности, фуллерены, с которыми связаны атомы переходных металлов. Экспериментально показано, что количество водорода, обратимо извлекаемого при комнатной температуре и давлении, близком к атмосферному, может достигать 9 масс.%. Кроме того, эти материалы являются относительно дешевыми и более легко возобновляемыми по сравнению с металлгидридными источниками. Углеродные наноматериалы имеют небольшой удельный вес, что также делает их весьма привлекательными. Главное же преимущество УНТ - возможность хранить водород при низком давлении. Сорбция водорода в пучках двустенных УНТ существенно выше, чем для одностенных УНТ. Считают, что повысить сорбционную емкость УНТ и других углеродных наноструктур можно с помощью добавления металлов – катализаторов диссоциации водорода, среди которых одним из лучших является *Pd*. Теоретически *SiC* нанотрубки более перспективны, чем УНТ, т.к. емкость *SiC* нанотрубок по водороду более, чем в два раза выше, чем у углеродных нанотрубок.
22. Регионарная гипотермия раковых опухолей при введении наночастиц оксидов железа основана на эффекте разогревания таких наночастиц в переменном магнитном поле за счет магнитокалорического эффекта. Наблюдение секстета в мессбауэровском спектре наночастиц оксида железа (III) означает, что локально наблюдается магнитноупорядоченная структура, которая может относиться как к магнитной $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ со структурой шпинели, действительно использующейся для гипертермии, так и к малоэффективной для гипертермии $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, обладающей структурой корунда и очень небольшой намагниченностью насыщения. В обеих фазах на зондовых атомах железа присутствует магнитное поле, создаваемое ближайшими атомами железа, окружающими зондовый атом (изотоп ^{57}Fe). Этого достаточно для появления различающихся по параметрам «секстетов» в мессбауэровских спектрах обеих модификаций. В то же время, это не означает, что структура дальнего порядка приведет к возникновению большого магнитного момента в образце. Таким образом, факт наличия секстета не является достаточным условием для эффективного использования анализируемого оксида железа для гипертермии (однако достаточно надежно позволяет идентифицировать

кристаллическую модификацию оксида и даже оценить размер его частиц, поэтому является необходимым условием). Это происходит потому, что гамма – резонансная спектроскопия является эффективным методом анализа не структуры дальнего порядка, но локальной структуры материалов (в основном это касается первой координационной сферы), в то время как макроскопические магнитные свойства предопределяются коллективными взаимодействиями, то есть строением вещества на значительно больших пространственных масштабах.



Мессбауэровский спектр при комнатной температуре аморфного (суперпарамагнитного) образца гидратированного оксида железа (III) (M1), а также магнитной модификации оксида железа (III) (M4).

23. В зависимости от угла ориентации графитовых плоскостей относительно оси нанотрубки (хиральность нанотрубки) одностенная графитовая нанотрубка может проявлять металлические свойства, либо быть полупроводником с запрещенной зоной от 0,01 до 0,7 эВ. Соединение двух нанотрубок с различной хиральностью (а значит и различными электронными характеристиками) позволяет получить переход металл-полупроводник, что и будет диодом Шотки. Цилиндрические неизогнутые нанотрубки состоят из повторяющихся углеродных шестиугольников. Если углеродный шестиугольник заменить, например, на пятиугольник или семиугольник, то нанотрубка изогнется. С разных сторон относительно изгиба

ориентация углеродных шестиугольников оказывается различной. Но с изменением ориентации шестиугольников по отношению к оси нанотрубки меняется ее электронные свойства, поэтому с одной стороны изгиба нанотрубка будет металлической, а с другой - полупроводниковой. Таким образом, изогнутая нанотрубка будет представлять молекулярный гетеропереход металл-полупроводник. Если рассматривать данные куски нанотрубки изолированно, с разных сторон относительно изгиба, электроны на уровне Ферми обладают разной энергией. В единой системе выигрыш в энергии приводит к перетеканию заряда и образованию потенциального барьера. Электрический ток в таком переходе течет только в том случае, если электроны перемещаются из области нанотрубки с большей энергией Ферми в область с меньшей. Иначе говоря, ток может течь только в одном направлении, как и в «обычных» полупроводниковых диодах.

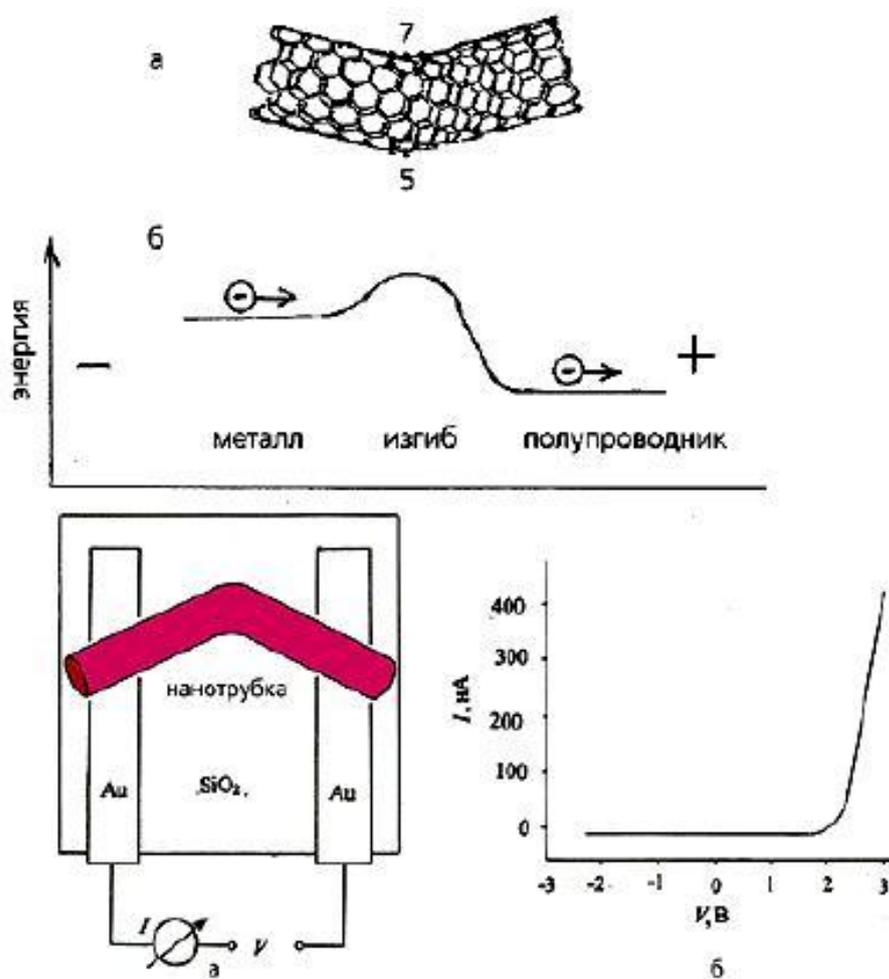
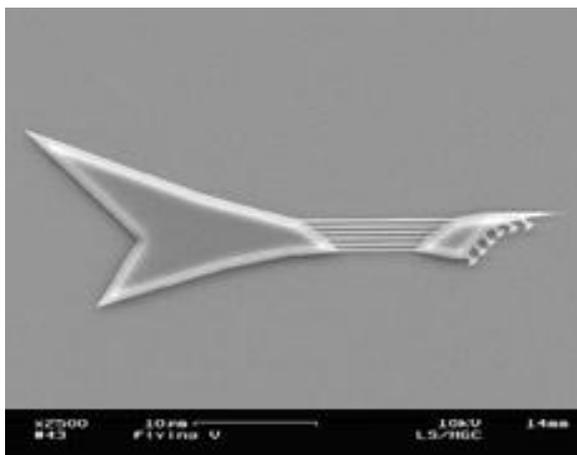


Схема устройства и характеристики диода Шоттки на основе единичной изогнутой углеродной нанотрубки

24. Разогрев супермагнитных наночастиц при действии высокочастотного магнитного поля происходит из-за возникновения колебаний частиц. Поле вызывает движение

частиц в определенном направлении, частицы начинают двигаться и приобретают кинетическую энергию. После того, как вектор магнитной индукции изменяет направление, частицы стремятся переориентироваться по полю и поворачиваются, при этом часть кинетической энергии передают частицам среды, их кинетическая энергия увеличивается (следовательно, увеличивается и температура). В высокочастотном магнитном поле это происходит с большой частотой, что и приводит к разогреву. Предполагается, что таким способом можно лечить рак. В настоящее время уже созданы нанобиозонды, каждый из которых состоит из крошечной сферы, сделанной из намагниченного оксида железа, соединённого с моноклональными антителами. Наносферу покрывают сахара и полимеры, маскирующие её от "внимания" иммунной системы. Сферы, мигрируя по организму, в конце концов накапливались на поверхностях раковых клеток и, благодаря своим антителам, соединялись со специфическими рецепторами клеток опухоли. В результате такой векторной доставки эффективность уничтожения раковых клеток существенно возрастает.

25. Это задача-провокация. Дело в том, что скорость передачи сигнала от одного абонента до другого определяется не скоростью дрейфа (упорядоченного движения) электронов по проводнику, которая очень мала, а скоростью распространения электромагнитных волн, которая велика. Самый простой ответ заключается в том, что можно было бы расстояние в 10000 км разделить на скорость распространения электромагнитных волн в проводнике из золота и на скорость распространения в проводнике из графена, и затем сравнить. В принципе, с учетом скорости распространения света в вакууме ($\sim 300\,000$ км/с) можно утверждать, что в обоих случаях абонент услышит тещу за времена, менее 1 секунды, поэтому разность времен будет ничтожна.
26. Нанопианино и наногитара звучать в обычном понимании вообще не будут, поскольку размеры звуковых волн на много порядков превышают размеры любых наноструктур, в силу этого наноструктуры просто не могут генерировать звуковые волны. Основная частота звука в струне (в трубе открытой с обоих концов) дается выражением $v/2L$, v – скорость распространения волны в материале, L – длина. Примем $L = 100$ нм, $v = 400$ м/с, тогда частота будет иметь порядок нескольких ГГц.



Наногитара

27. Закон Ома имеет вид: $I=U/R$ где I -сила тока, протекающего через проводник, U – напряжение, R -сопротивление проводника. При вытягивании золотой проволоки (золото очень пластический материал и его можно растягивать до проволоки с субмикронным диаметром) диаметр проволоки будет уменьшаться, и наступит такой момент, когда протекание электрического тока начнут определять квантовые эффекты, а число электронов, проходящих через поперечное сечение, перестанет линейно зависеть от напряжения U . Таким образом, классический закон Ома нарушается за счет размерных эффектов. При уменьшении толщины до десятков нм происходит ограничение длины свободного пробега электронов толщиной провода. При уменьшении толщины до единиц нм при низких температурах толщина сравнивается с длиной волны де Бройля электрона. Тогда могут наблюдаться одноэлектронные эффекты – так называемая "квантовая лестница". При уменьшении толщины на ВАХ появится сублинейный участок, связанный с уменьшением тока. Осцилляции тока наблюдались в экспериментах на квантовой проволоке из атомов золота между иглой сканирующего туннельного микроскопа и поверхностью золотого образца. При увеличении расстояния между иглой и поверхностью проволока становится длиннее и тоньше. Проводимость проволоки при ее растяжении изменялась скачками на квантовую единицу проводимости $2e^2/h$. Согласно вычислениям, проводимость квантовой проволоки при увеличении ее длины изменяется не монотонно, а колеблется. Она достигает максимумов для проволоки, состоящей из четного числа атомов, поскольку в этом случае больше число допустимых электронных состояний.
28. Трубка типа “зигзаг” и “кресло” в недеформированном состоянии являются полуметаллами. При деформациях (изгиб, кручение и сжатие) у них будет появляться запрещенная зона, величина которой будет зависеть от величины

деформации и ее типа. Хиральные нанотрубки также будут изменять свои свойства в зависимости от характера и величины деформации. (см. вопрос 23) В металлооксидных нанотрубках свойства не определяются механической деформацией, поэтому от них вряд ли можно ожидать того же, что и от углеродных нанотрубок. Светоизлучающие элементы лучше делать из неизогнутых одностенных нанотрубок, т.к. эмиссия электронов определяется величиной напряженности электрического поля на конце нанотрубки. Чем выше напряженность, тем сильнее эмиссия. При прочих равных условиях (величине электрического потенциала) напряженность будет тем выше, чем острее кончик трубки (меньше радиус). Диаметр одностенных трубок меньше, чем многостенных, соответственно у них меньше радиус кончика. Прямые трубки являются полуметаллами, соответственно работа выхода из них электронов меньше, чем из изогнутых (являющихся полупроводниками).

29. Всего для этой, в общем-то, геометрической задачи было дано 3 законченных решения, ниже приводится лучшее, которое практически (оценочно) совпадает с правильным, но является более подробным. Нанотрубка, имеющая конфигурацию “зигзаг” – простейший, нехиральный, случай сворачивания графенового листа с вектором $(N, 0)$. Вся нанотрубка может быть получена трансляцией “элементарного” участка графеновой структуры вверх и вниз рисунка. Вдоль одного “зигзага”, например а-а, будет находится $2N$ атомов углерода и будет N -связей с верхним “элементарным” участком графеновой структуры. Пусть энергия одной связи равна $10^{-7} * E$ Дж (где E -энергия в эрг, 1 эрг – одна десятиmillionная джоуля). Тогда энергия всех связей будет равна $10^{-7} * E * N$ Дж. При образовании нанотрубки узлы 1, 3, 5, 7 и т.д. (все нечетные) сверху и снизу совместятся. Таким образом поскольку самый нижний (d-d) и самый верхний (a-a) “зигзаги” одновременно принадлежат двум “элементарным” участкам графеновой структуры, то всего в элементарной структуре будет 3 “зигзага” по $2N$ атомов углерода, в итоге $6N$, с общей массой $6 * N * m_0$, где m_0 -масса одного атома углерода. Если принять длину связи C-C равной a_0 то высота всего “элементарного” участка графеновой структуры (расстояние например между 1-1) составит $3 * a_0 + 4 * a_0 * \sin 30 = 5 * a_0$. Линейная плотность нанотрубки составит: $\rho = (6 * N * m_0) / (5 * a_0)$ кг/м. Оценочно, нанотрубка разорвется под собственным весом тогда, когда потенциальная энергия участка трубки длиной L не станет равна энергии связей в поперечном сечении. Приближенно (не учитывая зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью и архимедову силу,

если трубка космического лифта попадает в воздушную оболочку Земли) будем считать, что вся масса оторвавшегося куска однородной нанотрубки длиной L находится в его центре $L/2$. Тогда потенциальная энергия равна $mgL/2$ где m - масса куска $m=\rho L=(6*N*m_0*L)/(5*a_0)$. Можно записать: $6*N*m_0*L*g*L/(5*a_0^2)=10^{-7}*E*N$. Тогда длина обрыва не зависит от диаметра и составляет $L^2 \sim 10^{-7} E a_0 / (6m_0)$. Так как молярная масса углерода 0.012 кг/моль – это m_0N_A (N_A – число Авогадро), то $L^2 \sim 10^{-5} E[\text{Дж}] a_0[\text{м}] N_A / 7 \sim E[\text{Дж}] a_0[\text{м}] 10^{18}$. Кстати, проверка по размерностям показывает справедливость данной формулы ($1 \text{ Дж} = \text{кг м}^2 / \text{с}^2$, $g = 9.8 \text{ м} / \text{с}^2$). Энергия связи С-С в слое графита равна 167,6 Дж/моль, а длина такой связи составляет $0.14 * 10^{-9} \text{ м}$, то есть $L^2 \sim 23 * 10^9 \text{ м}$, а $L \sim 5\,000 \text{ м}$, то есть всего 5 км. Немало, но и не слишком много.

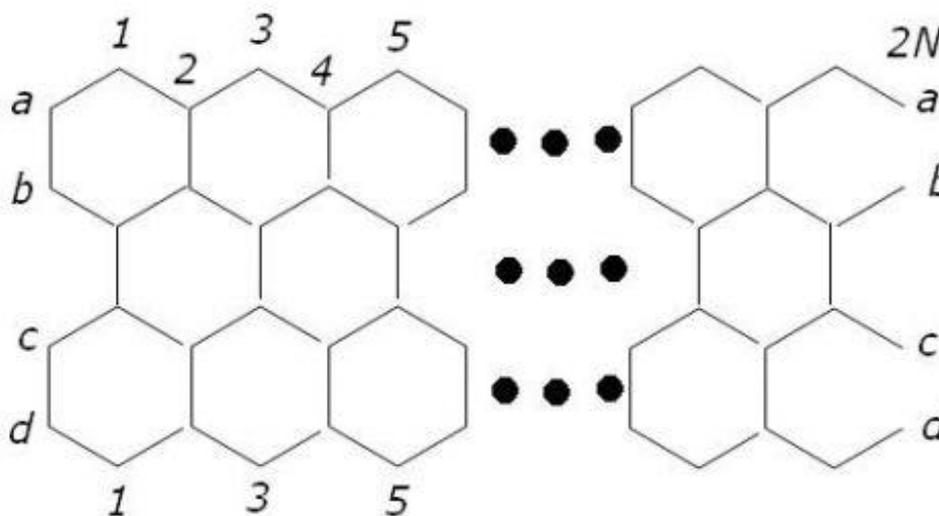


Схема строения нанотрубки типа «зигзаг»

30. Нанокристаллический диоксид титана, может быть опасен для здоровья поскольку он может быть фотосенсибилизатором УФ –излучения, способствует его поглощению и передаче клеткам, что может привести к их разрушению. При облучении на его поверхности образуются свободные радикалы высокой энергии. Пример – фотолиз воды, при котором формируются энергичные радикалы $\text{OH}\cdot$, $\text{OON}\cdot$ и др. Кроме того, из-за малого размера наночастицы диоксида титана могут проникать через кожу, попадать в кровь и разноситься по всему организму, включая печень, мозг, почки и .д. Поэтому наносить диоксид титана в составе крема, содержащего кроме воды большое количество органических веществ, может оказаться небезопасно.

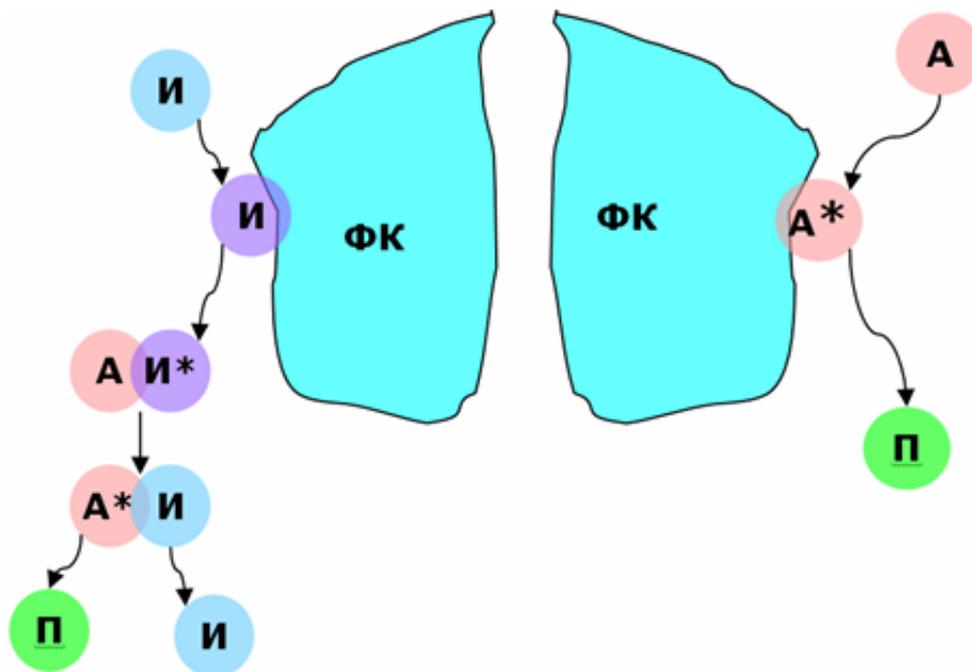
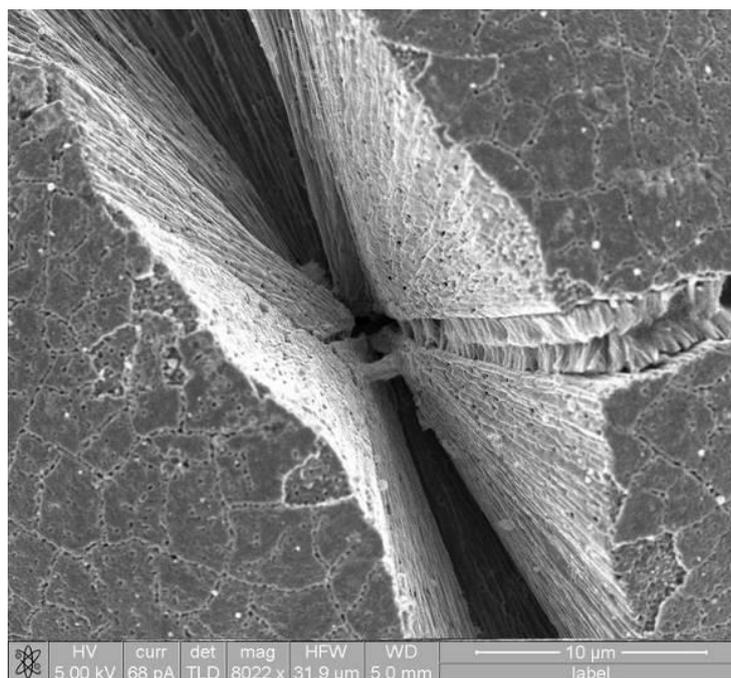


Схема действия фотокатализатора (ФК), И – вещество – интермедиат, * - возбужденное состояние, А – превращающееся вещество, П – продукт фотокатализа.



Внутренняя структура микросферы диоксида титана после гидротермальной обработки (Ю.В.Коленько, Химфак-ФНМ МГУ)

Промышленный шпионаж или нанотехнологический Шерлок Холмс (2007, задание для всех)

Основано на рассуждениях Е.А.Смирнова

Фото 1.

На изображении присутствуют нити размером ~0,2-0,5 микрон. На поверхности нитей "висят" шарообразные частицы, размер которых достигает 3-4 микрон, но также присутствуют и шарики довольно малых размеров ~0,2 микрон. Возможно, что нити-вискеры, а небольшие глобулы-специальная добавка для улучшения проводимости, например, наночастица серебра.

Изображение получено с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: маленькие шарики на поверхности вискера.

Получение: сначала выращивают вискеры по ПЖК механизму на какой-либо подложке, используя в качестве прекурсора монооксид олова, а затем "промывают" их в растворе нитрата серебра и восстанавливают при небольших температурах в токе водорода серебро.

Применение: возможное применение-газовые сенсоры, нити обладают достаточно большой удельной поверхностью, а модернизированный таким образом материал будет обладать более высокой чувствительностью.

В данном случае это углеродные волокна с аморфным углеродом в виде микросфер.

Фото 2.

На изображении видны продолговатые нити, поверхность которых не является однородной (по цветовой гамме). Однако не дана размерная шкала. Возможно, что эти нити являются переплетёнными между собой вискерами. Предположим, что это вискеры из оксида олова. Изображение дано в цвете, поэтому можно предположить, что методом анализа явилась оптическая микроскопия в поляризованном свете. К тому, на изображении видны, скорее всего, поверхностные "дефекты": вискеры как бы сплетены в косу.

Элементы наноструктурирования: сплетение в косу вискеро́в.

Получение: направленный рост вискеро́в диоксида олова с последующим их скручиванием. Направленный рост можно организовать, нанося зародыши на подложку.

Рост вискеро́в из диоксида олова возможен по механизму ПЖК, прекурсором следует взять монооксид олова, который в условиях синтеза будет диспропорционировать на металлическое олово и диоксид.

Возможное применение - газовые сенсоры, такая упаковка позволит сохранить достаточно большую удельную поверхность при минимизации самого устройства, в котором данный материал будет использоваться.

В данном случае это перьевидные нитевидные кристаллы диоксида кремния, полученные по механизму ПЖК при диспропорционировании монооксида кремния из газовой фазы, возможное применение – носители катализаторов и в качестве теплоизоляционного материала.

Фото 3.

На изображении видны армирующие агенты ("палочки", торчащие из края слома материала) с характерным диаметром ~1-2 микрон. Возможно, что эти "палочки" являются вискерами V_2O_5 .

Изображение получено с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: таким элементами могут являться сами вискеры.

Получение: предварительный рост вискероидов по механизму ПЖК, а затем введение их в расплав материала с последующим охлаждением.

Применение: материалы, изготовленные с добавлением армирующих агентов, будут иметь повышенные прочностные характеристики. Их можно применять в строительстве, для изготовления бронезащит, брони как таковой, в качестве материалов, которые необходимо постоянно сгибать и разгибать. Так же вискеры обладают электропроводностью, то они могут найти применение в энергетике.

В данном случае это ксерогель пентоксида ванадия, армированный манганитными вискерми. Оба компонента являются электроактивными и вместе составляют гибкий катодный материал для литиевых аккумуляторов.

Фото 4.

На изображении видны пластинки, они широкие и достаточно тонкие. Если предположить, что это вещество является составной частью кости (неорганическая составляющая кости-гидроксиапатит кальция), то формирование таких форм на подложке возможно из раствора, состав и химико-физические параметры которого очень схожи с человеческим организмом. Тогда должны формироваться достаточно тонкие и не большие пластинки. Изображение получено с помощью растровой электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования:

Получение: кристаллизация на подложке из насыщенного раствора, содержащего нитрат кальция, фосфат аммония и некоторое количество специальных добавок, имитирующих химико-физические свойства живого организма. Другой вариант получения такого

материала-перекристаллизация уже полученного гидрокиапатита в растворе, имитирующем живой организм.

Применение: в основном такой материал возможно будут применять в медицине, в качестве костных биорезорбируемых имплантантов.

Фото 5.

Справа вверху находится срез "палочки" прямоугольной формы. Такую форму может иметь кристалл манганита бария. Тот "беспорядок", который можно наблюдать на основной части изображения, по-видимому, обусловлен химическим взаимодействием этого материала. Изображение получено методом сканирующей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: поры, полученные при действии кислоты, будут являться такими элементами.

Получение: возможно кристаллизацией в расплаве, содержащем необходимые количества оксидов бария и марганца, а также некоторое количество легкоплавкой матрицы, которую постепенно испаряют.

Применение данного материала возможно в качестве ионного проводника, катализатора, неорганического сорбента, так как манганит бария-каркас из октаэдров MnO_6 , с достаточно большими "порами", в которых могут размещаться ионы бария и многие другие ионы.

Прим. ред.: в данном случае это манганит бария $Ba_6Mn_{24}O_{48}$ с туннельной структурой, некоторые микрофотографии которого имелись в разделе «Галерея» сайта www.nanometer.ru, подобная микроструктура получается при реакции с окисляющими кислотами, в частности, с концентрированной азотной кислотой. В результате такого процесса происходит частичная эрозия вискера, ионный обмен катионов бария с протонами, кристалл приобретает свойства смешанного протон-электронного проводника, а с поверхности покрывается нанокристаллами гидратированной двуокиси марганца.

Фото 6.

На изображении видны полосы шириной ~5 микрон. Они создают причудливый узор. Возможно, что это доменная структура магнитного материала (к примеру, магнитная плёнка $CdFeCo$ на подложке). Изображение получено с помощью сканирующего атомно-силового микроскопа в С МСМ или Д МСМ моде.

Элементы наноструктурирования: сама плёнка является таким элементом наноструктурирования поверхности подложки.

Получение: термическое испарение материалов плёнки в вакууме с последующим осаждением на подложке.

Применение: магнитные носители информации.

Это была магнитооптическая пленка с сайта компании NTMDT.

Фото 7.

На изображении видны "холмики", достаточно малых размеров ~200нм и высотой ~60нм. Изображение получено с помощью атомно-силового микроскопа, так как отчётливо виден 3D-рельеф поверхности на это указывают характерные размеры частиц. Построение этих частиц такое: 2 рядом, затем одна отсутствует. Возможно, что это подложка с нанесённым на неё нанорельефом. К примеру, это могут быть затравки из металла для последующего роста вискеро́в.

Элементы наноструктурирования: такими элементами могут быть "холмики" на поверхности и их расположение.

Получение: нанесение с помощью СБОМ-литографии.

Возможное применение - направленный рост вискеро́в.

Прим. ред.: в данном случае это магнитные наночастицы кобальта, полученные с помощью микросферной литографии.

Фото 8.

На изображении видны "кусты", выращенные на длинных "палочках" диаметром в единицы микрон. Возможно, что это вискеры SnO_2 создали такую причудливую форму. К тому же, размер составляющих этот "куст" "прутиков" около 1 микрона. Изображение получено с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: вискеры посаженные на волокна матрицы.

Получение: по механизму ПЖК (Пар-Жидкость-Кристалл). Сначала готовят монооксид олова, который термически переводят в газовую фазу. Газ-носитель, к примеру, N_2 доставляет этот пар к подложке, на которую предварительно нанесены эти волокна. На её поверхности и происходит диспропорционирование на металлическое олово и SnO_2 , из которого и состоят вискеры.

Применение: газовые сенсоры. Такие "кусты" обладают высокой удельной поверхностью.

Фото 9.

На изображении отчётливо видны параллельные полосы. Такие полосы могут наблюдаться в модулированных структурах при получении изображения методом просвечивающей электронной микроскопии. Примером такого вещества может быть Bi_{2212} ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$), в котором на каждую пятую элементарную ячейку в окружении атома Bi приходится один "лишний" атом кислорода, из-за неидеального расположения

атомов Bi в слоях Bi_2O_3 . Кроме этого на изображении видны тёмные и светлые области. Скорее всего, это можно отнести к неоднородностям (возможно, другим фазам, так как граница достаточно чётко выражена) распределённым по объёму. Самое простое: введение в материал Pb^{2+} и окисление в Pb^{4+} ,

Элементы наноструктурирования: окисленные частицы внутри образца

Получение: Керамическим методом из соответствующих весовых форм (оксиды, карбонаты и т.д.) с последующим окислительным отжигом.

Применение: ВТСП с высоким критическим током можно применять для создания линий передачи переменного тока, трансформаторов, такие материалы также могут найти применение в магниторезонансных томографах и при создании левитирующего высокоскоростного транспорта.

Фото 10.

По очертаниям похоже на сферу, из которой вынули сегмент. Такое может произойти при испарении растворителя из капли аэрозоля, полученного распылением раствора в горячую печь, т.е. пиролиз этого аэрозоля (испаряющийся растворитель может буквально разрывать "каплю"). К тому же размер полученной сферы \sim одного микрона. Возможно, что это наночастицы ферромагнитного вещества из задачи 10.

К примеру, это может быть ZnFe_2O_4 или что-то в этом духе. Изображение получено с помощью сканирующей электронной микроскопии, потому что при малом размере $\sim 200\text{нм}$, а изображение достаточно чёткое, к тому же на подписи к фотографии указано напряжение, по-видимому, разгоняющее электроны ($E_{\text{TH}}=5.00\text{kV}$).

Элементы наноструктурирования: таким элементами могут являться сами "дырки", которые увеличивают площадь поверхности, а следовательно энергия при разогреве частиц в переменном магнитном поле будет передаваться быстрее от этой частицы к клетке.

Способ получения: смесь растворов нитратов железа и цинка распыляется в некоторый объём (чтобы капельки были поменьше, можно использовать дополнительно ультразвуковое облучение), через который продувается газ-носитель (к примеру, N_2) с необходимой скоростью.

Применение: такие частицы (как отмечалось в задаче 10) могут быть использованы для лечения раковых опухолей.

Прим. ред.: ZnFe_2O_4 не может использоваться для гипертермии, так как он является антиферромагнетиком и цитотоксичен.

Фото 11.

На изображении представлена пористая структура с достаточно большим размером пор, который не соответствует размерам пор цеолитов. Возможно, что составное вещество представляет собой оксид кремния или алюминия. Изображение получено с помощью растровой электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: к ним можно отнести сами поры.

Получение: сначала собирается "каркас" из сферических органических частиц, затем поры между сферами пропитывают этилатом кремния (или изопропилатом алюминия). Затем проводят гидролиз в растворе при pH~7-8, после чего удаляют органическую "матрицу" термической обработкой, при этом образуются связи «кремний-кислород-кремний».

Применение: возможно, что такие материал получают применение в качестве абсорбентов сажи и т.п.

Прим. ред.: в данном случае существенно, что поры упорядочены и соответствуют по размерам оптическому диапазону. Что бы это ни было (а это диоксид титана), структура представляет собой фотонный кристалл со структурой инвертированного опала.

Фото 12.

У основания "иголок" видны уширения. Размер иголок достаточно большой (~1-10микрон), размер подложки тоже (~500микрон). Возможно, что эта фотография иллюстрирует рост вискеро в заданном направлении. Фотография сделана с помощью сканирующего электронного микроскопа. К примеру, это вискеры SnO₂.

Элементы наноструктурирования: сложно сказать, потому что размер всех элементов изображения порядка нескольких микрон.

Получение: вискеры формируют по механизму ПЖК (Пар-Жидкость-Кристалл). Сначала готовят монооксид олова, затем на пластинку наносят маленькие капельки золота. Подогревают подложку, при этом капельки золота превращаются в жидкость в виде шариков, которые не смачивают поверхность. Затем термически испаряют монооксид олова, в газовой фазе диспропорционирующий на олово и диоксид олова. Синтез проводят при низком парциальном давлении олова. Оксид олова в виде жидкости "садится" на капельку золота и начинает диффундировать через неё к поверхности подложки. На стыке капельки золота и несмачиваемой поверхности растёт вискер, на острие которого постоянно остаётся жидкая фаза.

Применение: вискеры из диоксида олова, обладая большой удельной поверхностью, могут применяться в качестве газовых сенсоров.

Прим. ред.: в данном случае это классическая фотография кремниевых вискеро, использующихся в качестве острий для атомно-силовой микроскопии (Е.И.Гиваргизов).

Упорядоченное расположение маленьких вискеро́в на торце большого возникает в силу того, что островки «катализатора» - золота – в методе ПЖК распределили на торце крупного нитевидного кристалла кремния с помощью электронной литографии, после чего нагрели и с помощью CVD (химическое осаждение из газовой фазы) вызвали рост вискеро́в с использованием эвтектических капелек кремний-золото.

Фото 13.

На изображении видны светлые "палочки" диаметром~100-200нм с более тёмной "головкой" на конце. Длина этих палочек составляет~600-700нм. Возможно, что это нанонити ZnO, рост которых катализируется каким-либо металлом. Боковые отростки созданы как раз наночастицами этого металла. Изображение получено с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: сами "палочки" является такими элементами. Получение: нанонити образуют по механизму ПЖК, выращивая "нанолес" на специальной подложке с предварительно нанесённым на неё катализатором.

Применение:оксид цинка-отличный фотоэмиттер с шириной запрещенной энергетической зоны 3.37 эВ. Такие нанонити могут применяться при создании LED.

Прим. ред.: в данном случае это вискеро́ы MgO с катализатором в виде металлического кобальта.

Фото 14.

Справа в углу изображена структура, в которой жёлтые атомы, возможно, либо кислород, либо сера, а красные-атомы металла. На изображении видны параллельные полосы. Такая структура очень похожа на многостенную нанотрубку. Возможно, что это нанотрубки V₂O₅ или MoS₂ (WS₂). Изображение получено с помощью просвечивающей электронной микроскопии, так как используя этот метод анализа можно получить информацию о внутренней структуре материала (в данном случае-стенки и полость нанотрубки). О применении этого метода свидетельствует и размерная шкала, указанная на изображении.

Элементы наноструктурирования: сама многостенная нанотрубка является таким элементом.

Получение: для получения таких нанотрубок из сульфидов молибдена или вольфрама достаточно взять соответствующий оксид и ввести его в реакцию с сероводородом. Сначала частицы покрываются слоем сульфида, а затем происходит диффузия сероводорода внутрь частицы, образуя таким образом, слоистую структуру.

Применение: данные нанотрубки могут применяться в качестве добавок к различного рода смазкам, так как образованные слои достаточно трудно порвать, зато они смогут

"скользить" друг относительно друга, и вполне могут заменить добавки на основе графита.

Фото 15.

На изображении отчётливо видна сферическая форма частиц материала. Размер такой сферы составляет ~2-3 микрон. К тому же, эти частицы имеют форму полой (или, возможно, сплюснутой) сферы, о чём можно судить по градиенту цвета (практически не изменяется в центре, сгущаясь к краям). Возможно, что это частицы алюмосиликата. Изображение получено с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: частицы скорее всего являются сферами, а не шарами.

Получение: совместный гидролиз тетраэтилата кремния и изопропилата алюминия в присутствии ПАВ (например, $C_{16}H_{33}(CH_3)_3NBr$), которые являются темплатом для образования сферы. Органика удаляется термической обработкой. На такую матрицу можно наносить металлы пропиткой в растворе соли металла с последующим восстановлением в токе водорода.

Применение: химически инертный носитель для катализаторов, покрывая такие сферы металлом (например, серебром, никелем) можно использовать полученный материал для каталитического окисления метанола или водорода.

Прим. ред.: в данном случае это водорастворимые, соляные, полые микросферы, содержащие магнитные наночастицы оксида железа (III), полученные пиролизом аэрозоля.

Фото 16.

На изображении видны "палочки", между которыми натянута "плёнка". "Палочки" размером ~1 микрон. Возможно, что эти "палочки"-вискеры, а "плёнка"-составная часть реакционной смеси. Возможно, что при получении вискером манганита бария такая плёнка образуется из хлоридного флюса, затвердевшего между вискерами. Изображение получено с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: к таким элементам можно отнести "плёнки" между вискерами.

Получение: возможно, что кристаллизацией в расплаве, содержащем необходимые количества оксидов бария и марганца, а также некоторое количество легкоплавкой матрицы, которую постепенно изотермически испаряют.

Применение: для очистки воздуха на вредных предприятиях - вискеры манганита бария будут работать как катализатор, а "перепонки" между вискерами будут задерживать не очень мелкие частицы.

Прим. ред.: в данном случае это манганит бария $Ba_6Mn_{24}O_{48}$ с туннельной структурой, некоторые микрофотографии которого имелись в разделе «Галерея» сайта www.nanometer.ru. Ажурная пленка – гель пентоксида ванадия, высушенный после заморозки жидким азотом с использованием сублимационной сушки. Применение - в качестве катодного материала в химических источниках тока. Можно было бы предложить и другие подобные варианты.

Фото 17.

На изображении представлены нити, сросшиеся в достаточно крупные волокна. Возможно, что они представляют собой нитевидные частицы какого-нибудь металла. Возможно, что таковым являются Ni, Co. А такие причудливые формы получаются при использовании пористого материала, в качестве темплата. Таким материалом может быть пористый оксид алюминия или кремния. Изображение получено методом растровой электронной микроскопии.

Элементы наноструктурирования: сами наночастицы представляют собой наноструктуры.

Получение: нити никеля осаждаются электролитическим способом.

Применение: никель является прекрасным катализатором, а модифицированный таким образом этот металл приобретает достаточно большую удельную поверхность, что является одной из важнейших характеристик катализатора.

Фото 18.

На изображении отчётливо виден "паркет" из частиц материала. Существуют области, в которых пластинки, составляющие "паркет", ориентированы параллельно друг другу и разделены границами. На другой фотографии показаны таблетки из этого материала. На нижней "подложке" видна "изморозь", которая обычно образуется на поверхности достаточно охлаждённого тела, следовательно, изображение было получено при низких температурах. Таким образом, можно предположить, что данный материал представляет собой ВТСП. Возможно, что такое текстурирование позволит достичь больших критических токов. Предположительно это иттрий - бариевый купрат.

Изображение получено с помощью оптического микроскопа, использующего поляризованный свет. Таким образом удаётся достичь высокой разрешающей способности, к тому же, у изображения появляется цвет.

Элементы наноструктурирования: к таким элементам, скорее всего, можно отнести необычный "паркет".

Получение: такого рода вещества получают керамическим методом из весовых форм соответствующих металлов (оксидов, карбонатов и т.д.).

Применение: ВТСП с высоким критическим током можно применять для создания линий передачи переменного тока, трансформаторов, а также в магниторезонансных томографах и при создании левитирующего высокоскоростного транспорта.

Иерархическая дефектная структура сверхпроводящей (ВТСП) пенокерамики на основе иттрий - бариевого купрата $YBa_2Cu_3O_z$. Данная фотография представляет большой методический интерес, поскольку наглядно демонстрирует сложную реальную структуру современных многокомпонентных неорганических материалов. Почти единственный путь получения такой микроструктуры, необходимой для рекордных сверхпроводящих характеристик, — кристаллизация расплава, так как в нем скорость диффузии компонентов гораздо выше, чем в твердом теле. Кроме того, из-за относительно малой вязкости расплава возможна “подстройка” формирующихся анизотропных кристаллитов друг относительно друга, как совпадающих частей мозаики. Ансамбли псевдомонокристаллических областей, размер которых может достигать 0.5 – 5 см, являются основным мотивом микроструктуры в случае крупнокристаллической ВТСП-керамики, полученной из расплава. Каждый домен является агрегатом ламелей (5-50 нм) фазы $RBa_2Cu_3O_z$. Пластинки ориентированы параллельно друг другу и разделены малоугловыми границами, что делает их проницаемыми для протекания тока (полированные торцы пластинчатых кристаллов видны на фотографии). Микроструктура ВТСП-керамики, текстурированной с использованием расплавных методов, характеризуется существованием различных типов протяженных дефектов, таких как двойниковые границы (они видны на фотографии как чередующиеся красные и желто-розовые полосы на пластинчатых кристаллитах), высокодисперсные включения несверхпроводящих фаз (в данном случае – зерна «зеленой фазы» Y_2BaCuO_5), дислокации, микро- и макротрещины. Таким образом, реальная структура ВТСП-керамики, полученной из расплава, может быть рассмотрена как система с ярко выраженными «коллективными» сверхпроводящими свойствами, являющимися результатом специфических механизмов кристаллизации. Псевдомонокристаллические домены образуют макроскопические агрегаты, через которые потенциально могут протекать большие токи (гораздо большие, чем в обычных металлах-проводниках), поскольку микроструктурно они представляют собой систему с чистыми сверхпроводящими границами и двуосно-текстурированными кристаллитами. Большое количество дефектов способствует образованию системы эффективных центров захвата так называемых вихрей Абрикосова (магнитных флюксоидов), которые необходимо «пришпилить» дефектами (pinning), чтобы они не гуляли свободно по

сверхпроводнику в сверхпроводящем состоянии, рассеивая энергию и приводя к возникновению электрического сопротивления.

Эссе (2008, школьники, творческий конкурс)

«Кем и чем я буду в будущем нанотехнологическом обществе?» (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

В нанотехнологическом обществе я могу быть кем угодно, ведь это прогресс.

Я могу быть врачом и назначать препараты, в которых содержится фуллерен или другие наночастицы, могу быть учителем, преподавать физику или химию, рассказывая о чудесах техники и открытиях, могу быть домохозяйкой и применять технологии нано, не замечая и тем более не думая об этом; я могу быть астронафтом и подниматься по тросу «космического лифта», а могу быть нанотехнологом, читать последние новости и делать нанотехнологические открытия! В будущем я могу быть любым другим ученым и думать о нанотехнологиях постоянно, просыпаясь ночью с карандашом в руках и быстро записывая приснившиеся идеи. В будущем я могу поехать в Китай в поисках Атлантов в пещерах-инкубаторах и попробовать применить технологии нано для их разгадки. В будущем я могу полететь на Марс собирать марсианскую пыль – может она тоже окажется наночастицей, как ... «лунная пыль».

А может, с помощью нано люди станут вечными.

Как бы ни сложилась жизнь, главное – мир во всем мире!

Огненное дыхание Земли (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

И в лицо огнём сама земля дышала

М.Ю. Лермонтов «Мцыри»

Сами вулканы никакого вреда человеку не приносят. Да и извержения несут специфический урон человеческому хозяйству и здоровью. Гораздо хуже то, что скрыто внутри. А именно то, из-за чего вулканические территории так опасны и из-за чего люди страдают раковыми заболеваниями, астмой и другими воспалениями дыхательных путей.

Во многих вулканах имеются фумаролы. Фумаролы (с итал. fumarola – дымящаяся трещина вулкана.) – небольшие отверстия и трещинки, по которым поднимаются струи горячих газов, выделяющихся из магмы. Иногда они выделяются и из застывших лавовых потоков.

Как правило, над крупными фумаролами клубится густой пар, поскольку в магме содержится большое количество воды. Помимо воды, через фумаролы выделяется углекислый газ, всевозможные оксиды серы, сероводород, галогеноводороды и другие химические соединения, что делает эти выделения опасными для человека.

Тем не менее, насыщенные водой фумарольные дымы — это питательная среда для некоторых видов бактерий, и многие минералы, образующиеся у фумарол, например, самородная сера, имеют биологическое происхождение.

Выделение газов из фумарол часто происходит под давлением и сопровождается звуками. С понижением температуры пары воды переходят в жидкое состояние; в зависимости от термодинамических условий в ней растворяются некоторые совместно выделяющиеся газы, а также газы и вещества, возникшие в результате реакций с боковыми породами и захваченные по пути движения к поверхности Земли. Так происходит образование в районе действующих вулканов гидротермальных растворов - фумарольных терм.

Существует мнение, что «фумаролящие» вулканы безопаснее спящих, поскольку выделяющиеся газы не скапливаются в недрах вулкана, и не образуют пузыря, выталкивающего лаву на поверхность. Но о вреде, действующем на человека, забывают! Сейчас точно сказать, что хуже, очень трудно. Так что во избежание появления заболеваний дыхательных путей от переизбытка H_2O , HCl , HF , SO_2 , CO_2 , а так же сероводорода и водорода не селитесь у столь опасного соседа.

Цветок Лотоса (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

Являясь большим поклонницей Востока, я обратила взор на свою коллекцию японских кукол. Удивительно, но цветок лотоса присутствовал в каждом наряде в той или иной вещи: веере, рисунке шелка, украшении прически.



Очевидно, что лотос является одним из важнейших символов Востока и не только. Например, во времена фараонов лотос был символом Нижнего Египта и царской власти: цветок лотоса носила Нефертити. Бог растительности, Нефертум, также олицетворял перевозданный лотос и поэтому именовался „молодым солнцем, что возникает из раскрывающегося лотоса“. В индуизме и буддизме лотос фактически один из основных символов космогонии, он олицетворяет чистоту, мудрость, нирвану и многое другое. Кстати, главная буддистская словесная формула (ом-мане-падме-хум) означает просто восхваление сокровища в виде цветка лотоса. В Китае цветок лотоса обожествлялся ещё

со времён даосизма, а затем его культ прочно вошёл в буддистскую религию и в национальную культуру.

История почитания лотоса очень интересна, но для современности важнее то, что он действительно обладает необычными физико-химическими свойствами. Благодаря особому строению и очень высокой гидрофобности его листьев и лепестков цветы лотоса остаются удивительно чистыми — именно это поражало наших далёких предков. Цветок, возникший в грязном болоте и оставшийся чистым, незапятнанным, просто не мог не стать символом. Стихотворение средневекового корейского поэта Сон Кана (Чон Чхоля), написанное в форме классического трёхстишия сичжо (в переводе А. Ахматовой), прямо описывает эффект сверхгидрофобности лотоса:

*Чем дождь сильнее льёт,
Тем лотос всё свежее;
Но лепестки, заметь,
Совсем не увлажнились.
Хочу, чтобы душа
Была чиста, как лотос.*

Вот почему многие химики и материаловеды называют технологии получения сверхгидрофобных покрытий «лотосовыми».

За последние годы «лист лотоса» стал использоваться как самый обыкновенный технический термин. Исследователи пытаются в который раз повторить природу и создать поверхность, обладающую свойствами листа лотоса.

Лунная Пыль (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

*А сверху луна холодна...
Плывет в океане малютка Луна
по книге Н. Носова «Незнайка на Луне»
Волшебное Поле Луны*

Считается, что Луна – это Земля 4 млрд. лет назад. Я считаю, что Луна и Земля имеют схожие черты, но все же в развитии различаются. Во-первых, Луна гораздо меньше Земли, поэтому на ней не может сформироваться атмосфера, и ее будущее в плане развития аэробных существ бесперспективно. Во-вторых, Луна холоднее Земли и «согреться» уже не сможет, если, конечно, не произойдет какой-нибудь катаклизм. Есть, безусловно, и другие причины так полагать, к примеру, та же вода и перепады температур, но не о них речь.

Лунная пыль – очень мелкая и сухая, и, казалось бы, довольно скучный предмет. Но на деле это далеко не так. Во-первых, она может оказаться крайне опасной и для будущих постоянных обитателей лунной базы («Ядовитая лунная пыль»), и для аппаратуры («Опасная мелочь»). Острые частицы царапали прозрачный материал шлемов, забивали сочленения, покрывали стекла датчиков, мешая считыванию информации. Во-вторых, и для науки она представляет весьма большой интерес. Можно просеять тонны этой пыли – и не найти ни единой молекулы воды (в самом сухом песке на Земле воды содержится изрядное количество). А можно взглянуть на нее и с другой стороны – со стороны Солнца. Солнечный ветер – поток высокоэнергетических заряженных частиц, исходящий от нашего светила – постоянно бомбардирует лунную поверхность, в отличие от Земли, магнитосфера которой отклоняет львиную долю ветра. А значит, лунная пыль подвергается неизменному воздействию этих заряженных частиц. Чем это чревато – изучила группа ученых из Лаборатории пылевой плазмы (Dusty Plasma Laboratory), подвергая образцы лунной пыли бомбардировке электронами.

Эта ее «прилипчивость» связана с электростатическим зарядом. Действительно, именно из-за воздействия лунного ветра лунная пыль электризуется. Именно этот процесс и моделировали ученые в лаборатории.

В одном из опытов оказалось, что при бомбардировке положительно заряженной пылинки отрицательно заряженными электронами, ее положительный заряд только усиливается! Как считает Миан Аббас, это может происходить из-за того, что каждый быстро летящий электрон выбивает другие электроны из пылинки, тем самым унося с нее отрицательные заряды.

Но даже это еще не все. Пылинки далеко не всегда ведут себя подобным образом; все зависит от целого ряда факторов, в том числе размеров частицы, ее заряда и интенсивности электронной бомбардировки. Более того, такое воздействие создает слабое электрическое поле, охватывающее весь спутник: изменение заряда пылинок под воздействием солнечного ветра вызывает появление разницы потенциалов между разными сторонами Луны.

Нановещество Луны обладает удивительным свойством : под действием солнечного света каждая частичка обретает заряд, что способствует формированию внешнего электрического поля Луны.

Нанотехнология – дитя наук (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

*Мы едины, наше дело едино,
и мы должны помогать друг другу,*

чтобы преуспеть.

Фредерик Дуглас

Действительно, нанотехнология включает в себя практически все и все отрасли наук, на которых стоит мир: физика, химия, биология и большинство их отраслей. Без физики мы не поняли бы в принципе, что такое наномир, и существует ли он. Я считаю, что именно физика, атомная физика является базой для развития нанотехнологий.

Немаловажную роль сыграла химия. Понятие о веществах, об их соединениях, о реакциях, в результате которых меняются свойства веществ, об изучении элементов. Математика, позволяющая делать расчеты разнообразными методами, биология, расширившая границы изучения нанотехнологий в живом мире и применение их, нашли свое место в изучение нано-.

Все науки сделали и продолжают вносить вклад, ускоряют и продвигают, объясняют и предлагают методы для изучения наномира, наночастиц.

Нанотехнологическая одежда будущего (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

Одежда зависит от Моды и Погоды

Из собственных сочинений

Какой будет одежда будущего, никто не знает, так же как мы не знаем, каким будет само Будущее. Но ведь так интересно подумать, какие изменения нас ждут и почему они могут возникнуть.

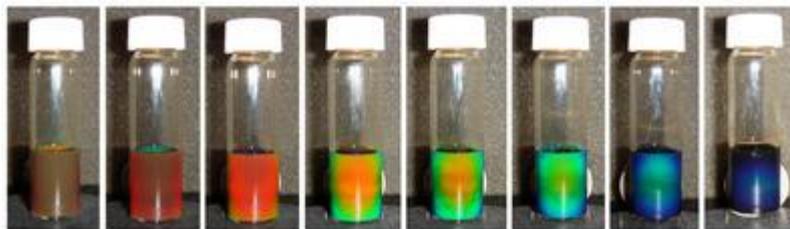
Для начала нужно подумать, какие функции выполняет одежда. Во-первых, это защита (от морозов, жары, ветра, влаги и т.д.). Сделав одежду более прочной и оснащенной автономной терморегуляцией с помощью нанотехнологий, мы сможем носить то, что нам нравится, в любую погоду! Для прочности можно использовать нанотрубки, а, как известно, их прочность выше стали.

Но не стоит забывать и о профессиональной одежде: о халатах, фартуках, гидрокостюмах и космических скафандрах. Докторам и химикам необходимо создать не пачкающуюся ткань, которая препятствовала бы диффузии между растворами и одеждой или сделать материал водоотталкивающим, что свойственно нанотрубкам. А гидрокостюм и скафандр должны быть в первую очередь прочными и герметизированными, а также легкими.

Вторая задача одежды – это красота! Одежда зависит от моды и погоды, но, если мы избавимся от проблемы погоды, то будем думать только о внешнем виде.

С помощью нанотехнологий можно менять цвет одежды. Ученые из Калифорнийского университета, Риверсайд (University of California, Riverside), научились контролировать цвет растворенных в воде наночастиц с помощью обычного внешнего магнитного поля.

Такое открытие может найти применение в создании новых, более качественных дисплеев, электронной бумаги, чернил, меняющих цвет под влиянием электромагнитного поля, и, конечно же, нашего одеяния.



Изменение цвета раствора оксида железа в воде под действием магнитного поля.

Величина поля возрастает слева направо.

В своих экспериментах ученые обнаружили, что изменение величины внешнего магнитного поля приводит к изменению цвета раствора наночастиц. Механизм такого поведения состоит в следующем: при изменении поля меняется расположение сферических наночастиц оксида железа в растворе. Таким образом, меняется характер прохождения и отражения света раствором, что и видно, как изменение цвета.

Если в ткань такого рода будет встроен датчик магнитного поля, показания которого мы сможем регулировать, то цвет одежды будет меняться в зависимости от нашего желания.

Также можно сделать абсолютно гладкую поверхность материала. Внутренняя сторона нанотрубок имеет гладкую поверхность. Если удастся покрыть ею, например, колготки, то получится «идеальная фактура кожи». Хорошо было бы, если и цвет подстраивался под настоящий. Не удивлюсь, если в будущем будут говорить: «ненастоящая кожа».

Большое значение уделяется и парфюму. При приобретении одежды, она ничем не пахнет. Мы выбираем духи, брызгаем в определенное место, а оттуда нанороботы распространяют аромат равномерно по всей поверхности, причем в той концентрации, которая указана на флаконе.

В одежде есть и еще один недостаток – непрочность. Рано или поздно она снашивается, рвется или растягивается. Что если с использованием нанотехнологий создать курсирующих нанороботов, которые при обнаружении дефекта смогли бы ремонттировать поврежденную часть.

С помощью нанотехнологий можно не только облегчить существование, но и украсить его. Даже повседневную одежду можно сделать прочнее, долговечнее, красивее и эффектнее.

Нанотехнологии – это страшное благо (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

Люди научились контролировать природу, освоили космические пространства, теперь они могут повелевать материей. Не слишком ли большая ответственность легла на их плечи?

С помощью нанотехнологий они могут в корне изменить природу вещества, всю живую и неживую природу! Они меняют структуру ДНК в овощах и фруктах, результат этого будет виден лишь через 50 - 70 лет на их детях. Они способны создавать искусственные атомы и вещества, свойства которых смогут быть известны только после их создания. Они создают ядерные бомбы, способные уничтожить Все живое на Земле. Они распространяют вирусы, которые изучают или создают. Нанотехнологии – это хорошо?

Да, это хорошо. Они спасут людей от рака, они излечат эпилепсию, они защитятся от ВИЧ.

Но люди – существа алчные. Они не смогут остановиться на этом. Они будут искать пути к бессмертию, которое не нужно, захотят создать идеальный мир, который станет адом, захотят подчинить всю вселенную! Да, звучит даже чересчур грандиозно и немного несуразно, но кто может утверждать, что этого не случится!

Они захотят предсказывать будущее и, наконец, повелевать единственным, что им до сих пор не доступно, – временем. А что потом? Если, конечно, «потом» будет...

Не все так хорошо и просто, как нам кажется! За возможностью исцеления и жизни не стоит ли цель нести разрушение и смерть! Чем мельче твое оружие, тем больше в нем силы и тем крупнее будут разрушения от него. Не крупнее, а глобальнее и сильнее! Чем больше у тебя силы, тем больше власти и тем больше хочется показать ее и применить!

Это обратнопропорциональная связь! Причем обе величины измеряются 10^3 , 10^6 и 10^9 !

Нанотрубчатый быт (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

Многое в быту, технике и даже спорте требует сверхгладких покрытий.

Например, можно было бы сделать идеальный круглогодичный каток или дорожку для боулинга. Коэффициент трения был бы меньше, чем у льда и уж точно меньше, чем у полированного дерева и пластика.

Отсутствие трения означает возможность равномерного движения! Т.е. можно запускать движущиеся установки по сверхгладкой нанодорожке, и они будут равномерно продвигаться. Самый простой пример применения такой технологии – это система полива. Допустим, между грядками проложена ультрагладкая рельса, а по ней бежит лейка, равномерно увлажняющая кусточки помидор. Я уверена, садоводы будут рады!

Еще один пример «бытового» использования нанотрубок – это поверхность посуды и сковородок. К таким столовым принадлежностям не только ничего не прилипает и посуду легко мыть. Также это спасет от возможности проникновения бактерий.

Тоже можно проделывать и с канализационными трубами.

Нанотрубки найдут применение и в медицине. Можно вместо металла использовать нанотрубки в шприцах. Это облегчит и немного обезболит инъекции. Или создать тонкий, гладкий и острый скальпель, который не даст возможности задеть и повредить ближайшие даже небольшие участки.

Если облицовочную плитку или кирпичи сделать гладкими, то это, во-первых, будет красиво, а, во-вторых, будет меньше пачкаться, так как частицам пыли будет не за что прикрепиться. Таким стройматериалом можно отделывать, например, лаборатории или стерильные операционные.

Гладкая поверхность хорошо отражает звук. Ее можно использовать для передачи звуковых сигналов на некоторые расстояния или вставлять в качестве проводящего материала в наушники и колонки.

Можно создавать текстиль на базе наночастиц, который будет обладать их свойствами.

Корпусы самолетов можно покрывать нанотрубками, это уменьшит трение воздуха, что, возможно, ускорит полет.

Нанотрубки обладают многими уникальными свойствами, использование которых в науке и быту означает гигантский скачок и технологический прорыв!

Нанотехнология – сплав наук. Нанотехнология – дитя наук (Никельшпарг Эвелина Ильинична)

*Мы едины, наше дело едино,
и мы должны помогать друг другу,
чтобы преуспеть.*

Фредерик Дуглас

Действительно, нанотехнология включает в себя практически все и все отрасли наук, на которых стоит мир: физика, химия, биология и большинство их отраслей. Без физики мы не поняли бы в принципе, что такое наномир, и существует ли он. Я считаю, что именно физика, атомная физика является базой для развития нанотехнологий.

Немаловажную роль сыграла химия. Понятие о веществах, об их соединениях, о реакциях, в результате которых меняются свойства веществ, об изучении элементов. Математика, позволяющая делать расчеты разнообразными методами, биология, расширившая границы

изучения нанотехнологий в живом мире и применение их, нашли свое место в изучение
нано-.

Все науки сделали и продолжают вносить вклад, ускоряют и продвигают, объясняют и
предлагают методы для изучения наномира, наночастиц.

Дивертисмент (2008, разминка к химическому блоку задач)

Макеева Екатерина Анатольевна

1. Любой структурный дефект (блоки и границы структурных элементов, дефекты упаковки, дислокации, скопления атомов примесей, деформации) – это некомпенсированные связи в координационных полиэдрах и/или рост напряжений, что ведет к росту свободной энергии кристалла. В тоже время – стремление системы к минимизации энергии, приводящее к выходу дефектов на поверхность.

Оценим число атомов в частице $d=5$ нм (расчет проведем на примере железа):

Число атомов в плотном кластере идеальной икосаэдрической формы $N_n = 1/3 \cdot (10 \cdot n^3 + 15 \cdot n^2 + 11 \cdot n + 3)$, n – число «слоев» в кластере.

$$r_{(Fe)} = 1,25 \text{ \AA}, d_{(Fe)} = 2,5 \text{ \AA}$$

$$n = 50 / (2 \cdot 2,5) = 10$$

$$N_{10} = \mathbf{3871}$$

$$N_9 = \mathbf{2869}, (N_{10} - N_9) / N_{10} = \mathbf{0,26}$$

Таким образом, доля атомов поверхностного слоя в подобном кластере составляет 26% и с уменьшением радиуса будет только расти. Как следствие, описанный выше сценарий в наноразмерных объектах реализуется легче, чем в объемной фазе, поскольку невозможно образование протяженных дефектов («не хватит места»). Кроме того, действующей силой такого процесса в наноразмерных объектах является стремление к минимизации поверхности путем реализации наиболее плотной упаковки атомов в частице.

2. Переходя от макрообъектов к наноразмерам, необходимо учитывать тот факт, что развитая поверхность данных объектов дает большой вклад в их свойства. Учет поверхностной энергии (работы по созданию новой поверхности $G_s \propto \int \sigma dS$, где σ – поверхностное натяжение вещества) приводит к появлению размерных эффектов термодинамических величин. Так, если в макрообразце стабильна фаза 1 ($G_{v1} < G_{v2}$), то при уменьшении размеров, с учетом вклада G_s , может оказаться, что $G_{v1} + G_{s1} \geq G_{v2} + G_{s2}$, то есть, начиная с некоторого размера частиц, будет устойчива фаза 2. Системе выгодна такая деформация кристалла, которая приводит к снижению поверхностной энергии. Например, переход к более плотной упаковке атомов, а, значит, к уменьшению размера и, следовательно, к снижению G_s . Таким образом, в наноразмерных объектах возможна стабилизация фаз, нестабильных в объемных образцах или даже запрещенных по симметрии

(стремление к снижению поверхности приводит к образованию кластеров икосаэдрической формы, имеющих оси пятого порядка, запрещенные в объемных кристаллах).

3. $r(\text{Ag}^+) = 1,26 \text{ \AA}$

$r(\text{Br}^-) = 0,62 \text{ \AA}$

$r(\text{I}) = 0,77 \text{ \AA}$

AgBr имеет кубическую кристаллическую решетку типа NaCl, AgI при стандартных условиях имеет структуру сфалерита.

В объемных образцах при малой примеси йодида реализуется равномерное распределение ионов йода, находящихся в регулярных позициях брома. В тоже время, из-за различия структурных типов, при превышении некоторой пороговой концентрации AgI выделяется в самостоятельную фазу.

В наноразмерных кристаллитах наиболее выгодна реализация более плотной упаковки - кубической, атомы йода при этом, как имеющие больший радиус, «выталкиваются» на поверхность. Этот факт хорошо согласуется с тем фактом, что с понижением размера величина ионной проводимости материала увеличивается. Это обусловлено тем, что отрицательный поверхностный заряд в AgBr/I скомпенсирован объемным зарядом наиболее подвижных дефектов – межузельных катионов серебра.

4. 1) Снижение размеров металлической частицы приводит к тому, что, когда радиус становится меньше Боровского радиуса объемного экситона, начинается квантование уровней на краях зон Бриллюэна, что приводит уменьшению их ширины и, в конечном итоге, может привести к снятию вырождения зон. В металлах потолок валентной зоны находится выше по энергии, чем нижняя граница зоны проводимости, что приводит к их «наложению» (вырождение зон). При снятии вырождения $E_{vmax} < E_{cmin}$, между зонами появляется «зазор», вещество переходит в полупроводниковое состояние.

2) Данный «фазовый» переход аналогичен характерному для ряда веществ искажению Пайерлса, когда переход металл-полупроводник (образование запрещенной зоны на уровне Ферми) происходит при снижении температуры. При переходе меняются межатомные расстояния – эквидистантные атомы сближаются попарно. Главной особенностью таких материалов является тот факт, что они имеют квази-одномерную электронную зону проводимости, заполненную наполовину.

В случае наночастиц золота с размером меньше 1 нм (Au_{13}) происходит структурная перестройка, что приводит к перестройке зон Бриллюэна.

3) Наличие на поверхности наночастиц золота связей Au-O. С уменьшением размера вклад приповерхностных атомов растет, с некоторого момента начиная определять свойства всего образца.

5. Первый и главный эффект при добавлении цианид-ионов в раствор – разрушение оболочки-стабилизатора квантовых точек (например, олеатной). Пары электрон-дырка будут «захватываться» поверхностными атомами с некомпенсированными связями. Выход излучательной рекомбинации при этом снизится.

Адсорбция CN^- на поверхности квантовой точки CdSe приводит к тому, что поверхность частицы приобретает отрицательный заряд, тогда при фотовозбуждении пары электрон-дырка, она будет распадаться и дырка будет «захватываться» отрицательно заряженной поверхностью. То есть квантовый выход люминесценции также падает.

Столь низкие концентрации можно объяснить тем, что для разрушения «защитной» оболочки достаточно одного-двух ионов на частицу, а средняя концентрация квантовых точек в растворе обычно не превышает 10^{-7} - 10^{-6} .

Применение:

- качественное определение цианид-ионов в растворе, преимущество - низкий предел обнаружения

- Тушение излучательной рекомбинации выгодно, когда целевым процессом в материале является фотоэлектронный эффект – фотопроводимость, фотоЭДС.

6. Уравнение радиоактивного распада:

$$c_t = c_0 * 2^{-(t/T_{1/2})}$$

$$\text{частота распада } F = (c_0 - c_t)/t$$

Оценим число атомов в плотном кластере идеальной икосаэдрической формы: $N = 1/3 * (10 * n^3 + 15 * n^2 + 11 * n + 3)$, n – число «слоев» в кластере. Поскольку радиус частицы мал (5 Å), то $n = 2$ (что соответствует диаметру атома 2,5 Å или радиусу 1,25 Å; при $n = 3$ частицу пришлось бы «собирать» из атомов с $r = 0,83$ Å, что не имеет под собой реального смысла)

$N = 55$, $A = 55 * (1 - 2^{-(1/365)}) = 0,1$ распад/сут, или один распад в 10 суток.

Гомеопатия – большие разбавления, малые концентрации вещества.

Гомеопатический препарат будет иметь ту же частоту радиоактивного распада, если будет содержать всего одну наночастицу данного радиоактивного элемента. Следовательно, не важно, какой объем, скажем, воды, надо взять – главное, чтобы в нем содержалась всего одна частица вещества.

Для примера возьмем разбавление водой $1:6,022 * 10^{23}$ (по классификации гомеопатов 11,89C, 23,78D или 23,78X — округления степеней до сотых долей):

1 наночастица приходится на $6,022 \cdot 10^{23}$ молекул воды, или на **18** мл.

Харламова Марианна Вячеславовна

1. Так как энергетически более выгодным будет выход структурного дефекта на поверхность наночастицы.
2. Это можно объяснить тем, что при уменьшении размера частиц существенный вклад вносится поверхностной энергией, таким образом, энергия Гиббса для стабильной кристаллической фазы может стать больше, чем энергия Гиббса для метастабильной или нестабильной кристаллической фазы за счет вклада поверхностной энергии.
3. -
4. Для объемного золота уровень Ферми лежит в зоне проводимости, однако при уменьшении размера частиц дно зоны проводимости будет двигаться вверх по энергии, а уровень Ферми будет оставаться постоянным. То есть начиная с некоторого размера, уровень Ферми окажется в запрещенной зоне, что и приведет к переходу наночастиц золота в полупроводниковое состояние.
5. Цианид-ионы адсорбируются на поверхности нанокристаллов CdSe, при этом в энергетическом спектре возникает дефектный уровень, приводящий к тушению люминесценции. Практический данный эффект можно использовать для детектирования цианид-ионов.
6. Предположим, что элементарная ячейка данного радиоактивного элемента имеет объем 47 \AA^3 и $z=4$. Пусть у нас есть наночастица диаметром в 1 нм. $V = 4/3 \pi R^3 = 523 \text{ \AA}^3$. число атомов в данной наночастице равно $N=523 \cdot 4/47=45$ атомов.

Рассчитаем, сколько потребуется времени на один акт распада. $t = -\ln(N/N_0) \cdot 365 / \ln(2) = \ln(44/45) \cdot 365 / \ln(2) \sim 12$ суток.

В течении суток может быть один или не одного распада – это процесс вероятностный.

Смирнов Евгений Алексеевич

1. Так как система самопроизвольно стремится к минимуму энергии, то по термодинамическим соображениям структурный дефект не сможет находиться в объеме, так как система «вытолкнет» его на поверхность, где он будет иметь ненасыщенное координационное окружение и, следовательно, будет давать меньший вклад в увеличение свободной энергии
2. Это можно объяснить тем, что в объемном состоянии система стремится к минимуму энергии, и некоторые кристаллические модификации твёрдых тел

вследствие этого стремления могут переходить в другие, более стабильные, тогда как в нанодисперсном состоянии свободная энергия за счёт поверхности многократно возрастает. А следовательно, система не получает значительного выигрыша в энергии по сравнению с объёмным состоянием от перехода к более стабильной фазе.

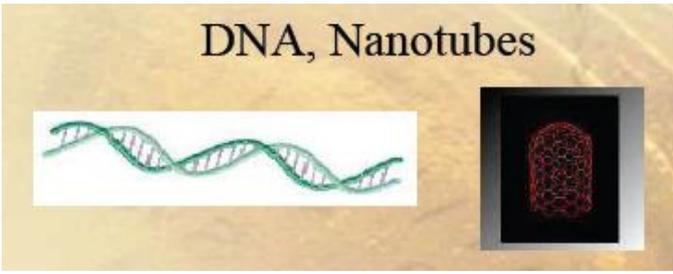
3. Так как радиусы иодид и бромид ионов различаются, то можно считать, что иодид ион, который чуть больше бромид иона, для системы в нанодисперсном состоянии является дефектом, а, следовательно, из-за минимизации энергии должен располагаться на поверхности наночастицы. В объёмном состоянии это не так, и иодид ионы могут быть равномерно распределены по объёму.
4. Зонная структура материалов сложена из уровней отдельных атомов. В объёмном состоянии этих уровней энергии настолько много, а разность между соседними настолько мала, что они и сливаются в единую зону. Наночастица состоит из очень малого количества атомов, при этом и большее их количество сосредоточено на поверхности наночастицы, а, следовательно, существует достаточное количество атомов с ненасыщенным координационным окружением, что сказывается на структуре уровней, которая преобразуется в подобную полупроводниковым материалам структур.
5. Цианид-ионы связываются с атомами кадмия на поверхности наночастицы. При облучении образовавшийся экситон «растаскивается» этими группами, что препятствует его рекомбинации и, соответственно, гасит люминесценцию. Это можно использовать для гашения люминесценции квантовых точек на основе селенида кадмия, возможное применение – сверхчувствительные газовые датчики на цианид-ионы.

Обуздаем серую слизь! (2008, творческий конкурс основного тура)

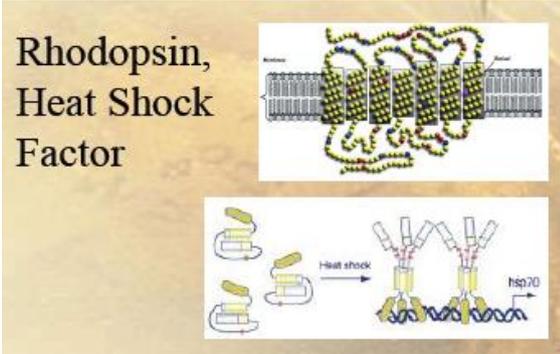
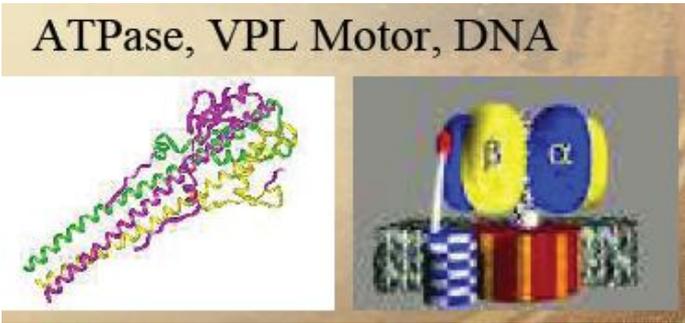
Жиентаев Тимур Махмедович

Как сделать, какие материалы, принципиальное конструирование наноробота (100 нм - 1 мкм).

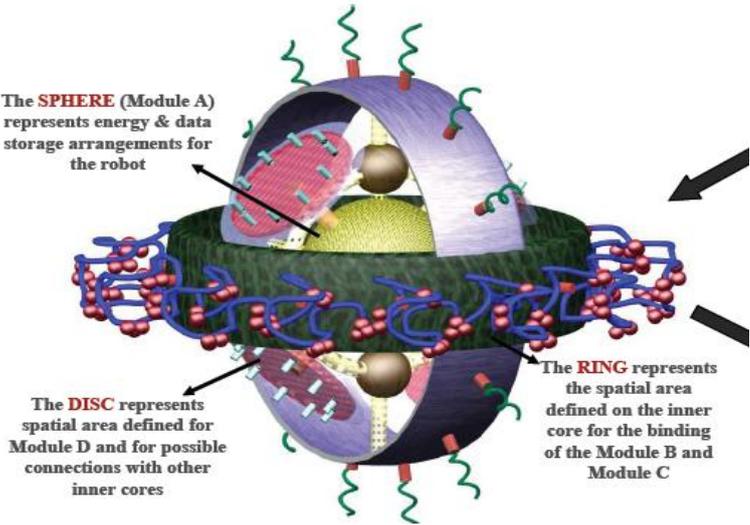
Всю свою историю человечество двигалась по пути развития, при котором оно училось манипулировать всё более с меньшими количествами вещества. Если наш предок - пещерный человек умело манипулировал, скажем, куском камня (пусть масса 10 кг, молекулярная масса соединения 200 г/моль, значит 3×10^{25} молекул этого соединения), то сегодня мы научились детектировать отдельные молекулы и более того манипулировать ими. Также всю свою историю человечество пыталось играть наперегонки с Природой, если у наших древних предков задачи соревноваться наперегонки с Природой не было (скорее наперегонки друг с другом, убегая от саблезубового тигра), то позже человек создал вертолет самолет в ответ Природе на её стрекозу и птицу соответственно. В настоящее время наши интересы лежат уже в области молекулярных механизмов и машин, которые придуманы Природой и эффективно работают в любом живом существе. Усилия многих в наше время направлено на создание, т.н. наноробота, молекулярной машины, состоящей из множества отдельных молекулярных механизмов, направленных на выполнения ряда полезных для человека свойств. Будь то сборка какой-либо молекулы или поиск раковых клеток *in vivo* и их уничтожение. Для того чтобы победить и в этой гонке, нам придётся решить не один десяток промежуточных задач, таких как выбор и создание материалов (молекул), выбор и создание молекулярных механизмов, наконец, сборка наноробота. Очевидно, что отталкиваться от структурных частей компьютера (процессор, память, аккумулятор и прочее) можно, но при этом надо помнить, что нас интересуют молекулярные механизмы, и структура и принцип работы у таких механизмов, вероятно, будет иной. В гонке с самой Природой нам поможет...сама Природа, ведь высокоэффективные молекулярные механизмы в живых системах уже созданы (примеры ниже). Попытаемся пофантазировать с опорой на вполне реальные научные принципы, что нам необходимо для создания бионаноробота. Материалы должны быть прочными, инертными, какие из них должны быть гибкими, другие электропроводящими, например, нанотрубки, металлы, гибкие полимеры, нуклеиновые кислоты:



Далее механизмы. Механизм электромотора, пневмопривода, энергосистема, синтез-система, система запоминания, развитая сенсорная система (механическая, химическая, температурная, световая, электрическая сенсорные системы) - все эти механизмы есть у Природы, это различные белковые молекулярные машины, например, АТФ фаза, рибосома, родопсин, шапероны:



Например, после «умной» сборки можно получить:



Мне кажется, принципиально возможным создание молекулярной машины размером 0.1 - 1 мкм (кстати, увеличение в размере позволят увеличить технические характеристики, а вот увеличить эффективность-это большой вопрос), работающей по законам живой природы, выполняющей заданные в неё функции. Однако, очевидно, что при конструировании такого робота надо пользоваться эффективными существующими биомеханизмами (может в этом случае удастся получить самовоспроизводящихся нанороботов), не надо изобретать велосипед, который уже изобрела Природа.

Вирусы. Катастрофа по Дрекслеру. Молекулярные машины. Безусловно, вирусы являются природными нанороботами. Вирусы представляют собой молекулы нуклеиновых кислот (ДНК или РНК), заключённые в защитную белковую оболочку (**капсид**). Наличие капсида отличает вирусы от других инфекционных агентов, вирионов. Вирусы содержат только один тип нуклеиновой кислоты: либо ДНК, либо РНК. Ранее к вирусам также ошибочно относили прионы, однако впоследствии оказалось, что эти возбудители представляют собой особые белки и не содержат нуклеиновых кислот:

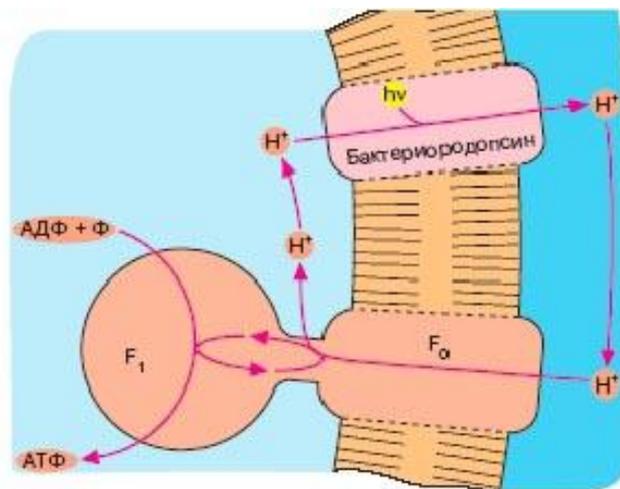


Эти роботы осуществляют целый спектр молекулярных механизмов: присоединяются к клеточной мембране, проникают в клетку, перепрограммирование клетки (интеграция в геном клетки), переход в латентное состояние внутри клетки, размножение.

Катастрофа по Дрекслеру вполне может произойти (если наноробот таки буде создан). Мы знаем, что по мере усложнения объекта и усложнения окружающей его среды растёт число случайных ошибочных процессов, которые могут приводить к сбою в работе наноробота. С конечной и отличной от нуля вероятностью наноробот может начать

уничтожать нормальные клетки и ткани вместо патологических, поэтому особую роль при создании наноробота следует отводить механизмам обратной связи, подстраховки, может быть, и самоуничтожения.

Молекулярных машин известно очень много, кроме перечисленных выше (АТФаза, вирусы) можно, например, привести бактериородопсин (см. подпись к рисунку):



В клетках соленюбивых галобактерий в процессе фотосинтеза белок бактериородопсин откачивает ионы H^+ из клетки наружу. Ионы H^+ возвращаются в клетку через АТФ-синтазный комплекс, обеспечивая его энергией для синтеза АТФ.

(рисунок из статьи В.П.Скулачева,
Соросовский образовательный журнал)

Семенова Анна Александровна

Согласно Толковому словарю С.И. Ожегова, робот – это автомат, осуществляющий действия, подобные действиям человека. Каждый из нас может представить себе такого робота: в настоящее время это не фантастика – созданы роботы, предназначенные для частичной замены человека, например, станки-автоматы, детские игрушки, самолеты-разведчики и т.д. С развитием нанотехнологий, казалось бы, нет ничего проще, чем перенести существующих макроботов на наномасштаб. Ведь это открывает большие перспективы: нанороботы будут строить новые молекулы, проводить операции на молекулярном уровне и бороться с заболеваниями. Но так ли это просто на самом деле? Существуют ли нанороботы? Мне в это с трудом верится, потому что при переходе на уровень организации «нано» многое изменяется. По приведенным в задаче техническим требованиям не представляется возможным создать наноробота, и на это есть ряд причин. Во-первых, каким образом можно разместить память не менее 10 кб для хранения информации и программ, процессор с тактовой частотой не менее 10 кГц, источник

энергии на 100 нм? Ведь существуют тепловые колебания атомов, их диффузия, броуновское движение и мн. др. Объекты в наном мире тесно прилегают друг к другу из-за электромагнитных взаимодействий и размеры молекул намного меньше, чем длины световых волн, используемых для снабжения энергией или получения информации. А, во-вторых, каким же образом можно будет управлять таким нанороботом? Ведь условия, при которых можно контролировать его «поведение», ограничиваются спецификой человеческого организма. Да и возможности наноробота будут ограничены. Можно создать наноустройство, которое будет выполнять определенные функции, но не будет полифункциональным и никогда не сможет «гордо» носить имя «робот».

По данным NanoToday.Com, существует 3 хорошо обоснованные причины того, что невозможно создать наноробота, который может осуществлять манипуляции и строить объекты атом за атомом:

- 1) пальцы руки гипотетического манипулятора сами должны быть созданы из атомов, а это означает, что они будут слишком толстыми, чтобы осуществлять управление химическими процессами в наноразмерной области;
- 2) такие пальцы также будут слишком липкими – атомы рук манипулятора будут прилипать к атомам, которые будут ими перемещаться, так, что будет невозможно поместить их в нужное положение;
- 3) постоянное встряхивание, которому подвергается каждая наноразмерная структура из-за столкновений с окружающими молекулами, создаст помехи точности наноинжиниринга.

В какой-то степени, вирусы можно считать природными нанороботами, т.к. вирусы занимают промежуточное состояние между живой и неживой природой, имеют нанометровый размер, могут выполнять определенные функции: попадают в клетки живых организмов, размножаются, и, в конце концов, приводят к гибели клеток, что вызывает различные заболевания.

Основная цель при проектировании нанороботов – возможность побеждать болезни. В этом смысле, вирусы могут выполнять часть планирующихся функций нанороботов, т.к. их действие не всегда носит отрицательный характер. Например, вирусы-бактериофаги, которые, действуя на бактерии, убивают последние. Именно это свойство можно использовать для «ликвидации» отдельных клеток, в частности раковых.

Катастрофы по Дрекселеру не случится. По крайней мере, в настоящее время не создано нанороботов, которые, тем более, могли бы размножаться, выйти из-под контроля и разрушить человеческую цивилизацию. Существуют природные нанороботы – вирусы, причем длительное время, и человеческая цивилизация не исчезла. Да и, в целом, если

кто-то и может разрушить человеческую цивилизацию, то это только сами люди. Никакие вышедшие из под контроля роботы, «серая слизь» не могут причинить такой вред, как человек. Как сказал Станислав Лем в «Звёздных дневниках Ийона Тихого», «утешительно все же думать, что лишь человек способен быть проходимцем».

Молекулярные машины (по материалам NanoToday.Com, NewChemistry.Ru)

Молекулы могут быть значительно более удобными строительными элементами, чем атомы, т.к. 1) молекулы являются стабильными образованиями, в то время как с атомами справиться нелегко; 2) в природе используются молекулы, а не атомы для строительства большого числа разнообразных наноприборов и наномашин, которые поддерживают жизнь; 3) большинство лабораторных химических процессов имеют дело с молекулами, а не атомами; 4) молекулы являются объектами, уже обладающими четкими формами и имеющими свойства, необходимые для работы таких машин (например, свойства, которыми можно манипулировать фотохимическими и электромеханическими методами); и 5) молекулы могут собираться самостоятельно или же их можно соединять для образования более крупных структур.

Молекулярный прибор может быть определен как соединение дискретного количества молекулярных компонентов, предназначенных для выполнения специальных функций. Каждый молекулярный компонент выполняет одно действие, в то время как вся супрамолекулярная конструкция выполняет более сложную функцию, которая реализуется в результате взаимодействия различных компонентов. Молекулярная машина – это особый вид молекулярного прибора, в котором компоненты могут менять свое положение относительно друг друга в результате воздействия какого-либо внешнего фактора. Приборы и машины молекулярного уровня функционируют за счет электронной и/или ядерной перегруппировки, и, подобно макроскопическим приборам и машинам, нуждаются в энергии для функционирования и в сигналах для связи с оператором. Распространение понятия прибора и машины на молекулярный уровень представляет интерес не только для базовых исследований, но также и для роста нанонауки и развития нанотехнологий. Молекулярные приборы и машины представляют собой химические системы и поэтому функционируют с помощью химических реакций, которые, вообще говоря, подразумевают как электронные, так и ядерные перестановки. В ряде случаев выполняемая функция существенно основывается на переносе электронов или энергии электронов без существенной ядерной перегруппировки. В других случаях функционирование основывается на осуществлении более или менее существенных ядерных перемещений, происходящих под воздействием перегруппировки электронов.

Рассмотрим некоторые последние достижения в этой области с использованием последних примеров создания молекулярных машин, заимствованных из совместной работы с коллективом Дж. Фрейзера Стоддарта, Университет шт. Калифорния, Лос-Анджелес.

1. Механически соединенные молекулы как наноразмерные машины

В принципе, молекулярные машины можно проектировать на основе нескольких видов молекулярных и супрамолекулярных систем, включая ДНК. Тем не менее, по указанным ниже причинам, большинство сконструированных на сегодняшний день искусственных систем основано на взаимосвязанных молекулярных соединениях, таких как ротаксаны, катенаны и родственные им соединения. Эти компаунды получили свое название от латинских слов *rota* и *axis*, что означает «колесо» и «ось», а также *catena*, что означает «цепь». Ротаксаны состоят из гантелеобразной молекулы, с большими группами («ограничителями») на концах, которые предотвращают соскальзывание макроциклического соединения («кольца»), рис. 1а и 1б. Катенаны создаются по крайней мере из двух сцепленных вместе макроциклов, рис. 1с. Источником существенных отличий в свойствах этих систем являются нековалентные взаимодействия между компонентами, которые содержат комплиментарные центры узнавания. К числу таких взаимодействий, которые также отвечают за эффективные управляемые матрицей синтеза ротаксанов и катенанов, относятся: способность к переносу заряда, образование водородной связи, гидрофобно-гидрофильные взаимодействия, π - π стэкинг, силы электростатического взаимодействия и в дополнение к пределу сильного взаимодействия образование связи металл-лиганд.

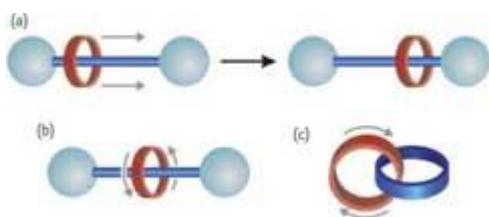


Рис. 1. Схематическое изображение межкомпонентного движения, которое можно получить с помощью простых архитектур взаимосвязанных молекул: круговое челночное движение в ротаксанах (а), кольцевое движение в ротаксанах (б) и катенанах (с).

Ротаксаны и катенаны являются очень привлекательными системами для построения молекулярных машин, поскольку: (1) механическая связь предоставляет большие возможности для создания взаимных расположений молекулярных компонентов, придавая, в то же время, стабильность системе; (2) взаимосвязанная архитектура ограничивает амплитуду межкомпонентного движения в трех направлениях; (3)

стабильность специального расположения (соконформация) определяется прочностью межкомпонентных взаимодействий; и (4) такие взаимодействия могут регулироваться внешним стимулированием. Движение с большой амплитудой, которое можно получить при использовании ротаксанов и катенанов, схематически изображено на рисунке 2. В частности, два представляющих интерес вида движения можно рассмотреть на ротаксанах, а именно (1) перемещение, т. е. челночное перемещение, кольца вдоль оси, и (2) вращение кольца вокруг оси. По этой причине ротаксаны являются хорошими прототипами для построения как линейных, так и вращающихся молекулярных двигателей. Системы первого типа, называемые молекулярными челноками, рис. 1а, представляют собой наиболее распространенное применение концепции молекулярных машин с ротаксанами.

2. Химически управляемые молекулярные челноки и нанолифты

Вслед за первым примером, о котором сообщалось еще в 1994г., было описано много управляемых молекулярных челноков на основе химического, электрохимического и фотохимического стимулирования. Управляемой химически системой с хорошими рабочими параметрами с точки зрения переключения и стабильности является соединение 1-H^{3+} , рис 2. Оно состоит из гантелеобразного компонента, содержащего аммоний и акцепторы электронов, в качестве которого использовано основание - 4,4'-бипиридин, они могут образовывать водородные связи и взаимодействия с переносом заряда, соответственно, с кольцевым компонентом дибензо-24-краун-8 (DB24C8) – краун эфиром, обладающим свойствами донора электронов. В качестве ограничителя на конце этой сборной молекулы встроен антрацен, поскольку его свойства адсорбционные, люминесцентные и окислительно-восстановительные свойства полезны для контроля состояния системы. В связи с тем, что $\text{N}^+\text{-H}\dots\text{O}$ взаимодействия водородных связей между макроциклическим кольцом и аммониевым центром намного прочнее взаимодействий с переносом заряда между кольцом и соединением бипиридина, ротаксан существует в виде одного из двух возможных изомеров (рис. 2а, положение 0). Депротонирование аммониевого центра 1-H^{3+} (рис. 2b) ослабляет взаимодействия водородных связей и вызывает перемещение кольца DB24C8 за счет броуновским движениям к звену бипиридина (рис. 2с, положение 1). И наоборот, протонитрование 1^{2+} кислотой (рис. 2d) направляет кольцо обратно к аммониевому центру. Такой процесс переключения исследовался в растворе методом ЯМР и с помощью электрохимических и фотофизических измерений. Не так давно также была исследована кинетика кольцевого челночного перемещения в растворе и свойства Ленгмюр-Блоджеттовских пленок, содержащих 1-H^{3+} . Полная химическая обратимость этих реакций между кислотами и

основаниями обеспечивает обратимость механического движения, несмотря на формирование отходов. Следует отметить, что ротаксан является бистабильной системой и, в принципе, его можно использовать для хранения бинарной информации.

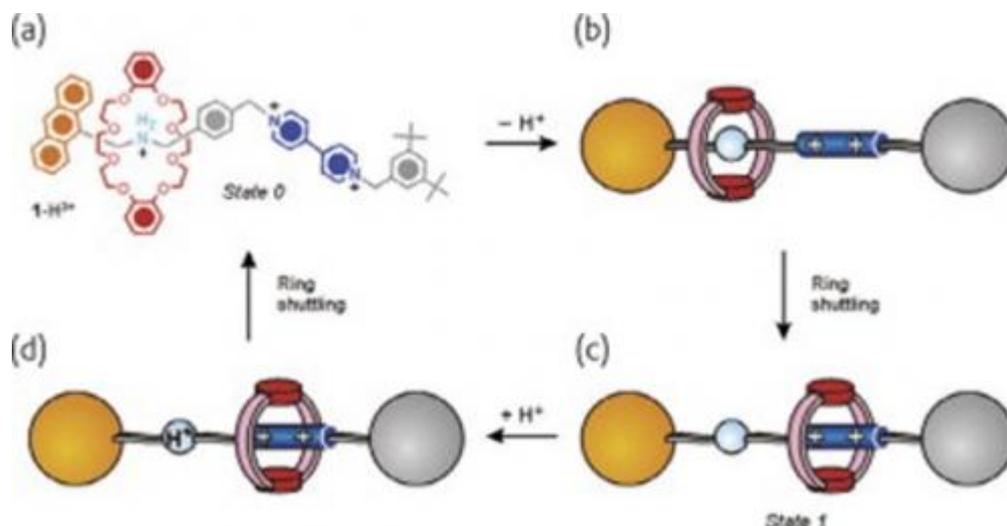


Рис. 2. Схематическое изображение функционирования ротаксана 1-H^{3+} в качестве обратимого молекулярного челнока, управляемого химическим кислотно-основным стимулированием в растворе CH_3CN .

Путем включения архитектурных особенностей кислотно-основного переключаемого ротаксана 1-H^{3+} (рис. 2) в архитектуру трижды связанного двухкомпонентного супрамолекулярного узла был спроектирован и создан двухкомпонентный молекулярный прибор, 2-H_3^{9+} (рис. 3а), который действует как наномасштабный лифт. Данная наномашина, которая имеет размеры примерно 2,5 нм в высоту и диаметр 3,5 нм, состоит из компонента с тремя опорами, содержащими по две различные зоны: одну в виде аммониевого центра и одну в виде соединения 4,4'-бипиридина. Опоры соединены с тремя вершинами основным механизмом, который играет роль платформы, которую можно останавливать на двух различных уровнях. Три опоры треноги снабжены стопорами на концах, чтобы не допустить потери платформы. Изначально платформа находится исключительно в «верхнем» положении, т. е. с тремя кольцами вокруг аммониевых центров (рис. 3b, положение 0). Это происходит из-за образования достаточно сильных водородных связей $\text{N}^+\text{-H}\dots\text{O}$ и слабых стабилизирующих $\pi\text{-}\pi$ взаимодействий между ароматическими ядрами платформы и ароматическими компонентами вершины треноги. После добавления сильного, ненуклеофильного фосфазенового основания к ацетонитрильному раствору 2-H_3^{9+} , происходит отрыв протона от аммониевого центра и, в результате, платформа сдвигается на более «низкий» уровень, т. е. на уровень где три DB24C8 кольца окружают звенья бипиридина (рис. 3с, положение 1). Эта структура стабилизируется, в основном, за счет взаимодействий с переносом заряда между богатыми

электронами ароматическими соединениями платформы и испытывающими нехватку электронов соединениями бипиридина треноги. Последующее добавление кислоты к 2^{6+} восстанавливает аммониевые центры, и платформа движется в обратном направлении на верхний уровень. Такое лифтовое движение вверх вниз, которое соответствует количественному переключению и может повторяться многократно, можно контролировать с помощью ЯМР спектроскопии, методов электрохимии, абсорбционной спектроскопии и флуоресцентной спектроскопии.

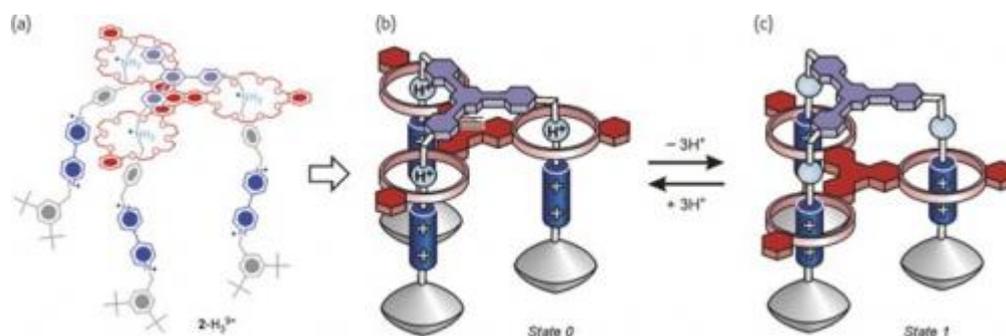


Рис. 3. Химическое строение (a) и схема работы в растворе CH_3CN (b, c) молекулярного лифта $2-H_3^{9+}$. Согласно расчетам размеры молекулы составляют примерно 2,5 нм в высоту и 3,5 нм в ширину.

Следует отметить, что механическое движение с кислотно-основным управлением в $2-H_3^{9+}$ связано с представляющими интерес структурными модификациями, такими как открытие и закрытие большой полости, и управление положением и свойствами бипиридиновых ножек. В принципе, такое поведение можно использовать для управления приемом и выпуском гостевой молекулы – функции, представляющей интерес для разработки систем доставки лекарственных веществ.

3. Молекулярный челнок на солнечной энергии

Искусственные наномашинны на химической энергии, описанные выше, не являются автономными, поскольку, после того как химический ввод инициирует механическое движение, необходим другой, противоположный химический ввод для перезарядки, а это значит, что будут выработываться отходы. Тем не менее, добавление реагента (топлива) не является единственным способом, которым можно доставить топливо в химическую систему. В самом деле, сама природа показывает нам, что в зеленых растениях энергия, необходимая для поддержания жизни, в конечном счете, поставляется солнцем. Введение энергии в виде фотонов может и в самом деле вызвать механическое движение за счет обратимых химических реакций без образования отходов. Как уже было упомянуто выше,

использование возобновляемых энергетических источников для снабжения наномашин энергией вполне целесообразно.

Проектирование и создание молекулярных челноков, снабжаемых только световой энергией, является, таким образом, интересным и перспективным делом. На основании опыта, полученного в предыдущих исследованиях систем псевдоротацановых моделей, был специально разработан ротаксан 3^{6+} для достижения челночного движения кольца в растворе за счет воздействия света, рис. 4. Этот компаунд сделан из электронного донора, кольца (R), и гантелеобразного компонента, содержащего несколько соединений: рутениево(II) полипиридиновый комплекс (P^{2+}), который играет двойную роль энергетической установки и ингибитора р-терфенилового типа (S), 4,4'-бипиридиновое соединение (A_1^{2+}) и 3,3'-диметил-4,4'-бипиридиновое соединение (A_2^{2+}) в качестве станций, принимающих электроны, и тетраарилметановую группу в качестве второго ингибитора (T). Стабильный переносной изомер ротоксана 3^{6+} является образованием, в котором компонент R окружает соединение A_1^{2+} , так как эта станция является лучшим акцептором электронов во всей сложной молекуле.

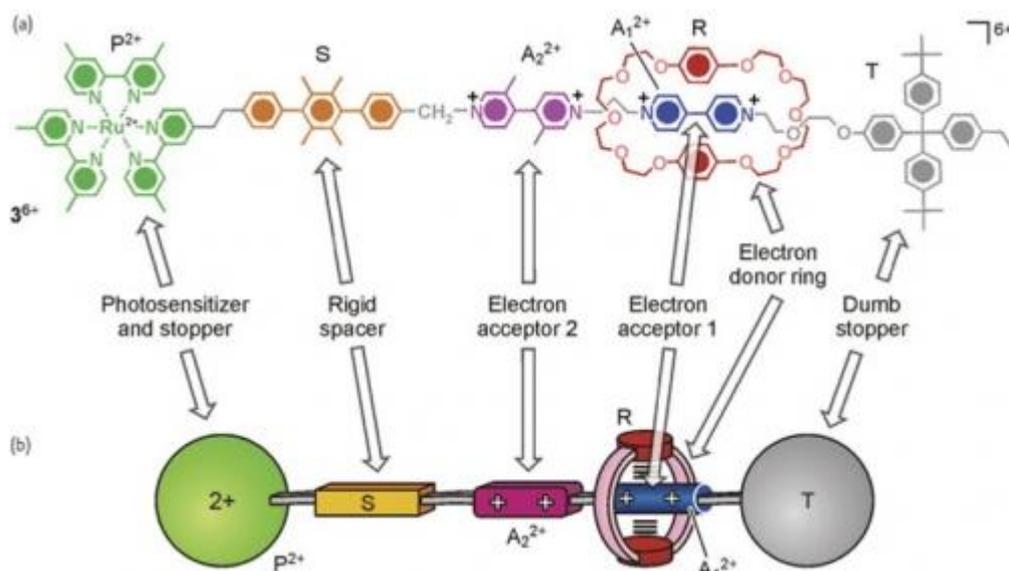


Рис. 4. Химический состав (a) и схематическое изображение (b) ротаксана 3^{6+} показывают его модульную структуру.

Стратегия, разработанная для того, чтобы получить движение макроцикла R как в вычислительной машине на энергии света между двумя станциями A_1^{2+} и A_2^{2+} , представленная на рисунке 5, основана на следующих четырех операциях:

а) дестабилизация стабильного изомера: световое возбуждение фотоактивного соединения P^{2+} (процесс 1), далее следует перенос электрона из возбужденного состояния на станцию A_1^{2+} , которая окружена кольцом R (процесс 2), с последующей «снятием возбуждения»

этой станции; такой процесс переноса электронов под воздействием света должен завершаться внутренним убыванием возбужденного состояния P^{2+} (процесс 3);

b) перемещение кольца: кольцо отдвигается (процесс 4) на 1.3 нм от уменьшенной станции A_1^+ к A_2^{2+} , этап, который должен завершиться процессом обратного переноса электрона с A_1^+ (все еще окруженного R) к окисленному соединению P^{3+} (процесс 5);

с) электронная перезарядка: процесс обратного переноса электронов с «освобожденной» уменьшенной станции A_1^+ на окисленное соединение P^{3+} (процесс 6) восстанавливает энергию акцептора электронов для станции A_1^{2+} ;

d) ядерная перезарядка: как следствие электронной перезарядки, происходит обратное движение кольца с A_2^{2+} на A_1^{2+} (процесс 7).

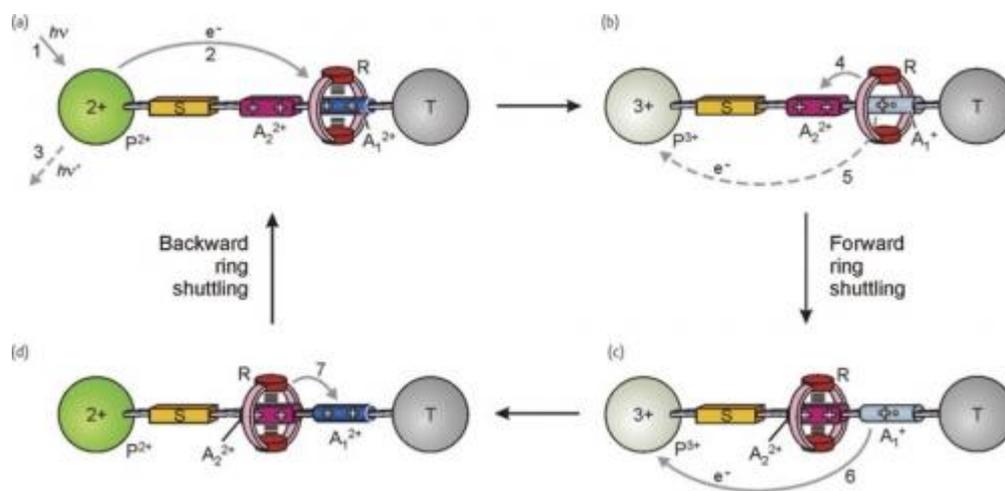


Рис. 5. Схема работы ротаксана 3^{6+} , функционирующего в качестве независимого «четырёхтактного» молекулярного челнока, работающего на энергии света.

Спектроскопические исследования в установившемся режиме и с временным разрешением в сочетании с электрохимическими измерениями в растворе ацетонитрила, показали, что поглощение видимого фотона 3^{6+} может вызвать движение кольца вперед и назад, т. е. реализацию полного механического цикла в соответствии с представленным на рисунке 6 механизмом. По проведенным оценкам, доля энергии возбужденного состояния, используемая для движения кольца, составляет примерно 10%, и система может вырабатывать механическую энергию порядка $3 \cdot 10^{-17}$ Вт на молекулу. Несколько оговорительные значения квантовой эффективности для челночного перемещения кольца (2% при 30°C) компенсируется тем фактом, что исследуемая система вобрала в себя следующие черты: (1) она работает от энергии видимого света (другими словами, солнечного света); (2) она демонстрирует независимое поведение, подобно белкам; (3) она не создает отходов; (4) ее функционирование может зависеть только от внутримолекулярных процессов, в принципе позволяя работать только на молекулярном

уровне; (5) ее можно заставить работать при частоте примерно равной 1 кГц; (6) она работает в умеренных условиях окружающей среды (т. е. в жидком растворе при температуре окружающей среды); и (7) она стабильна на протяжении, по крайней мере, 10 циклов. Хотя система в ее нынешнем состоянии и не смогла выйти на полезную работу при полном цикле эксплуатации, она показала, что структурная и функциональная интеграция различных молекулярных соединений в многокомпонентную структуру представляет собой эффективную стратегию для создания наноразмерных машин. Благодаря своей модульной конструкции, ротаксан Z^{6+} восприимчив к изменениям структуры для того, чтобы попытаться улучшить его рабочие параметры при использовании в качестве молекулярного челнока, работающего на световой энергии.

Макеева Екатерина Анатольевна

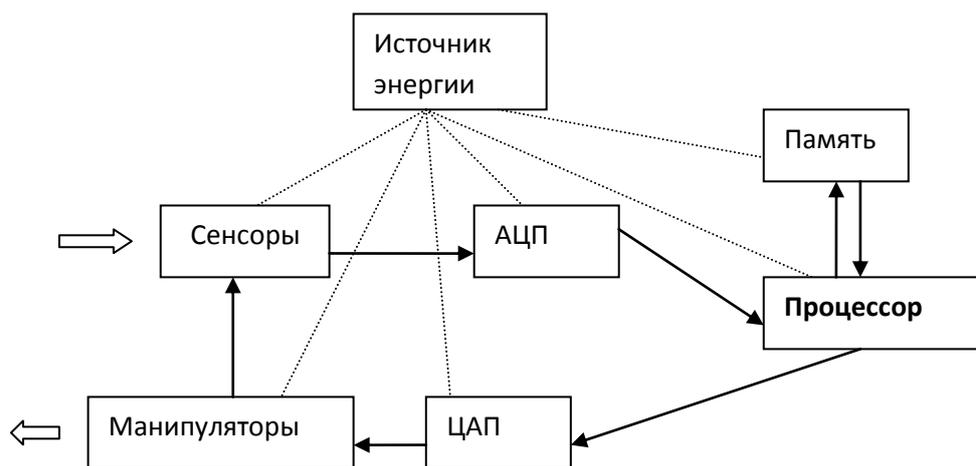
Для того, чтобы «запрограммировать» объект на действия, нет необходимости наделять его процессором и оперативной памятью, достаточно «запланировать» процесс реализации той или иной функции. Например, зная рН «конечной точки маршрута» «наноемкости» с целевым продуктом, можно просто «запрограммировать» в структуре этой «емкости» «раскрытие» при заданном рН, либо регулировать функции извне. (Движение магнитных частиц в токе крови, управляемое внешним магнитным полем).

1-3. Наноробот – робот, созданный из наноматериалов и размером, сопоставимым с молекулой, обладающий функцией движения, обработки и передачи информации, исполнения программ.

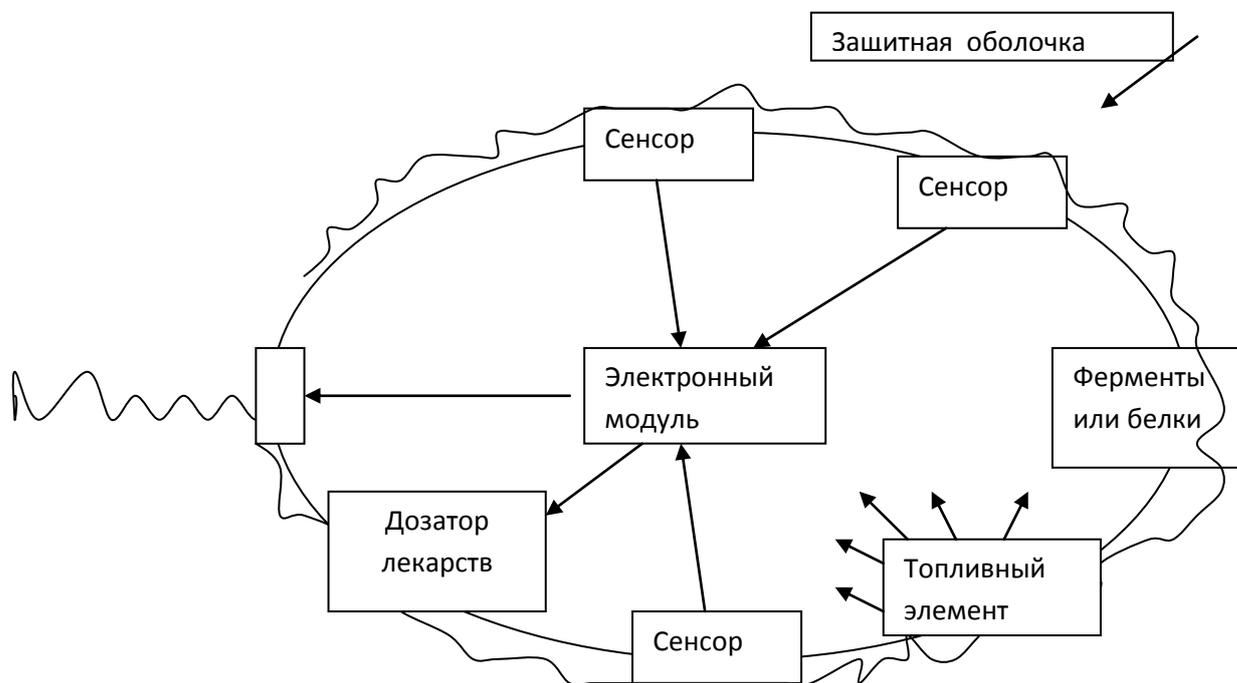
По приведенным в условии задачи требованиям построить наноробота нельзя, поскольку п.п 3-5, которые и делают его нанороботом, а не наномеханизмом, не реализуемы на таких масштабах при использовании существующих материалов и физических принципов.

Главная причина – не возможность масштабировать

Рассмотрим упрощенную модель электронного макроробота с управлением при помощи процессора (именно такая модель заложена техническими требованиями):



Сигналы от внешних датчиков (сенсоров) преобразуются в цифровой вид с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП), поступают для обработки в процессор. Обработанные в соответствии с заложенной в память программой, данные преобразуются в сигналы к действию для манипуляторов, работу которых тоже контролируют сенсоры. Для работы такой конструкции необходим источник электроэнергии, питающий все электрические и электромеханические модули робота. Сообщение между модулями также электрическое.



Робот, работающий на электричестве из реальных материалов

Оболочка наноробота. Для предотвращения атаки клеток иммунитета должна содержать маскирующие молекулы: например специфические полисахариды. На оболочке должны

также находится электрические сенсоры и необходимые для проникновения в целевую клетку молекулы.

Кажется логичным для большей биомиметичности сделать наноробота липидную оболочку. Однако многие узлы электронного наноробота должны быть надежно защищены от окружающей среды (например, нанотрубки создают очень много помех в присутствии кислорода, интеркаляты лития в графите не должны контактировать с водой). Поэтому необходимо собранного на каркасе наноробота поместить в полимерную наночастицу, надежно зафиксировав таким образом все детали.

На оболочке должны присутствовать молекулы для облегчения проникновения робота в клетку: белки типа инсулина, проникающие в клетку с помощью рецепторзависимого эндоцитоза, белки типа инвазина, который «расстегивает» мембрану клетки словно молнию, давая возможность бактерии проникнуть внутрь.

Современные нанотехнологии пока не могут миниатюризировать до наноразмеров процессоры, источники питания, электросхемы типа ЦАП-АЦП, манипуляторы и т.д.

Существуют только отдельные наработки нанодеталей, которые как правило работают только на микро-стендах (питание, считывание информации и другие манипуляции проводятся с использованием макроприборов). Эти образцы, безусловно, демонстрируют высокую перспективность отрасли нанотехнологии, однако указывают на возможность использования наноматериалов скорее для нанодеталей микромеханизмов. В составе наноробота существует одно очень строгое граничное условие – очень маленький объем и отсутствие тянущихся к макроприборам проводов и манипуляторов, что накладывает строжайшие ограничения на допустимые параметры, и требует очень высокую степень слаженности всех деталей механизма. То есть, нанодеталь может успешно работать в составе макрокомпьютера, но быть совершенно неработоспособной по своим параметрам в составе ограниченного наноразмерами устройства.

Существуют принципиальные, сложно преодолеваемые трудности в конструировании механических деталей наномеханизмов. Например, эффект Казимира, заключающийся в том, что между двумя немагнитными незаряженными телами всегда будет происходить взаимное притяжение (за счет флуктуаций электронной плотности, приводящей к наведению взаимно притягивающихся диполей). Поэтому, составленные из наноматериалов механизмы с движущимися частями будут требовать больших удельных энергетических ресурсов.

Электро-наноробот должен постоянно потреблять энергию.

Еще много вопросов остаются туманными: как сделать высокочастотный наногенератор тактовой частоты для процессора?, как «паять» нанопровода?, как переводить

нанозлектричество в наномеханику? как за приемлемое время собрать в сложную схему нанотранзисторы?

На часть этих вопросов есть полу-ответы, но они касаются опять таки «стендовых» условий эксперимента.

Провода. Могут использоваться нанотрубки. Остальные решения типа металлов, осажденный на ДНК имеют толщину больше (>2 нм), чем нанотрубки (стандартные ~ 1 нм). Кроме того, в отличии от нанотрубок, ДНК-провода не представляют собой единого прочного агломерата и состоят из мелких кластеров.

Транзисторы. Сейчас минимальная толщина кремниевых транзисторов (толщина *p-n* перехода) составляет около 30 нм (длина гораздо больше: минимальный размер деталей определяется дифракционным пределом метода получения (фотолитографии) - половиной длины волны). Минимальный размер транзистора на нанотрубках - 2×10 нм. Кремниевые транзисторы легко массово формируются на подложке процессора в «нужных» местах, в то время как полевые транзисторы на нанотрубках пока не могут быть так же селективно «выстроены» – ориентировать и собирать нанотрубки в упорядоченные структуры очень сложно. А ведь между транзисторами должны быть еще соединительные «дорожки».

Молекулярный процессор. Недавно было сообщение о создании 16-ти битного параллельного процессора состоящего всего из 17 идентичных небольших молекул органического вещества. Казалось бы, «мозги» для наноробота готовы. Но оказалось, что манипуляции с битами осуществляются с помощью иглы сканирующего туннельного микроскопа. Наноматериал, который смог бы при нанообъеме системы так же «трогать» отдельные группы молекулы, и тем более преобразовывать их расположение в нолики и единички, представить себе пока невозможно. Этот снова только «стендовый образец».

Память. При хранении информации в оптическом и магнитном виде, повышение плотности информации влечет за собой усложнение и увеличение считывающих устройств. Оптический принцип записи информации для наноробота неприменим, поскольку, чтобы считать 2 соседних бита световым лучом, необходимо, чтобы длина волны была сопоставима с расстояниями между частицами. У наноробота длина 100 нм, что намного меньше длины волны синего света, использовать более высокочастотное излучение невозможно, так как оно сильно будет поглощаться средой.

Магнитные материалы тоже имеют предел применимости: начиная с некоторого радиуса они переходят в суперпарамагнитное состояние, например, для железа критический радиус при температуре человеческого тела составляет 2,9 нм. Конечно, решением в данном случае является переход к частицам анизотропной формы, но в случае жесткого

ограничения по размерам такие «дрова» просто не поместятся, что исключает магнитный способ записи информации в наноробота как слишком громоздкий.

Флэш-память – 8нм. (материалы на основе оксида-нитрида кремния). Это примерно 200 кб на 100 нм наноробота, без учета необходимых при этом соединяющих нанопроводов.

ДНК – большие объемы информации, но невозможно преобразовать в цифровой вид.

Сенсоры. Оксидные висеры с прикрепленными для повышения чувствительности биомолекулами. Сигнал – опять же, электрический – изменение электропроводности.

Передвижение. Несмотря на сообщения о нанодвигателях (приводимых в действие светом) и нанолифтах (на основе температурного градиента каретка ездит по нанотрубке) – все это лишь существующие в идеальных условиях макеты, и пока реальных альтернатив бактериальным жгутикам и ворсинкам не существует. Существующие у бактерий «приспособления» для передвижения слишком громоздки для наноробота (жгутики 10-20 нм x 3-15 мкм, ворсинки 5-10 нм x 2 мкм). Даже если себе представить, что готовый «протонный двигатель» бактерий, к которому прикреплен «уменьшенный» жгутик «вмонтировать» в наноробота, то это будет что-то типа реактивного двигателя на машине, бензина у которой на долго не хватит.

Однако, учитывая большой прогресс нанотехнологии в этом направлении, в ближайшее время с большой вероятностью стоит ожидать появление новых наномоторов, призванных решить проблему передвижения нанороботов.

Источник энергии. Слишком большое количество структурных элементов стандартных топливных ячеек, аккумуляторов и батареек (необходимость разнести в пространстве электроды, создать ячейки, хранить реагенты) не позволяет выполнить уменьшение пропорций до наноразмера. Существующие «нанобатарейки» работают за счет преобразования подводимой извне энергии: либо в виде света (солнечные батареи на квантовых точках), либо в виде механических деформаций (висеры ZnO), что опять таки подтверждает тезис о неприменимости большинства «стендовых» разработок для создания наноробота. Существующие истинные батарейки начинаются с микронных размеров. Теоретически, можно предложить наноаккумулятор в виде 2-х углеродных трубок, внутри одной из них – Li, внутри другой – кобальтат лития, но сложно заранее предсказать, как поведет себя эта наносистема.

===== полууниверсальный робот =====

С другой стороны, зачем нужны роботы именно с процессором? Достаточно примитивных электронных схем, оптимизированных для специфических задач (в часы не нужно

вмонтировать компьютер). Каждая часть макро-робота состоит из деталей. Нельзя все отмасштабировать в одинаковое количество раз – детали не могут стать меньше атомов: коэффициент масштабирования будет определяться минимально масштабируемой деталью. Придется все элементы максимально упрощать и придумывать облегченные аналоги, некоторые детали и устройства придется переделывать по совершенно другим принципам. Точно так же можно предположить пойдет и конструирование нанороботов. Перед нами биологический пример бактерий и вирусов. Сложные бактерии не могут быть наноразмерными – не хватит места под все необходимое оборудование. Уменьшение размера приводит к упрощению – к малофункциональным вирусам.

Пример минимизированной клетки: в качестве проводов – вся клеточная среда,. Энергия – АТФ. Высвобождение энергии в месте потребления. Избавит от необходимости опутывать все внутренности наноробота проводами.

Клетка бактерии слишком большая и не подходит по размерам для наноробота – однако большая часть клетки состоит из систем саморепликации. Если их отбросить – можно уместится в наноразмер

Биомиметика: от нереального электро-механического наноробота к реальному молекулярному бионанороботу.

Таким образом, электронный многофункциональный наноробот – это скорее объект утопически-фантастический, чем реальный. Не исключено, что у наноэлектротехники обнаружатся существенные ограничения, которые не позволят (или позволят, но с неприемлемо большими затратами) конструировать в нанообъемах наносхемы.

Зачем электроробот на проводах? Провода занимают слишком много драгоценного места. Возможно, в нанообъеме не возможен полноценный обмен электричеством (слишком много тока на маленький объем, возникнет также много помех, в том числе от случайной радиации – с чем уже столкнулись современные нанодетали).

Энергия должна потребляться в месте назначения – проще ее переносить не электронами, а энергетическими молекулами (гидролиз АТФ). Сигналы тоже логичнее передавать в виде различных молекул. Разные сенсоры дают отклик не в виде изменения электрического сигнала – а в виде синтеза различных молекул. Белки-манипуляторы управляются не сигналами – а молекулами. Вместо памяти и процессора можно поместить молекулы – «бифункциональные ферменты двойного назначения», действующие по принципу: «если есть молекула А – то сделать молекулу В, если есть молекулы А и С – сделать молекулу Д». Комбинируя таким образом много ферментов можно выстроить довольно сложную систему логики, позволяющую *активно* реагировать на изменение условий.

Таким образом, легко можно сделать развитую систему коммуникации между различными сенсорами и манипуляторами бионаноробота. Меняя состав ферментов – можно достаточно легко менять программу. Более того, можно представить совсем фантастическую картину: часть ферментов могут разлагать другие ферменты. Тогда, последовательно обрабатывая «универсальную заготовку бионаноробота» в растворе разными молекулами, можно добиться программирования его логики – нечто похожее на «вечную прошивку» некоторых видов памяти.

Скорее всего в такой молекулярный процессор много логики не влезет, но он является по сути химическим аналогом электронной схемы, составленной из небольшого количества логических элементов. Да и не нужен мощный процессор нанороботам: в наномире, где не будет происходить много событий, достаточно примитивных логических схем.

Транспорт лекарств можно реализовать так: к маленькой молекуле белка привязано лекарство (может быть несколько молекул, они под действием ферментов клетки легко высвобождают лекарство). При взаимодействии белка с веществом X он образует с ней прочный комплекс и переходит в активное состояние, которое может «расстегнуть» перед собой липидную оболочку бионаноробота и выскользнуть из него, закрыв за собой оболочку. Тогда, количество лекарства можно будет «дозировать» количеством вещества X, которое в свою очередь синтезируется «ферментной логикой», обрабатывающей множество сигналов от рецепторов-сенсоров.

Если хватит места – можно попробовать даже разместить простейшую систему жизнеобеспечения бактерий – тогда АТФ нанобиоробот сможет вырабатывать сам, перейдя «на подножный корм». Опасаться, что такой нанобиоробот выйдет из под контроля не стоит – у него будет какой то срок выведения из организма и последующего разрушения, а самореплицироваться он не сможет.



Немного о возможных размерах нанобиоробота. Минимальный теоретический предел живых бактерий – порядка 200 нм. В меньшие клетки не влезает ферментативный аппарат, ответственный за размножение бактерий. Меньше могут быть только вирусы. Однако, если нам не требуется саморепликация, то «свободного» места в наноклетке будет гораздо больше, чего должно вполне хватить для размещения нужного арсенала.

Помехоустойчивость бионаноробота может быть довольно большая – клетки эволюционно выбрали именно этот механизм коммуникации.

=====

1. Внешний размер – не более 100 нм

Выполним оценку параметров робота.

Размер будет главным ограничивающим фактором для памяти, частоты и запаса энергии.

Попробуем оценить реальность пунктов 3,4,5.

а) Может ли быть запас энергии в источниках питания – не менее 1 кДж?

Далее для простоты расчетов будем приближенно считать робота кубом со стороной 100 нм (сфера аналогичного диаметра имеет примерно вдвое меньший объем)

Оценим массу робота:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot a^3$$

Проведем оценку сверху максимально возможной «запасенной» роботом энергии.

Предельно возможная для массы m энергия находится по формуле Эйнштейна:

$$E = m \cdot c^2$$

(На самом деле физика доказывает невозможность протекания такого процесса, но мы его используем лишь как верхний предел энергии из условия аннигиляции всей массы вещества.)

Тогда:

$$E = \rho \cdot a^3 \cdot c^2$$

(где ρ – плотность вещества в кг/м³, a – сторона куба в м, c – скорость света в м/сек, E – энергия в джоулях)

$$E = \rho \cdot (100 \cdot 10^{-9})^3 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = \rho \cdot 9 \cdot 10^{-5}$$

После перевода плотности в г/см³ получаем:

$$E = 9 \cdot 10^{-5} \cdot \rho \text{ (Дж)}$$

Вывод: запас энергии 1 кДж в нанороботе нереален по законам физики.

если коннекция явственный

а.1) Сколько на самом деле может быть энергии у наноробота?

Проведем более реалистическую оценку сверху «энергетических запасов» робота (эта величина нам понадобится в дальнейшем). Пусть робот полностью состоит из «топлива» с молярной массой M , энергия которого H

тогда:

$$E = H \cdot v = H \cdot \rho \cdot a^3 / M$$

Отсюда примерно оценивая $H \approx 1 \cdot 10^6$ дж/моль $M \approx 0,1$ кг/моль, $\rho \approx 1000$ кг/м³ (т.е. энергетическая ценность топлива 1МДж/моль, молярная масса 100 г/моль, плотность примерно равная плотности воды 1г/см³)

$$E = 1 \cdot 10^6 \cdot 1000 \cdot (100 \cdot 10^{-9})^3 / 0,1 = 1 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$1 \cdot 10^{-11}$ Дж на робота является более реальной оценкой,

что примерно составляет 6 ТДж / моль роботов.

а.2) Хватит ли нанороботу этой энергии для передвижения?

Робот должен двигаться, причем ему будет препятствовать вязкость воды. Оценим возможные передвижения робота, в предположении, что вся энергия тратится на передвижение:

$$A = F \cdot l = 6 \cdot \pi \cdot n \cdot a \cdot l / t \cdot l, A = E$$

$$6 \cdot \pi \cdot n \cdot a \cdot l^2 / t = H \cdot \rho \cdot a^3 / M$$

Получаем:

$$l = a \cdot \sqrt{H \cdot \rho \cdot t / (M \cdot 6 \cdot \pi \cdot n)}$$

Подставляя все величины в системе СИ: $H \approx 1 \cdot 10^6$ дж/моль $\rho \approx 1000$ кг/м³ $M \approx 0,1$ кг/моль $n=0,001$ Па*с $t=3600$ сек (1 час)

$$l = 100E-9 * (1E6 * 1000 * 3600 / (0,1 * 6 * 3,14 * 0,001))^{0,5} = 4,4 \text{ метра}$$

Не так уж мало: для передвижения на микрорасстояния должно хватить, даже в предположении о завышенности максимального количества энергии.

б) Может ли быть у наноробота процессор с тактовой частотой не менее 10 кГц?

Помимо тактовой частоты, необходимо знать еще один существенный параметр - пропускную способность канала данных – сколько бит может обработать процессор за один такт. Пусть процессор обрабатывает всего 1 байт – тогда поток информации будет 80 000 бит/сек. Попробуем оценить, насколько реально «прокормить» такой процессор нанороботу.

В процессе работы процессор потребляет немало энергии (есть сведения, что при уменьшении размеров транзисторов возникнут реальные сложности с их охлаждением). Пусть при преобразовании 1 бита информации происходит работа в логических элементах, совершаемая при прохождении 1 электрона через барьер 1 ЭВ (на самом деле электронов на один бит будет гораздо больше, работа будет также совершаться в нанопроводах).

Тогда, за 1 минуту робот будет расходовать $1,6 * 10^{-19} * 1 * 80000 * 60 = 7,7 * 10^{-13}$ Дж

Ранее мы получили оценку всей энергии в $1 * 10^{-11}$ Дж, таким образом получается, что нанороботу хватит энергии меньше, чем на 15 минут работы.

На вопрос о возможности существования такого процессора мы не ответили (процессор скорее всего тоже нереален), однако смогли определенно установить, что такой процессор нанороботу не нужен – наноробот не в состоянии его длительно обеспечивать энергией.

3. Память для хранения информации и программ (любой принцип записи) – не менее 10 кб

Оставив в стороне главный вопрос о считывании, оценим максимальные габариты материала для памяти.

10 кб (читаем килобайт, хотя можно прочитать и как килобит) это 81920 байт.

Будем считать, что одна частица кодирует 1 байт.

Предположим, что наноробот полностью заполнен частицами, каждая из которых может кодировать 1 бит информации (т.е. находится в двух возможных состояниях «0» и «1»).

Оценим, максимально возможный размер и массу (в атомных единицах массы) которые может иметь одна частица-носитель информации:

Приближенно считая частицы (как и робота) квадратными находим:

$$N = (a/a_0)^3 \Rightarrow a_0 = a/N^{1/3}$$

$$a_0 = 100/81920^{(1/3)} = 2,3 \text{ нм}$$

$$S = N = v * N_a = m/M = \rho * a^3 * N_a / M$$

(где S – кол-во информации в байт, M – масса частицы в атомных ед. м.)

Отсюда:

$$M = \rho * a^3 * N_a / S$$

Чтобы получить массу в а.е.м. необходимо подставить среднюю плотность робота в г/см^3 и размер наноробота в см ($100 * 10^{-7}$ см):

$$M = \rho * (100E-7)^3 * 6,023E23 / 81920 \approx 7,3 * 10^3 * \rho$$

Размер частиц получился весьма небольшим, но еще соответствует наночастицам.

Значения получились не такими уж фантастическими. Однако, если учесть, что мы ведь делаем не нанодискету а наноробота, то по аналогии с обычными роботами, память должна занимать лишь небольшую часть объема (по достаточно оптимистичным оценкам - десятую часть). Тогда масса и размер частиц памяти сместятся из области наночастиц в область обычных молекул.

Физических препятствий для размещения такого количества памяти нету. Есть биологический пример размещения ячеек информации с меньшими размерами – ДНК.

4. Микроробота можно попробовать собрать подложке – по принципу лаборатория на чипе. На подложке можно вырастить как память, так и транзисторы процессоров, также сенсоры.

Микроробот (1 мкм) слишком велик, чтобы проникнуть в эукариотическую клетку (примерно 10 до 50 мкм) таким же способом (эндопитозом), что и наноробот 100 нм. Микро робот похож по размерам на бактерии, поэтому он может успешно использовать их методы проникновения в клетку: «силовое вмешательство» («таран») в виде ферментов, гидролизующих фосфолипидную стенку клеточной мембраны проделывая брешь для микроробота, либо белки типа инвазина, расстегивающие мембрану словно змейку, которая закрывается после проникновения в клетку.

Поскольку объем растет в кубической пропорции от размеров, то объем увеличится в $1 * 10^6$ раз, в то время, как технические требования увеличатся лишь в 100 раз. Соответственно все пропорциональные объему параметры также увеличатся в $1 * 10^6$ раз, верхние оценки пропорциональные отношению объема к техническому параметру увеличатся в 10 000 раз.

Требование по энергии

необходимо 100 кДж

Максимальная оценка:

$$E = 9 * 10^{-5} * 1 * 10^6 * \rho = 90 * \rho \text{ (Дж)}$$

Вывод: требование остается нереальным.

Максимальный размер частиц памяти (при увеличении размера в 100 раз и увеличения количества в 100 раз): $2,3 \cdot 10000 = 23\ 000$ нм предоставляет более широкий простор для методов записи и считывания.

Микроробот возможно может быть собран например на подложке (можно совместить как память, так и транзисторы).

5. Вирус можно с натяжкой считать нанороботом: он не обладает ни логической схемой, ни сложностью действий. Он больше похож на механизм одноразового использования со сжатой пружиной. В этом на вирус похожи методы доставки лекарств на наночастицах, которые сложно назвать нанороботами.
6. Могут. Основная задача вируса – проникнуть в клетку и встроить в ДНК клетки свой генетический код. Эти свойства можно успешно эксплуатировать, например для генетической терапии и геной инженерии (добавление новой информации в ДНК).

Из приведенных функций наноробота вирусы могут перемещаться (пассивно) в физиологических жидкостях, транспортировать и высвобождать (в клетку) вещества (в клетку не проникают).

7. Для большинства наноматериалов необходимы условия синтеза резко отличающиеся от биологических. В биологической среде сложно взять конструкционные тяжелые металлы. В наноробота войдет минимум функций (по принципу урезать все что только можно) – химический реактор с жесткими условиями там не предусматривается.

Для выхода из под контроля должен быть механизм саморепликации – для живых существ он очевиден, для неорганического наноробота его нельзя себе представить.

Бактерии не могут уместить свой генетический код и самовоспроизводство в объеме меньше 200 нм. У наноробота будут до краев заполнены функциональными приборами – что сделает практически невозможным запрограммировать их самовоспроизводство.

8. Машины: за счет потребляемой энергии производят узкоспециализированную работу.

Ферменты, синтезирующие по матрице белок (рибосомы), реплицирующие ДНК, делающие ее копии. Все они потребляют энергию, запасенную в АТФ. А также другие ферменты.

Степанов Евгений Александрович

По-моему работа размером меньше 100 нм невозможно сделать на данном этапе развития науки. Даже если удастся сделать такого наноробота в будущем, то связь с ним и

управление извне будет невозможным, так как часть робота, ответственная за обратную связь и коммуникацию, будет передавать очень слабый сигнал, настолько слабый, что он будет гаситься в тканях и органах человека. Если роботу посылать сильный сигнал, то будет проявляться эффект, которым сейчас пользуются военные, используя электромагнитное оружие, выводящее из строя электронику противника. Т.е. при подаче сильного для робота сигнала, его наносхемы будут «перегорать». Так что, такой робот будет управляться по внутренней программе или самостоятельно.

Однако никто не запрещает научно фантазировать, так что приступим.

Во-первых, наноробот будет иметь сферическую форму, т.к. сфера при минимальном характерном размере позволяет вместить внутрь себя наибольшее количество материала. Таким образом, максимальный размер сферы – 100 нм.

Биосовместимая оболочка будет состоять из углерода или липидного бислоя (наподобие клеточной мембраны). Например, возможно создать частицу сферической формы из листа графена (получиться огромная молекула фуллерена). Или сделать внешнюю оболочку из тефлона.

Наноробот будет состоять из внутренней и внешней части. Во внутренней, изолированной от внешней среды, части будут располагаться память, процессор и запас питания (если таковой будет, но, по-моему, эргономичнее использовать «неограниченные» запасы глюкозы, аминокислот или АТФ человека, для питания наноробота; или использовать внешний источник физической энергии – акустическую, магнитную и пр.).

Память для хранения информации основана на технологии поатомной записи, в качестве элементарных элементов памяти будут выступать электроны, имеющие разные спины. А считывать информацию будет химически модифицированная углеродная нанотрубка. Ученые уже достигли плотности записи в 250 Гбит/см². С помощью атомного микроскопа произвели запись и считывание информации с матрицы, состоящей из атомов титана, лежащих на Al₂O₃ подложке.

Для вычислений возможно использование квантового компьютера, содержащего около 100 кубитов (возможно для получения необходимой производительности и меньше числа кубитов, все зависит от структуры молекулы, использованной в качестве кубита).

Для конструкции двигателей наноробота (сумасшедшая идея ☺) можно использовать модифицированные углеродные нанотрубки. На схеме приведена конструкция такого реактивного двигателя. В нанотрубке необходимо «сдеформировать» подобие сопла, или сделать этот участок из скрепленных нанотрубок различного диаметра, 1. Под цифрой 2 обозначена камера сгорания смеси водород-кислород. 3 – прикрепленные к нанотрубке наночастицы катализатора (например, платины или что-то более активное), которые будут

«поджигать» топливно-кислородную смесь. 4 – это наночастицы катализатора, с помощью которых будут разлагаться молекулы воды (на водород и кислород), поступающие извне. Для лучшего действия катализатора в начале нанотрубки необходимо сделать диаметральные сшивки, на которых будет крепиться катализатор. Такие же сшивки можно сделать в отделе поджигания кислородно-водородной смеси. Еще, возможно, необходимо сделать наночастицы, который будет пропускать внутрь нанотрубки только молекулы воды.

Разместив такие реактивные двигатели в шести позициях сферического наноробота, можно управлять им в трехмерном пространстве.

Еще один вариант сферического наноробота представлен на следующей схеме. В качестве элементов движения, на поверхности робота (опять таки в шести точках) будут располагаться нанопропеллеры (возможно, лопасть пропеллера будет представлять собой всего лишь одну молекулу), прикрепленные к концам углеродных нанотрубок. Которые будут приводиться в движение другой нанотрубкой большего диаметра (наподобие электромагнитного мотора), на которое будет подаваться напряжение. Также есть возможность пополнять запасы топлива, когда при движении наноробота в открытые концы нанотрубок будут попадать органические молекулы (глюкоза, аминокислоты и т.п.), далее транспортирующиеся до отсеков хранения и переработки топлива. При линейном движении будут работать одновременно два нанопропеллера.

Вирусы – наиболее мелкие формы живой материи. В определенном смысле вирусная частица – не живой организм, а сравнительно крупный нуклеопротеид, проникающий в клетку и «размножающийся» в ней, образуя дочерние популяции. Вне клетки вирусы инертны, а некоторые даже образуют кристаллы. Размеры вирусов колеблются от 20 нм (парвовирусы) до 500 нм (герпесвирусы, мимовирусы, поксвирусы, парамиксовирусы и др.). Вирусы поражают почти все живые организмы – от бактерий до человека.

Вирусы содержат нуклеотид (РНК или ДНК) – геном вируса, носитель информации, своеобразный вирусный «компьютер»; капсид – белковая оболочка, защищающая геном и обеспечивающая проникновение в инфицированную клетку; оболочку (содержится не у всех вирусов) – двойной слой липидов и специфических белков; вирусные белки, выполняющие правильную упаковку генома, структурную и ферментативную функции.

Исходя из данных свойств, можно сделать вывод, что вирусы – это природные нанороботы, причем нанороботы – убийцы. Гибель клетки происходит не всегда, реже наблюдается стабильное взаимодействие, не приводящее к гибели клетки (латентные и персистирующие инфекции).

Вирусы могут выполнять многие функции искусственных нанороботов. Например, вирусы обладают тканевой и клеточной специфичностью, т.е. проникают в определенные виды тканей и клеток. Полиовирус адсорбируется только на клетках человека и приматов; вирус бешенства адсорбируется и проникает в клетки нервной ткани, ВИЧ поражает моноциты, макрофаги, Т-хелперы и другие Ag-представляющие клетки. Изменяя гомологию поверхности вируса можно менять его специфичность к разным типам клеток (однако этот процесс чрезвычайно сложно выполнить на данном уровне развития науки). Также вирусы свободно проникают внутрь клетки (путем слияния мембраны вируса и клетки или путем пиноцитоза). Причем у вирусов есть интересный механизм увеличения степени инфицирования клеток – инфицированная клетка обычно толерантна к повторному заражению гомологичным вирусом.

Ну и конечно вирусы, проникая в клетку, транспортируют в неё свой нуклеотид, белки и прочие компоненты. После проникновения в клетку вирусы начинается процесс самовоспроизводства (прослеживается аналогия с самосборкой), начинающийся с синтеза белков или нуклеиновых кислот (зависит от типа вируса) и заканчивающийся полной сборкой вируса и высвобождением дочерних вирионов.

Вирусы – уникальные природные наномашинки, такие маленькие и простые, и такие непобедимые (взять тот же ВИЧ, гепатит, герпес и т.п.). Возможно, развитие нанотехнологий и познание свойств наномира позволит найти эффективные способы противостояния этим нанороботам - убийцам.

Таким образом, вирусы запрограммированы на самовоспроизводство и используют для этого все возможные механизмы.

По моему мнению, катастрофа по Дрекселеру случиться не может. Даже допустив тот факт, что нанороботы начнут неконтролируемо самовоспроизводиться, законы физики позволят это остановить. Если изолировать нанороботов в термодинамически закрытой системе, то без доступа извне энергии, нанороботы остановятся и процесс саморепликации закончится. И даже если нанороботы будут сделаны из самых прочных материалов, из таких же материалов можно сделать оболочку, которая изолирует их от внешней среды.

Еще один факт опровержения такой катастрофы состоит в том, что, как и вирусам, нанороботам будет необходима среда размножения, без которой они не смогут самореплицироваться. Ведь при появлении вирусов (природных нанороботов - убийц) человечество не погрузилось в катастрофу. Вирусы созданы природой, а кто бы сомневался в гениальности Природы. Человечество еще не научилось быть умнее Природы. Поэтому превращение мира в «серую слизь» откладывается до неопределенных времен.

Примеры реально действующих молекулярных машин:

- наноавтомобиль Университета Райса и последующие продукты из тачек и вагонеток. Большая органическая молекула, состоящая почти из 300 атомов, содержащая наноколеса из 4-х фуллеренов C_{60} , и последующая её модификация, содержащая «молекулярный мотор», способный перемещать машину под действием света с длиной волны 365 нм.
- Молекулярный клапан исследователей из Biomade Technology Foundation и Университета Гронингена, управляемый светом. Для этого они модифицировали белок, выделенный в бактериях *e. coli*, который в природе служит предохранительным клапаном, защищающим клетку от избыточного давления. Вследствие модификаций клапан открывается при УФ облучении (длина волны 366 нм, экспозиция около 2 минут) и закрывается при облучении видимым светом (длина волны >460 нм, экспозиция около 2 секунд), собирая и высвобождая локализованный заряд. Клапан работает внутри липидного бислоя. Его характеристики: внешний диаметр около 10 нм, длина 21 нм, размер внутренней поры 3 нм. В закрытом состоянии сопротивляемость раскрытию под давлением близка к точке разрушения клеточной стенки.
- Природные наномшины: различные белки и нуклеиновые кислоты.
- Молекула 9,10-дитиоантрацена с двумя «ногами». Активированная термически или механически, данная молекула подтягивает одну ногу, опускает другую и идет по плоской поверхности без направляющих. Может переносить молекулярный груз из CO_2 .
- СЗМ зонд двигает молекулу (1,8 нм в диаметре), работающую как шестизубцовая шестеренка, сцепленная с самосборочным островком, работающим как рейка. Вращение шестеренки контролируется химической меткой на одном из зубцов.

По-моему, перспективным методом является модификация природных нанообъектов. Благодаря размерам их можно использовать как несущие конструкции, к которым присоединяются другие компоненты атомарной точности. Химическими методами возможно присоединение заданных функциональных компонентов, например, к поверхности вируса. Далее они могут быть модифицированы, чтобы управлять их растворимостью, распознаванием антителами и другими важными свойствами.

Это просто фантастика! (2008, творческий конкурс)

Жиентаев Тимур Махмедович

Направление: Наномедицина и нанотоксикология, имплантаты.

Резюме проекта.

Название. *Создание прототипа наноробота для эффективного и комплексного лечения раковых заболеваний, бактериальных инфекций, патологических изменений кожи, для лазерной косметологии.*

Цель. Молекулярное конструирование прототипа наноробота, умной молекулярной конструкции, обладающей высоким сродством к патологической ткани (по сравнению с нормальной), низкой суммарной неспецифической токсичностью (отсутствием побочных эффектов), оптимальными физико-химическими характеристиками (фармакокинетика, длина волны поглощения света, магнитные свойства), высокой эффективностью в процессе фотодинамической терапии.

Задачи проекта. Создание умной молекулярной конструкции, прототипа наноробота, препарата «Фотомагнум» (волшебная фотомагнитная пуля Пауля Эрлиха марки «Магнум» для патологических тканей) планируется провести в несколько этапов. На сегодняшний момент нами изучены кандидаты для структурных элементов молекулы Фотомагнум. Экспериментально (*ab initio*, *in vitro* и *in vivo*) были отобраны наиболее перспективные молекулы. Наиболее удачной молекулой для фотосенсибилизационной составляющей Фотомагнума является производное хлорофилла А (т.н. Фотохлор), наиболее успешным кандидатом для магнитной составляющей являются наночастицы магнетита размером 20-30 нм (т.н. Наномагнит). На первом этапе планируется изучить взаимодействие Фотохлора и Наномагнита *in vitro* в физиологических условиях. Изучить совместную фармакинетика, совместное фотодинамическое действие Фотохлора и гипертермическое действие Наномагнита по отношению к раковым клеткам, бактериям в культуре. На втором этап синтезировать умную конструкцию (Фотомагнум), состоящей из наномагнитного ядра, окруженного «шубой» из фотохлорных молекул, соединенных с ядром через полиэтиленгликольный линкер. Изучить свойства, полученного прототипа наноробота. Изучить фармакинетика аккумуляции полученной конструкции в раковых клетках в культуре, в привитых опухолях на мышах. Изучить фармакинетика Фотомагнума на тех же объектах в условиях концентрирования при помощи магнитного поля. Сравнить эффективность лечения и неспецифическую токсичность Фотомагнума с Фотохлором и Наномагнитом. Изучить синергизм действия лазера (фотосенсибилизация Фотохлора) и магнитного поля (гипертермический эффект Наномагнита). На третьем этапе провести

комплекс доклинических испытаний препарата Фотомагнум. На последнем, четвертом этапе провести все стадии клинических испытаний.

Ожидаемые результаты. Конечный ожидаемый результат: препарат «Фотомагнум» - препарат для эффективного и комплексного лечения различных видов опухолей, в том числе опухолей мозга. Препарат с низкой неспецифической токсичностью, оптимальной для терапии фармакокинетикой - терапию проводят через 2 часа после внутривенного введения препарата или через 1 час после нанесения препарата на кожу. Эффективная сенсбилизация Фотомагнума обусловлена высоким квантовым выходом генерации синглетного кислорода (0.8) и оптимальным значением длины поглощаемого света 800 нм, при облучении светом с такой длиной волны интенсивность света практически не изменяется за счёт поглощения света живыми тканями. Препарат обладает уникальной избирательностью по отношению к злокачественным и другим видам патологических видов тканей. Химическая составляющая высокого сродства к больным тканям обусловлена способностью Фотохлора накапливаться в раковых клетках и клетках бактерий (механизмы этого явления обсуждаются), физическая составляющая заключается в концентрировании ферромагнитного ядра Фотомагнума в определенной области. Препарат обладает уникальной способностью разрушать патологические клетки. Это происходит благодаря одновременно фотохимической и гипертермической активности препарата. Фотомагнум способен под действием света генерировать сильный окислитель - синглетный кислород, будучи аккумулятирован патологической клеткой; окислительные процессы приводят к гибели такой клетки. Наведение определенных магнитных полей к месту локализации опухоли приводит к разогреванию (до 45 °С) патологических клеток, аккумулятировавших Фотомагнум, за счёт гипертермического эффекта наночастиц магнетита. Основными факторами конкурентоспособности препарат являются его уникальная эффективность при лечении раковых заболеваний, бактериальных инфекций, патологических изменений кожи, а также для применения в лазерной косметологии. Следует отметить весьма низкую себестоимость препарата: хлорофилл А добывается из зелёных растений, цена магнетита ещё ниже (примерно 50 \$ за тонну концентрата магнетита), стоимость процесса получения наночастиц магнетита и синтеза конечного препарата относительно низкие. Стоимость конечного продукта будет составлять 100 \$ за упаковку, рассчитанной на весь курс лечения.

Помимо получения препарата «Фотомагнум» изучить основные закономерности формирования подобных прототипов наноразмерных биомашин, их поведения в живых системах, сформулировать пожелания для конструирования нанороботов медицинского назначения.

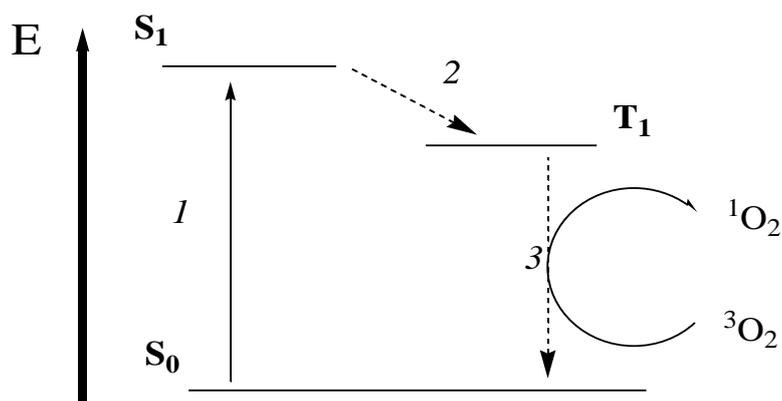
Маркетинг

Препарат является эффективным при лечении раковых заболеваний, бактериальных инфекций, патологических изменений кожи, а также для применения в лазерной косметологии. Стоимость конечного продукта будет составлять 100 \$ за упаковку, рассчитанной на весь курс лечения. Объём производства зависит от географии рынка, степени лоббирования продукта государством на рынках других государств. Лечение препаратом «Фотомагнум» может позволить практически все экономические слои населения. Все стадии получения могут быть автоматизированы, производство препарат «Фотомагнум» представляется исключительно прибыльным.

Научно-техническое обоснование проекта

Новизна идеи. Принцип получения бифункциональной умной молекулярной конструкции в рассматриваемой области исследования и создания новых лекарственных препаратов является исключительно новым подходом в решении проблем избирательности и эффективности различных терапий. Важно отметить, что объединение двух структурно различных элемента (Фотохлора и Наномагнита) в один (Фотомагнум) приводит к увеличению эффективности как коэффициента контрастности (избирательности) патологическая ткань/здоровая ткань, но и к увеличению лечебного эффекта. Каждая из составляющих полученной конструкции отвечает и за накопление (по химическому и физическому механизмам) в больных тканях и за лечебный эффект (фотодинамический и гипертермический). Важно отметить, что лечебный эффект препарата «Фотомагнум» значительно больше суммы лечебных эффектов «Фотохлора» и «Наномагнита», что свидетельствует о синергизме отдельных частей рассматриваемого прототипа умных молекулярных роботов.

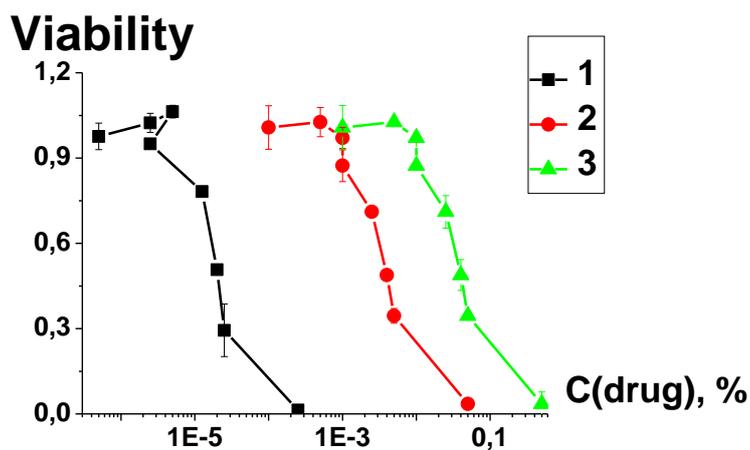
Фундаментальные принципы. В основе фотодинамического действия препарата «Фотомагнум» лежит способность остатков «Фотохлора» поглощать свет с длиной волны 700 нм, при этом молекула (S_0) переходит в первое синглетное состояние (S_1), а затем в первое триплетное состояние (T_1), при взаимодействии последнего с молекулярным кислородом в клетке происходит перенос энергии на кислород, генерация синглетного кислорода, сильного окислителя, приводящего к гибели:



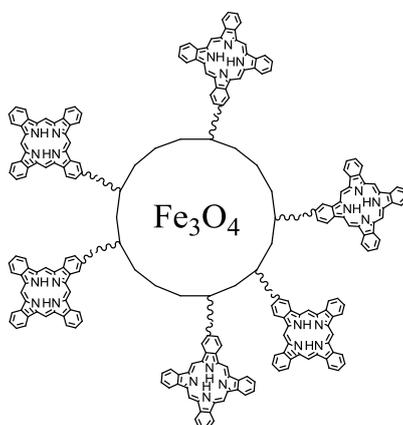
1 - поглощение света, 2 - внутрисистемный переход, 3 - генерация синглетного кислорода

Способность Фотомагнума флуоресцировать наряду с высоким сродством к патологической ткани открывает широкие возможности для флуоресцентной диагностики: определение местоположения и размеров опухоли.

Ниже приведена зависимость выживаемости раковых клеток в культуре от концентрации лекарства для трёх разных случаев: комплексная терапия с Фотомагнумом (1), фототерапия с Фотохлором (2), гипертермия с Наномагнитом (3).



Структура умной конструкции препарата «Фотомагнум»:



Семенова Анна Александровна

1. Фантастическая заявка на «финансирование» фантастического проекта «Прорыв в Будущее» (*направление – 14. Косметика*)

Название: «Крем Азазелло»

Цель: создание омолаживающего антивозрастного крема с эффектом левитации.

Задачи проекта:

- разработка концепции комплексного омоложения;
- поиск эффективных и сверхчистых наноконпонентов;
- создание формулы для максимального использования естественных процессов регенерации;
- экспериментальное исследование воздействия крема на организм.

Ожидаемые результаты.

После нанесения на кожу крем оказывает целенаправленное действие по улучшению ее структуры, омолаживает кожу, повышает упругость, способствует уменьшению морщин, обеспечивает лифтинг, кожа приобретает здоровый оттенок.

Описание продукта.

«Крем Азазелло» – омолаживающий антивозрастной крем, созданный по новейшим технологиям и предназначенный для женщин с любым типом кожи (у мужчин вызывает побочные реакции). Мгновенного действия, не имеет побочных эффектов, не вызывает аллергии, эффективен, безопасен, нетоксичен. Способствует восстановлению и дальнейшему поддержанию естественной женской красоты.

Свойства продукта.

Желтоватого цвета, жирный на ощупь, с запахом болотной тины. Легко наносится и моментально испаряется, не оставляет жирных следов. Основной компонент крема – наноконплексы омолаживающих экстрактов морских водорослей. В состав также входят другие вещества с омолаживающим эффектом: гиалуроновая кислота, витамины А и Е, экстракты зеленого чая, лекарственных трав, растительные и эфирные масла.

Факторы конкурентоспособности продукта.

Не имеет аналогов. Среди достойных конкурентов на рынке нанокосметики представлены антивозрастные крема Dekaroline, косметика NewAge, продукты L'Oreal.

Социальная значимость.

Больше красивых женщин – больше счастливых людей.

2. Маркетинг

Объемы рынка продукта и его стоимость.

На рынке нанотехнологий нанокосметика играет большую роль, причем одной из наиболее перспективных ее отраслей является продукция антивозрастного и омолаживающего характера. Это не удивительно, т.к. вопрос об омоложении кожи с древнейших времен рано или поздно задает себе любая женщина. Предположительно продукт должен пользоваться спросом и иметь среднюю стоимость.

Портрет типичного потребителя (аудитории) продукта.

Женщины от 30 лет, стремящиеся вернуть коже эластичность и упругость, справиться с морщинами и возрастными изменениями кожи.

3. Научно-техническое обоснование проекта

Новизна идеи.

В романе М.Булгакова «Мастер и Маргарита» Азазелло дарит Маргарите чудодейственный крем в круглой золотой коробочке, эффект применения которого описан в произведении следующим образом:

«Сердце Маргариты страшно стукнуло, так что она не смогла даже сразу взяться за коробочку. Справившись с собою, Маргарита открыла ее и увидела в коробочке жирный желтоватый крем. Ей показалось, что он пахнет болотной тиной. Кончиком пальца Маргарита выложила небольшой мазочек крема на ладонь, причем сильнее запахло болотными травами и лесом, и затем ладонью начала втирать крем в лоб и щеки. Крем легко мазался и, как показалось Маргарите, тут же испарялся. Сделав несколько втираний, Маргарита глянула в зеркало и уронила коробочку прямо на стекло часов, от чего оно покрылось трещинами. Маргарита закрыла глаза, потом глянула еще раз и буйно расхохоталась. Ощипанные по краям в ниточку пинцетом брови сгустились и черными ровными дугами легли над зазеленевшими глазами. Тонкая вертикальная морщинка, перерезавшая переносицу, появившаяся тогда, в октябре, когда пропал мастер, бесследно пропала. Исчезли и желтенькие тени у висков, и две чуть заметные сеточки у наружных углов глаз. Кожа щек налилась ровным розовым цветом, лоб стал бел и чист, а парикмахерская завивка волос развилась. На тридцатилетнюю Маргариту из зеркала глядела от природы кудрявая черноволосая женщина лет двадцати, безудержно хохочущая, скалящая зубы <...> Маргарита <...> зачерпнула легкий жирный крем и сильными мазками начала втирать его в кожу тела. Оно сейчас же порозовело и загорелось. Затем мгновенно <...> мускулы рук и ног окрепли, а затем тело Маргариты потеряло вес».

Фундаментальные естественнонаучные принципы, лежащие в основе создания продукта проекта.

Химический состав морских водорослей уже изначально по своей природе является максимально сбалансированным сочетанием органических и минеральных веществ для организма человека. Водоросли обладают способностью извлекать из морской воды и аккумулировать многочисленные микро- и макроэлементы, минеральные вещества, а также многие витамины (магний, серу, йод, кальций, водорастворимые соли калия и натрия и другие). Исследование водорослей на наноуровне позволит выделить омолаживающие экстракты, которые позволят с максимальной степенью воспользоваться полезными свойствами водорослей и с высокой эффективностью справляться с возрастными изменениями. Наноконплексы должны действовать на глубокие слои кожи, позволяя разглаживать морщины изнутри. Основная их роль заключается в регенерации естественной структуры кожи, восстановлении равновесия и баланса.

Женщинам, ощутившим на себе эффект применения крема, остается только летать.

Макеева Екатерина Анатольевна

Свободное эссе " Наноажиотаж и нанофобии – две стороны медали... Что стоит за этим?"

*"Они были
(нано)киборги, они
заполнили всю
планету"*

(перифраз КВН - Вне Игры)

*" - Пусть сочинит стихотворение о киберотике! -
сказал он наконец, радостно усмехаясь. - Пусть там
будет не больше шести строк, а в них о любви и
измене, о музыке, о неграх, о высшем обществе, о
несчастье, о кровосмесительстве - в рифму и чтобы
все слова были только на букву К!..."*

*(С. Лем. Путешествие первое А, или Электрувер
Трурля)*

По историческим меркам совсем недавно, ученые обнаружили, что если *очень-очень* сильно измельчить вещества, то это может привести к *очень-очень* сильному изменению их свойств. Однако существовал прочный и, в то же время, порочный круг, мешавший широкому распространению нанотехнологий (далее - НТ): для исследования

наноматериалов необходимо новое оборудование, для изготовления которого нужно лучше узнавать наноматериалы. Но со временем круг начал размыкаться, и наступило бурное развитие НТ, похожее на автокаталитическую реакцию. Нанотехнологии выплеснулись из лабораторий, где были уделом только узкого круга специалистов, в общество, говорить о них стало модно и престижно. В то же время, любое значительное достижение науки не может быть сразу же ассимилировано обществом. В школах основы НТ не преподавались, поэтому подавляющее большинство просто не подготовлено к адекватному восприятию новой информации. Как и по отношению к любым нововведениям, общество поляризуется, выделяя в самые полярные группы оптимистов и пессимистов, что при неадекватном восприятии приводит к нездоровому наноажиотажу (НА) и нанофобиям (НФ).

Как и любое новшество, НТ порождают, с одной стороны, интуитивный страх перед неведомым и непривычным, с другой, на них переносятся все несбывшиеся надежды и ожидания, в них видится панацея от всех бед. Наноажиотаж «подогревается» несомненным прогрессом техники, хотя и не сильно, поскольку часто обыватель плохо себе представляет связь между НТ и, например, компьютером. Нанофобии же в основном базируются на отсутствии четкого представления об основах НТ.

Развитие науки вообще и НТ в частности создает доступные компьютеры и средства связи, способствует вовлечению все большего числа людей во Всемирную Паутину, что ведет бОльшей глобализации всего мира. В несвязанном мире слухи и фобии распространялись локально (осцилируя в разных фазах в разных местах). В глобальном мире появилась возможность возникновения явлений резонансного характера, когда возникающее в одном месте волнение общества быстро распространяется, перерастая лавинообразный процесс. Таким образом, глобализуя мир, развитие НТ опосредованно способствует нарастанию амплитуды общественных волнений по поводу самих себя.

Характерным показательным примером нанофобии является "открытие" (пока окончательно неподтвержденное) нанобактерий. Им тут же были приписаны чуть ли не все болезни человечества, а также гибель цивилизации на Марсе (поскольку в метеорите, который, теоретически, прилетел к нам именно с Марса, присутствуют наноструктуры, которые, опять же, теоретически, могли оставить нанобактерии).

В рамках данной работы планируется рассмотреть историю и провести комплексный анализ явлений нанофобии и наноажиотажа с первобытных времен до наших дней в контексте развития и практического применения нанотехнологий. Кроме этого, будет проведена попытка оценки предпосылок возникновения радикальных точек зрения на НТ и возможные пути их сглаживания (нивелирования). Также будет рассмотрено влияние

происходящего со временем упрочнения (укоренения) основ нанотехнологий в общественном сознании, а также самоускоряющее действие НТ на эволюционирование НФ и НА.

Сразу необходимо оговориться, что префикс "нано-" в тексте не всегда будет обозначать 10^{-9} , часто он используется в своем историческом смысловом значении, как что то очень маленькое, чего нельзя увидеть, потрогать и потому понять, ведь корни НФ и НА уходят глубоко в историю...

Что стоит за НФ и НА с точки зрения развития и практического применения нанотехнологий?

а) Каменный век.

Архетипичная, интуитивная боязнь всего маленького была эволюционно присуща еще первобытным людям, ведь «большую» опасность можно было заметить издали и заранее продумать действия, в то время как «маленькая» опасность может незаметно подкрасться и застать врасплох. Эхо этих страхов присутствует и в современном мире, когда боязнь может переноситься на мелких животных (хорошо известные фобии). Вполне логично предположить, что происходит такой же перенос и на все маленькое и неведомое.

Первым этапом развития НТ можно считать появление у «человека умелого» (*homo habilis*) орудий труда – это был огромный скачок научно-технического прогресса. Человек вскоре обнаружил, что вещества можно *немного* измельчать, причем в растертом состоянии они проявляют *немного* другие свойства, и это можно использовать себе на пользу. Был ли тогда НА (то есть чрезмерное увлечение растиранием веществ) - науке это не известно, но, учитывая малую вариабельность психологических черт человека, можно предположить, что, скорее всего, был.

б) средние века

Эти антагонисты – нанофобии и наноажиотаж - развивались вместе с человеческой культурой. Возьмем, к примеру, средние века. Вторым существенным этапом становления НТ стало повсеместное распространение истинно нанотехнологического орудия труда – *ступки*, что вызвало новую волну наноажиотажа. Тогда, как впрочем, и сейчас, знахари и алхимики толкли в ступках все, что попадалось им под руку, приписывая растолченному материалу особые лечебные свойства (часто, впрочем, не без оснований). Возможно, тогда тоже предполагалось, что измельченные вещества будут панацеей или приведут к философскому камню.

Из этих же времен берет свой смысловой корень слово "нанотехнология". Маленькие, злые и коварные *гномы-наносы*, которых никто не видел, но все знали о их существовании, прятались от человеческого взгляда, могли напустить на человека злую

магию, навести порчу. Ими пугали детей, а дети в свою очередь своих детей – образ прочно укоренился в архетипе общественного сознания. Так возникла первая конкретная "нано-фобия" - буквально в смысле этого слова. Точнее, коллективное бессознательное материализовало неясный объект давно существующей нанофобии в виде "нано-фобии" с более конкретным образом в виде *гнома-наноса*.

Взяв себе название коварных гномо-наносов, нанотехнология таким образом взяла на себя часть негативного архетипического образа этих существ: тут, что называется "как вы яхту назовете - так она и поплывет...". Однако, не все так печально: образ гнома со временем подвергся ребрендингу (взять хотя бы добрую сказку "Белоснежка и семь гномов"), что сняло часть негатива с префикса *нано-*.

г) Эпоха научно-технологической революции (НТР).

Тем не менее, стремительно начавшийся научно-технический прогресс дал нанофобиям, которые уж было стали забываться, два очень веских козыря. Сначала были открыты бактерии, потом – еще более мелкие, но часто даже более опасные вирусы. Самые мрачные архетипические фобии подтвердились: наука нашла маленьких и опасных врагов, о существовании которых человечество всегда догадывалось. Можно утверждать, что на этом этапе развитие НТ, приведшее к открытию нанообъектов-вирусов, сыграло против НТ в пользу нанофобий, лишь укрепив отрицательный архетипический образ.

Что из этого следует.

Таким образом, было рассмотрено, что стоит за НФ и НА, прослежена их эволюция с точки зрения развития и практического применения НТ. Было показано, что НФ возникли раньше НА, и вместе эволюционировали с развитием НТ. Необходимо отметить, что общий тренд НА и НФ колеблется синхронно с новыми «небольшими» научно-техническими достижениями. «Большие» научно-технические достижения, время от времени, вызывали всплески как НФ, так и НА, которые со временем осцилируя возвращались к изменившимся общим трендам, после ассимиляции обществом новых фундаментальных знаний. Сейчас наблюдается новый всплеск НФ и НА, вызванный бурным ростом НТ, и повышенным общественным интересом к новой, неизвестной, отрасли знания.

Архетипический отрицательный образ (НФ) глубже уходит корнями в подсознание, следовательно, необходимы дополнительные меры по его нейтрализации. Поэтому часть средств получаемых от сверхприбылей в области нанотехнологий должны вкладываться в:

- образование (введение основ НТ небольшим курсом в школьную программу);
- просветительство (научно популярные передачи на телевидении в прайм-тайм, максимально доступно и наглядно рассказывающие о сути НТ и ее достижениях);

- маркетинг как продвижение положительного образа НТ в сознании обывателя (в западном мире хорошим брэндом может стать *улыбающийся приветливый маленький гномик*).

Прогнозы и перспективы.

Сейчас следует ожидать примерно одинакового роста НФ (таких, как сообщение о нанобактериях, ответственных за старение человека и гибель марсианской цивилизации) и НА (например, мошенников, продающих «нанопанацею» от всех болезней, и очередных сообщений о достижении бессмертия с помощью НТ).

Со временем произойдет ассимиляция обществом новых фундаментальных знаний, основы которых войдут в школьные программы, термины станут более понятны, что приведет к закреплению НТ в общественном сознании.

Развитие нанотехнологий приносит портативные устройства и быстрые способы связи, что делает информацию более доступной для широких масс, таким образом, НТ опосредованно ускоряют образовательный процесс, ускоряя тем самым закрепление своих основ в общественном сознании, особенно в сознании нового поколения, ускоряя снижение уровня НФ и НА, вызванных последним всплеском

Страшные байки и полные оптимистических надежд чаяния через несколько десятилетий будут вызывать лишь улыбку. Это можно сравнить с эрой выхода в космос, когда человечество также столкнулось с другими, сильно отличающимися от привычных мерами расстояний. Точно также возникли космо-фобия и космо-ажиотаж, которые к настоящему моменту значительно иссякли.

На фоне спрогнозированного общего тренда снижения уровней НА и НФ следует ожидать колебаний в разные стороны, связанных не только с новыми достижениями в области НТ, но и с изменением благосостояния общества, изменением общих пессимистических и оптимистических настроений. В тоже время, властьпридержащие, культивируя идеологию поиска маленьких внутренних врагов, могут таким образом существенно активизировать древний архетипичный образ, способствуя росту нанофобий в обществе.

Эпилог (продолжение вводной цитаты):

"... - А полного изложения общей теории бесконечных автоматов ты случайно не предложишь? - заорал оскорбленный до глубины души Трурль. - Нельзя же ставить таких кретинских усло...

И не договорил, потому что сладкий баритон, заполнив собой весь зал, в этот момент отозвался:

*Кот, каверзник коварный, кибэротоман,
К королеве кафров крадется Киприан.*

*Как клавишина клавишей, корсажа касается.
Красотка к кавалеру, конфузясь, кидается...
...Казнится краля, киснет: канул Купидон,
К кухне королевы крадется киберон!*

- Ну, и что ты скажешь? - подбоченился Трурль"

(С. Лем. Путешествие первое А, или Электрувер Трурля)

Степанов Евгений Александрович

Резюме проекта

Название – детонационный синтез наноалмазов с высоким выходом, и активное внедрение их в промышленные производства.

Цель – модификация существующих методов детонационного синтеза наноалмазов, с целью повышения выхода наноалмазов по отношению к массе взрывчатого вещества.

Задачи проекта:

- разработать и внедрить новые методы синтеза детонационных наноалмазов, с повышенным выходом наноалмазов;
- наладить промышленное производство детонационных наноалмазов;
- ускорить применение наноалмазов в тяжелой и легкой промышленности, путем модернизации существующих производственных линий и активной пропаганды (повышение прочностных и эксплуатационных характеристик продукции, значительная экономическая выгода и т.п.).

Ожидаемые результаты, описание продукта и его свойств, факторы конкурентоспособности продукта и его социальной значимости.

По прогнозам, к 2010 году мировая потребность в нанокompозитах возрастет до 600000 тонн в год, а сфера их применения охватит важнейшие отрасли промышленности. Уже сейчас большая часть композитов, содержащих неорганические наночастицы, пользуется повышенным коммерческим спросом. Например, аналитики Великобритании связывают экономический рост своей страны в ближайшие 20 лет с переходом многих отраслей на производство и использование наноструктурированных материалов и нанокompозитов.

Наноалмазы – сложные объекты, обычно с трехслойной структурой, включающей алмазное ядро размером 4-6 нм, в котором находится от 70 до 90% атомов углерода; переходную углеродную оболочку, в которую может входить от 10 до 30% углерода; поверхностный слой, в котором кроме атомов углерода находятся и другие гетероатомы (азот, кислород, водород и т.п.), образующие ряд функциональных групп. Детонационный

наноалмаз (НА) представляет собой химически достаточно инертный материал, с развитой удельной поверхностью (200-450 м²/г).

Основными факторами влияющими на выход детонационных НА являются:

- тип взрывчатого вещества и его масса;
- давление в процессе синтеза;
- температура синтеза;
- среда детонационного синтеза;
- содержание различных добавок.

Увеличить выход НА возможно следующими путями: увеличения давления синтеза, уменьшение температуры (до определенных пределов), добавкой специальных компонентов, взрыв в водной или ледяной оболочке («мокрый синтез») и т.п. Увеличение давления синтеза существенно сказывается на выход НА. Добиться увеличения давления можно путем применения более мощных взрывчатых веществ. Но, применение таких взрывчатых веществ, как минимум, повышает стоимость НА и повышает кислородный баланс системы (что нежелательно, т.к. синтез НА возможен только при отрицательном кислородном балансе). Увеличить давления синтеза возможно и другим способом, без использования мощных и дорогих взрывчатых веществ. Что является ноу-хау данного проекта.

Ожидается, что выход НА при новом детонационном методе синтеза увеличится в 2 раза. При этом стоимость полученных НА не изменится, или даже уменьшится.

НА, введенные в материалы, играют роль мощного структурообразователя, обеспечивая дисперсионное упрочнение композиции. Положительный эффект достигается при введении в материал добавки НА в пределах от 0,1 до 1%. На сегодняшний день НА применяются в основном в следующих процессах: финишное полирование (70% используемых НА), гальваника (25%) и в масляных композициях (5%). Но благодаря своим уникальным свойствам (наноразмерность, химическая инертность, высокая удельная поверхность и др.) НА в перспективе могут активно внедряться в промышленное производство нанокompозитов.

Можно привести несколько конкретных примеров улучшения эксплуатационных и технических характеристик материалов содержащих НА:

- уменьшение износа хромовых покрытий в 2,5 раза по сравнению с твердым хромовым покрытием;
- увеличение износостойкости алюминиевой оксидной пленки (полученной при анодном окислении) в 10-13 раз, а также увеличение коррозионной стойкости;

- уменьшение времени обкатки в 10-12 раз, снижение расхода топлива на 3-6%, увеличение мощности на 4-8% для ДВС, в которых используется смазка, содержащая НА;
- увеличение срока службы фторэластомеров на 25-40% в узлах трения;
- увеличение условной прочности в 3 раза и повышение эластичности в 1,5 раза для полиуретанов.

конкурентные преимущества НА:

- несложная технология синтеза;
- себестоимость НА в основном определяется стоимостью взрывчатых веществ;
- химическая инертность НА;
- небольшой процент добавки НА обеспечивает улучшение свойств материала в несколько раз.

Социальная значимость проекта заключается в том, что путем повышения выхода НА будет наблюдаться снижение конечной себестоимости НА, которое позволит более активно и широко внедрять их в промышленное производство. Широкое использование НА в промышленности приведет к значительному увеличению срока службы получаемых материалов и окажет большой экономический эффект.

Маркетинг

Области применения. НА имеют множество областей применения:

- гальваника (хромирование, никелирование, серебрение, золочение и т.п.);
- полирование;
- масла и смазки;
- модификация полимерных композиций;
- алмазные спеки и компакты;
- биологически активные препараты;
- лазерное инициирование подрыва взрывчатых веществ;
- защита памятников архитектуры и искусства;
- «вечные» бетоны;
- водородная энергетика.

Объемы рынка. Если учесть, что массовое внедрение НА в промышленные производства позволит в несколько раз повысить качество выпускаемой продукции, то объем рынка будет очень большим. Среди наиболее крупных потребителей можно выделить следующих: почти все полимерные производства (производство пластмасс, каучук и резин), большинство гальванических производств, основные производства масел и смазок,

многие полировальные производства и т.п. Исходя из этого можно предположить, что потребность промышленных предприятий России в НА будет составлять около 10000 тонн в год, при среднем процентном содержании НА в продукции – 0,5%.

Стоимость. Расчет стоимости НА необходимо производить с учетом стоимости промышленных взрывчатых веществ. Оптимальным взрывчатым веществом для «мокрого синтеза» НА является смесь тротил/гексоген – 40/60. Средняя стоимость такого ВВ – 25 тыс. руб. за тонну. Выход НА в пересчете на массу ВВ (при использовании нового метода детонационного синтеза и использовании специальных добавок) – 20%.

Итого стоимость 1 кг НА, без учета работы, покупки оборудования и организации производства, затрат на лицензирование, затрат на очистку и сушку НА, составляет – 125 рублей. Что является вполне конкурентоспособной ценой, для высокотехнологичного производства.

При средней массе подрываемого заряда ВВ - 1 кг за 8 часов возможно получить до 2,5 кг неочищенных НА. За 365 дней получается около 1 тонны НА. Эта цифра во много раз меньше ожидаемой потребности, поэтому существует острая необходимость повышения выхода НА и расширения производства.

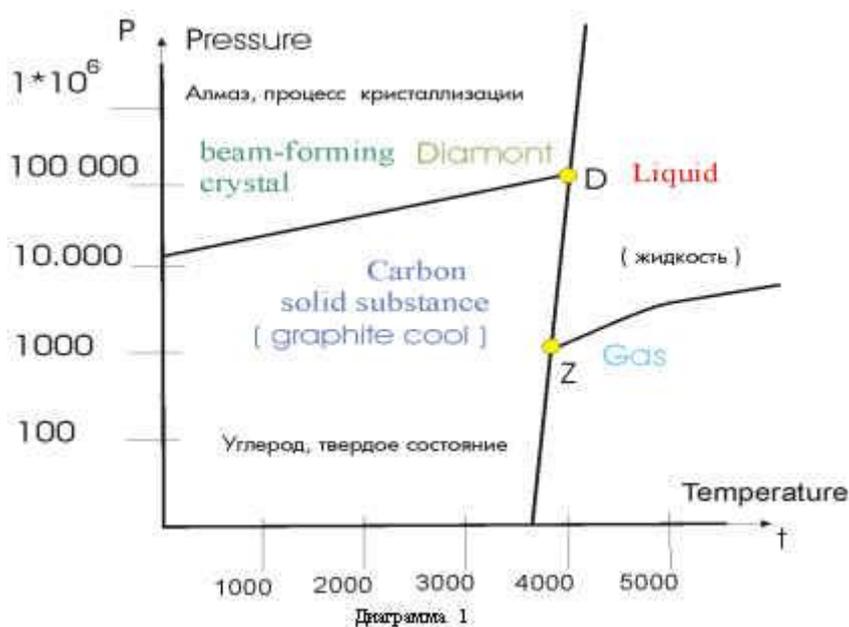
Портрет типичного потребителя. Потребителями НА являются предприятия крупной и средней промышленности (не исключено потребление НА инновационными и высокотехнологичными наукоемкими производствами), которые производят: металлические изделия, пластмассы и каучуки, строительные материалы, смазочные материалы, медицинские товары и т.п.

Научно-техническое обоснование проекта

Новизна идеи заключается в применении нового подхода к детонационному синтезу, когда больше половины атомов углерода, участвующих в формировании НА, будет содержаться не во взрывчатом веществе. Использование этой особенности синтеза, а также того, что давление будет на порядок выше, чем при обычном детонационном синтезе (около 10^6 атм, тогда как при обычном синтезе оно составляет около $2 \cdot 10^5$ атм) позволит существенно повысить выход НА.

Фундаментальные естественнонаучные принципы.

На рисунке представлена фазовая диаграмма состояний углерода. Видно, что при повышении давления свыше 100000 атм и температуре до 3700 К, углерод находится в виде алмаза.



При детонационном синтезе НА пользуются именно высоким давлением и умеренно высокой температурой.

При образовании НА в детонационной волне протекают следующие процессы:

- конденсация углерода в зоне реакции с образованием первичных кластеров ($d < 1$ нм);
- взаимодействие кластеров (жидкокапельная коалесценция) с образованием нанокпель;
- кристаллизация нанокпель с образованием НА при условии достаточного времени их охлаждения турбулентными потоками продуктов детонации или аморфизация нанокпель и кластеров с образованием свободной и связанной сажи.

Для реализации оптимального синтеза, с получением максимального выхода НА необходимо:

- конденсация максимального количества свободного углерода;
- конденсация углерода в области жидкого наноуглерода;
- максимально длительное время существования условий для жидкого наноуглерода в продуктах детонации и его кристаллизация при давлении в продуктах детонации больше 10 ГПа;
- проведение взрывов в отсутствие процессов аморфизации, окисления и графитизации.

Условия нового детонационного синтеза позволяют увеличить количество свободных углеродных атомов и степень их участия в формировании НА, провести конденсацию в области жидкого углерода, обеспечить кристаллизацию при высоких давлениях и невысоких температурах.

Ноу-хау проекта по увеличению выхода наноалмазов не раскрывается, но можно сказать, что оно будет касаться, как нового принципа детонационного синтеза, так и химической модификации процесса.

По-моему мнению, данный проект имеет большой шанс на практическую реализацию в ближайшее время.

«Чистая энергия» или «гремучий газ»? (эссе)

По самым скромным подсчетам запасов нефти и угля хватит на несколько десятков лет, газа примерно на 50 лет. Атомная энергетика еще далека от обеспечения всех энергозатрат человечества. Что же остается делать человечеству? Да, конечно в мировом океане имеются огромные запасы газовых гидратов, которых хватило бы еще на 100 лет, но пока еще не разработана эффективная технология добычи такой альтернативной энергии. Газовые гидраты очень «неспокойные» вещества, стоит нарушить равновесие достаточно большого скопления донных газовых гидратов, и человечество может «задохнуться», так и не успев воспользоваться всеми прелестями альтернативной энергетики.

Возникает вопрос, какой энергией мы будем пользоваться через 30-50 лет? Существует еще множество альтернативных видов энергии. Но они все не являются достойными кандидатами на роль «энергетического питания планеты». Ветроэнергетика шумит и не везде постоянно дуют ветры. Солнечная энергия пока дорога и, что делать северным странам, которые являются основными потребителями энергии? Энергия приливов и морских течений не такая уж экологичная и эффективная. Геотермальная энергетика вообще диковинка для многих стран. Энергетика биомассы не эстетична. Термоядерная энергетика пока находится в далеком будущем и больно уж она «пахнет жареным» для нашей Земли. И тут в уме возникает интересная цепочка исторических этапов использования основных видов топлива. Уголь – нефть – газ - – ВОДОРОД! Вот наше спасение от энергетического кризиса! Водород самое экологичное топливо и, что самое важное, самое возобновляемое. Не надо ждать пока пройдут тысячелетия, и снова образуется нефть и газ. Основной источник водорода на Земле – это вода. При сгорании водорода образуется вода, которая участвует в круговороте воды на Земле и быстро возобновляется, и вот уже опять можно получать водород. Получается замкнутый круг нескончаемого «чистого» топлива.

Помимо этого, водород имеет еще массу достоинств и, к сожалению, еще и массу недостатков. Водород один из самых энергоемких видов топлива. При сгорании водорода образуется в пять раз больше энергии, чем при сгорании углеводов. Только

расщепление или синтез атомов дает больше энергии, но это уже не химический процесс. Водорода очень много на планете, его доля составляет 1% от массы атмосферы, литосферы и гидросферы, вместе взятых. Молекулы водорода самые маленькие из таблицы Менделеева, поэтому они легко диффундируют даже через очень маленькие поры. Стоит только водороду образовать смесь с воздухом, в которой будет от 6 до 67 об.% водорода, жди взрыва. Смеси с кислородом взрывоопасны в еще больших пределах. Если произошла утечка водорода, и не произошел взрыв, то значит, произойдет разрушение озонового слоя. Для получения водорода затрачивается большое количество энергии. И еще много разных «но».

Но все-таки достоинства водорода перевешивают его недостатки. И это демонстрируют ученые по всей Земле. Они ночами бьются над созданием топливных элементов с КПД больше 90%, тратятся миллиарды долларов на разработку новых катализаторов для получения водорода, придумываются всевозможные структуры для хранения водорода....Ученые уже снизили количество платины на поверхностях электродов топливных элементов с граммов до миллиграммов на один квадратный сантиметр. Придумали контейнеры для хранения газообразного водорода, с массой водорода до 7% от массы контейнера. Бесспорно, что важнейшим помощником в этом нелегком процессе, являются нанотехнологии и наноматериалы.

С помощью наноматериалов создаются новые высокоэффективные протонселективные мембраны для топливных элементов, получают невообразимые наноконтейнеры для хранения водорода, платина измельчается до такого состояния, что она способна поджечь водород при комнатной температуре без огня и спички. Все надежды будущей водородной энергетики лежат в области нанотехнологий. И я уверен, что этот благодатный союз «водород+нано» принесет свои плоды в скором времени. И человечество сможет вздохнуть спокойно, в прямом и переносном смысле слова. Будущее энергетики и экологии за водородом. Наконец-то наступит момент, когда процесс получения энергии из «злейшего врага» экологии превратится в её «лучшего друга».

Семенов Дмитрий Александрович

1. Резюме проекта.

- I. Название: Гибридные источники питания для мобильных приложений.
- II. Цель: Разработка материалов и способов создания гибридных устройств, сочетающих фотоэлемент, как источник и литиевый аккумулятор как накопитель энергии. Разработка способов интеграции таких устройств методами прямой микропечати их компонентов в портативные устройства и приборы двойного назначения.

III. Задачи.

- i. Создание модели функционирования и принципиального устройства источника питания нового поколения.
- ii. Маркетинговый и литературный анализ с целью выявления частичных или полных аналогов, учёт их недостатков. Выбор материалов и принципов сборки устройств.
- iii. Разработка методов получения и технологии создания компонентов будущего устройства в виде частиц для создания стабильных суспензий.
- iv. Создание готовых элементов предполагаемого устройства с целью проверки функциональности компонентов. Нанесение компонентов методами микропечати или жидкостной литографии и тестирование печатных чипов как компонентов устройства.
- v. Определение предполагаемых применений и функциональных требований к будущему гибричному источнику питания.
- vi. Создание модели устройства под предполагаемое применение.
- vii. Изготовление пилотного прототипа готового устройства. Тестирование, выявление недостатков, доработка модели, повторное изготовление.
- viii. Поиск аналогичных применений, доработка производственной линии, используя простоту варьирования микропечатного процесса.
- ix. Поиск путей внедрения в широкое применение.

IV. Ожидаемые результаты:

Насколько удобным может быть мобильное устройство?- На столько, насколько оно нас не обременяет и при своей функциональности не заметно! Теперь предположим, что мы создаем мобильное устройство завтрашнего дня, пусть это сотовый телефон. Сегодня, он потребляет ~10-40 мВт энергии, «вчера» эта цифра была в 10 раз больше, можем предположить, что если электроника будет такой, что перестанет тратить энергию на «собственный обогрев» (а корейские ученые открыто заявляют о том, что от сегодняшней батареи завтрашний телефон будет работать месяц), то эта цифра уменьшится ещё раз в десять.

Литиевые батареи: прогресс в области анодных материалов - создание кремниевых структур с фантастической ёмкостью и нарастающий прогресс в катодной области (создание наноструктур соединений переходных элементов), позволяют предположить, что в ближайшее время, запас энергии в этих устройствах увеличится в разы.

Теперь к солнечным батареям уже сегодня 2D гетероструктурные p-n переходы, в качестве фотоэлемента, могут питать сотовый телефон, но это ведь ещё не предел, судя по притоку инвестиций в эту область. Уже сегодня мы можем сконструировать солнечный элемент с

максимумом поглощения в заданной области спектра, например, в той в которой, которая в течение суток падает на пользователя того или иного устройства.

Работы в области передачи электроэнергии без проводов успешно начал ещё Н. Тесла, сегодня не редко можно встретить новости подобного характера. «Завтра» источник питания не будет должен находиться рядом с потребляющим устройством - мы сможем поместить его туда, куда захотим!

Итак, продуктом будет гибридное устройство (микрочечатные фотоэлемент + литиевая нанобатарейка (наноразмерность элементов батареи позволит устремить время заряда к нулю - фактически электрохимический конденсатор)). Такой источник можно никогда не заряжать! Функционально пригодный и не заметен для собственного обслуживания!- разве не к этому мы шли?!

Конечно, заменить нынешние источники сразу он не сможет, но именно это хотели бы иметь проектировщики мобильной техники завтрашнего дня (вывод сделан из рекламных концепций производителей портативных устройств). Социальная значимость несомненна!- получить устройство, выполняющее свои функции и незаметное в обслуживании- мечта потребителя!

2. Маркетинг.

Сегодня энергетический кризис захлестывает ряд крупнейших стран. Руководство повсеместно ищет пути снижения расхода энергии. А что если мы держим в руках то, что дает энергию и вообще не потребляет её! Уже сегодня объём рынка химических источников тока превысил 50 млрд. долларов. Если литиевая батарея 5 лет назад была в диковинку, то сегодня каждый из нас постоянно использует несколько таких устройств.

Итак, несомненна разумность использования подобных гибридных устройств. А вот что касается цены:

Если мы захотим с нуля изготовить принципиальное высокотехнологичное устройство, то, конечно, его цена будет как у первого процессора, сделанного по новой технологии (миллионы долларов), цена на миллионный экземпляр упадет в сотни раз, а серийно устремится к себестоимости!

Развитость кремниевой, полупроводниковой промышленности и методы микрочечатного нанесения сыграет на руку- это уже сделано за нас!

Для снижения рисков необходимо будет начать с производства отдельных элементов устройств - микрочечатных фотоэлементов с и литиевых суперконденсаторов (электрохимический конденсатор планарной структуры последовательно соединенных пар анод- катод).

Аудитория потребителей - сначала - любители новинок электроники (а таких более чем достаточно), а в пределе все те, кто как-то потребляет электроэнергию. Как развитие проекта можно рассмотреть использование гибридных источников в сферах транспорта, медицины, спорта и конечно военных приложений.

К тому же, город наводнён всевозможными неподвижными электропотребляющими устройствами. Если днем энергия для них будет накапливаться, а ночью расходоваться - то это ещё множество применительных решений внедрения разработки

3. Научно - техническое обоснование проекта.

I. Новизна идеи.

Новизна идеи состоит в комбинировании приёмника фотоэнергии – фотоэлемента и аккумулятора энергии. Несомненно, не стоит исключать другие источники энергии – термоэлектрические (например, для медицины), магнитоэлектрические (для широких технических приложений) и т.д.

Так же на сегодня не реализовано хоть какое-то производство микрочипов с заданными характеристиками (фотоэлементов, с поглощением в заданной области и высокой и эффективностью; высокоэффективных литиевых батарей с заданной мощностью и под заданные условия работы – продолжительность, температура, механические нагрузки и т.д.). Что касается литиевых батарей - то технологически производство сколь-нибудь пригодных для использования источников высокой эффективности (на основе новых материалов) не создано вовсе.

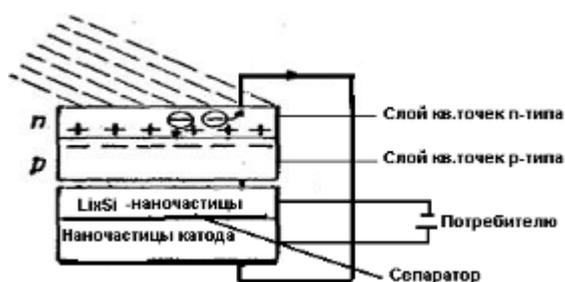
II. Фундаментальные естественно научные принципы, лежащие в основе создания продукта проекта. (Будут описаны на примерах материалов, которые предлагается взять за основу проекта)

Литиевая батарея - пространственно разделённые два электрода с высоким (катод) и низким (анод) потенциалом относительно металлического лития (самого высокоэлектropотенциального вещества в природе, достаточно маленького и достаточно большого для лёгкой интеркаляции в материалы электродов). Высокая ёмкость материалов электродов достигается за счет быстрой диффузии и обратимого внедрения в структуру материала ионов лития. Сегодня в качестве анодов наиболее перспективны материалы на основе наноструктурированного кремния (ёмкость ~4Ач/г - чуть меньше чем у самого металлического лития, прямое использование которого небезопасно), как катоды - великолепно заявили себя наноструктурированные соединения переходных металлов, которые за счёт огромной скорости диффузии и многоэлектронным переходам могут внедрить лития несколько раз больше, чем тот материал, что используется в каждой батарейке (до 0.7 Ач/г). Применение методов микропечати позволит в несколько раз

сократить время зарядки таких устройств и существенно увеличить мощность, а самое главное - позволит изготовить устройство с заданными функциональными характеристиками.

Фотоэлементы: р-n переход, эффективно поглощающий электромагнитное излучение, создавая ток и разность потенциалов. Последовательно соединенные такие устройства могут легко зарядить батарейку. Современными методами можно создать наночастицы (заданного размера) р и n- типа полупроводимости и реализовать фотоэлемент на двух наночастицах с фотопоглощением в заданной области спектра.

Микропечать позволит создать планарную структуру, состоящую из высокоэффективной нанобатарейки, соединенной с блоком фотоэлементов, поглощающих в заданной области спектра и, заряжая эту самую нанобатарею (см. рисунок).



Что такое НАНО? (2009)

1. Ответ 1. Ричард Фейнман провозгласил нанотехнологии в своей рождественской лекции уже почти полвека назад, сказав знаменитую фразу "Там, внизу, много места". Он, можно сказать, был "идеологическим" отцом нанотехнологического движения. Однако именно крестным отцом нанотехнология следует считать американского президента, который, как и полагается крестным отцам, вдохнул в фантазии реальные финансовые средства...
2. Ответ 2. Конечно, одна миллионная миллиметра - это одна миллионная от одной тысячной метра, то есть одна миллиардная метра или один нанометр, получается, что нанометр в один миллион раз меньше самого малого, миллиметрового, деления школьной линейки.
3. Ответ 1. Круглый фуллерен (около 0.75 нм в диаметре) наиболее близок по размеру к 1 нм. Молекула кислорода очень маленькая, ДНК, как полимер, слишком длинная. Кишечная палочка и лапка муравья просто огромны по сравнению с 1 нм... Пожалуй, в какой - то мере подходит и радиус квантовой точки, которая может быть всего несколько нанометров в поперечнике...
4. Ответ 4. Исторически считается, что приставка "нано" ("наннос") произошла от слова "карлик, гном", и это был греческий язык.
5. Ответ 4. Самый подходящий ответ заключается в том, что в нанобъектах, как правило, НЕТ повышенной концентрации дефектов (точечных или протяженных), а кристаллическая решетка, если речь идет о нанокристаллических материалах, очень совершенна, правда, с одной ОЧЕНЬ существенной поправкой... Главный дефект таких частиц - это большое количество поверхностных атомов с "оборванными" связями ("ненасыщенным" координационным числом). Это обуславливает повышенную химическую активность наночастиц. Для них также характерны туннелирование (своеобразная "телепортация", например, носителей заряда на ничтожно малые расстояния, "нанорасстояния"), квантование (например, "расщепление" энергетических зон на дискретные уровни), что приводит в ряде случаев (квантовые точки) к люминесценции при освещении (возбуждении) светом определенной длины волны. Ряд частиц, содержащих магнитные атомы, может притягиваться к магниту. Но во всех случаях нанобъекты стараются "избегать" дополнительных структурных дефектов (кроме поверхностных атомов), так как это делает нанобъекты еще менее стабильными (повышает так называемую свободную энергию системы, которая должна быть, на самом деле, минимальной,

чтобы система находилась в устойчивом состоянии и не стремилась во что -нибудь превратиться)...

6. Ответ 8. Больше всего подходит ацетилен - короткая молекула с тройной связью углерод - углерод C_2H_2 . Просто молекула. Углеродные нанотрубки, наноалмазы, квантовые точки - типичные "жители" наномира. Кассиев пурпур и платиновая чернь - очень дисперсные частицы металлов, соответственно, золота и платины (золь, если частицы распределены в жидкой среде, как в случае кассива пурпура). Мицеллы и липосомы - своеобразные "капсулы" (агрегаты), образованные полярными молекулами (амфифильными молекулами с длинным неполярным "хвостом" и полярной группировкой на его окончании). Вирусы имеют достаточно сложное строение, но по размеру вполне могут находиться в нанодиапазоне (быть меньше 100 нм).
7. Ответ 2. Однажды известных ученых - физик Максвелл придумал демона, единственной целью существования которого была сортировка молекул - горячих, холодных, одного или разного сорта... Согласно второму закону термодинамики "чудес не бывает", то есть энтропия (беспорядок) системы обычно возрастает за счет самопроизвольного "перемешивания" молекул - молекулы не будут самопроизвольно собираться в одном углу комнаты, чайник не замерзнет самопроизвольно на плите, кирпич сам не будет прыгать по столу... Демону Максвелла необходимо совершить большую работу над системой, чтобы отсортировать молекулы искусственно и тем самым уменьшить ее энтропию (степень беспорядка). Фактом своего гипотетического существования демон нарушает именно второй закон (но мог бы нарушить еще много чего, если бы выскочил, как чертик из табакерки).
8. Ответ 2. Могут существовать только частицы - янусы - наночастицы и их "сростки", сформировавшиеся в силу того, что при уменьшении размера частиц может изменяться их кристаллическая и молекулярная структура. В общем плане "янусы" - полифункциональные нанокомпозиты... Их название происходит от имени двуликого римского бога Януса.
9. Ответ 4. Предложил этот известный термин писатель - фантаст Эрик Дрекслер, написавший художественную книгу про нанороботов "Машины созидания". Примеры компьютерного творчества можно также видеть в вышедшем недавно фантастическом фильме "Бросок кобры".
10. Ответ 3. 29 декабря 1959 г. всемирно известный ученый, лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман прочитал в Калифорнийском университете

свою знаменитую рождественскую лекцию, из которой большинству известна только крылатая фраза «Гам, внизу, много места». Сам термин «нанотехнология» был предложен Норио Танигучи в 1974 г. В 1986 г. вышла книга Э.Дрекслера «Машины созидания: наступление нанотехнологической эпохи», в которой сознание неподготовленного читателя поражали нанороботы, запрограммированные на самовоспроизводство, которые были способны переработать всю доступную им материю и биомассу и стремительно превратить окружающий мир в «серую слизь» (Grey Goo).

11. Ответ 1. Академик И.В.Тананаев - крупнейший ученый нашей страны в области неорганической химии, химии редких и рассеянных элементов, аналитической химии и физико-химического анализа. Одним из важных предложений, высказанных им, является введение понятия о новой «координате» дисперсности, определяющей поведение, а также термодинамические свойства ультрадисперсных систем, что подтверждается многочисленными современными исследованиями. Так, одна из важнейших характеристик наносистем – площадь и состояние их поверхности, без этого часто невозможно адекватно рассматривать их поведение и эволюцию во времени.

Викторина очного тура Интернет-олимпиады (2009)

1. Ответ 4. Очевидно, это не знаменитый физик Фейнман, не фантаст Дрекслер, не декан ФНМ МГУ академик Ю.Д.Третьяков. Не академик Ребиндер, сделавший немало в области физикохимии дисперсных систем. Не Нобелевский лауреат академик Алферов, хотя именно он занимался пленочными гетеротруктурами, не имевшими, однако, прямого отношения к текущему вопросу теста. Это - член-корреспондент РАН В.Б.Алесковский, открывший простой и эффективный химический метод послойного осаждения (ALD - atomic layer deposition по западной номенклатуре).
2. Ответ 2. Датчики Холла широко известны и не связаны с анализом механических свойств наноматериалов, закон Мура обычно связывают с эволюцией производительности компьютеров, теорема Гиббса-Вульфа относится к анализу равновесной формы кристаллов, правило Данкова-Конобеевского определяет поведение дефектов в твердом теле, Стендаль тут совсем ни при чем. Остается, и это правильно, закон Холла-Петча, который описывает изменение механических свойств при изменении размера.
3. Ответ 3. Очевидно, если зонтик, ветровое стекло или днище автомобиля, покрытое антикоррозионным покрытием, не смачиваются водой, это хорошо, точно так же, если солнцезащитные очки совсем не запотевают. Наверное, антипригарное покрытие близко по функциям к антикоррозионному. Остается катодный материал. И действительно, если он не будет смачиваться электролитом, нормальной работы батарейки или аккумулятора ожидать не приходится...
4. Ответ 2. Гель, керамика, тонкая пленка имеют площадь, определяемую их геометрическими размерами. Микропористая пленка имеет поры микронного размера, в то время как ксерогель и аэрогель имеют поры значительно меньшего размера, причем в аэрогеле их, исходя из способа получения (сверхкритическая сушка и пр.), гораздо больше, в силу чего он должен быть и обычно является рекордсменом по площади поверхности, обусловленной наличием пористой структуры.
5. Ответ 1. Если справедливо считать, что в нанокристаллических материалах дислокаций - как протяженных дефектов - фактически быть не должно, и что изменение концентрации ПКС - экзотика, можно правильно предположить, что пластическая деформация будет происходить за счет зернограничного проскальзывания.

6. Ответ 3. Вариант с сорбцией излишка воды и улучшением макродиффузионных процессов стоит отклонить как явно бредовые. Армирование таким малым количеством нанотрубок вряд ли будет эффективно, сегрегация на границах зерен может просто пойти во вред, самый вероятный механизм влияния - воздействие на зародышеобразование фаз при схватывании цемента.
7. Ответ 6. Механоактивация, очевидно, приводит к увеличению концентрации микротрещин, дислокаций, прочих дефектов, вплоть до аморфизации фаз. Очевидно, что помол делается как раз для уменьшения размера частиц. И хотя намол при механоактивации происходит, это совсем не то же самое, что "увеличением концентрации микровключений", с которым механоактивация напрямую не связана.
8. Ответ 2. Разрешение ИК-литографии (если бы это вообще не было бы экзотикой) не позволяет эффективно получать планарные наноструктуры из-за достаточно большой длины волны инфракрасного излучения (около микрона).
9. Ответ 1. "Треугольники" отвечают наличию оси симметрии третьего порядка. Для кубической (гранцентрированной) структуры кремния это направление - 111 (и соответствующая плоскость).
10. Ответ 4. Проводник в конструкции транзистора на основе углеродной нанотрубки играет простейшую роль токовода. Хиральность нанотрубки может определять ее электрофизические характеристики. Через диэлектрический слой происходит инжекция носителей заряда, поэтому его толщину нужно контролировать. Тип проводимости полупроводника и длина углеродной нанотрубки также определяют функциональные характеристики транзистора.
11. Ответ 1. Для создания такого диода в нанотрубке необходимо создать дефект, в результате которого проводимость разных участков нанотрубки будет различна - как у металла и как у проводника, поэтому манипуляции со всей трубкой целиком желаемого результата не принесет, однако деформация различных частей одностенной нанотрубки может привести к созданию диода.
12. Ответ 1. Вопрос не о том, что Ииджима в 1991 г. опубликовал статью о нанотрубках и был признан их первооткрывателем, а о том, что углеродные нанотрубки были обнаружены в 1952 г. сотрудниками ИФХЭ РАН Л.В. Радушкевичем и В.М. Лукьяновичем («О структуре углерода, образующегося при термическом разложении окиси углерода на железном контакте», Журнал физической химии. 1952. Т.26, № 1. С. 88-95).

13. Ответ 3. Спинтроника, как известно, использует факт наличия у электронов (фермионов) спина, поэтому сверхпроводники, в которых присутствуют "бесспиновые" куперовские пары электронов или "дырок" (бозоны), совсем не подходят. Суперионные проводники с ионами как носителями заряда тоже совсем ни при чем. Ферроэлектрики (сегнетоэлектрики) и ферроэластики - материалы, разбивающиеся на домены под действием электрического поля или, соответственно, деформации. Система кубитов - неопределенная вещь, не говорящая ни о чем. И только ферромагнетики могут дать спин-поляризованные носители заряда, которые могут использоваться спинтроникой.
14. Ответ 1. Пленки OLED, обычная магнитофонная лента или DVD - диск содержат "грубые" элементы с достаточно широко варьирующимися размерами (или шероховатостью). Вряд ли даже упорядоченная пленка белка может быть стабильным и воспроизводимым по параметрам шаблоном для калибровки. Выбор между анодированным алюминием и мезопористым диоксидом кремния стоит сделать в пользу последнего, поскольку жидкокристаллические системы (упорядоченные мицеллы), использующиеся для его получения в качестве темплата, имеют вполне подходящий размер около 10 нм, который связан с наличием на фазовой диаграмме вполне определенной (по строению, структуре) жидкокристаллической фазы, в то время как морфология пористого оксид алюминия в гораздо большей степени зависит от условий проведения эксперимента.
15. Ответ 4. До сих пор в ставших уже классическими конструкциях лучшие результаты показывала платина.
16. Ответ 2. Химический потенциал СИСТЕМЫ - неверное сочетание, может быть (по определению) химический потенциал КОМПОНЕНТА (и пр.). Изменение энтропии или энтропии, в общем случае, не описывает поведение системы в целом, для этого сконструирован специальный термодинамический потенциал - свободная энергия (энергия Гиббса), поэтому верен ответ, приравнивающий максимальную (это тоже важно) полезную работу, совершенную системой над внешними телами, уменьшению энергии Гиббса системы.
17. Ответ 3. При уменьшении размера частиц фазы алмаза ниже 5 нм при комнатной температуре образуется икосаэдрический алмаз - нанокластеры, которые не могут быть «уложены» в плотную трехмерную структуру.
18. Ответ 1. Только не алмаз! Графит несколько стабильнее алмаза и это является верным ответом. Все "наноформы" не могут рассматриваться как стабильные

- формы хотя бы из-за высокой площади их поверхности и наличия большого количества "поверхностных" атомов. Карбин является полимером с чередующимися ненасыщенными связями.
19. Ответ 3. В принципе, многие из этих ПАВ могут формировать упорядоченные слои и другие упорядоченные структуры, однако только тиолы используются в "штатном" режиме для "самосборки" монослоев, поскольку золото имеет особое сродство к халькогенидам (сере) и длинноцепочечные тиолы легко "прививаются" к поверхности золота.
20. Ответ 4. Разветвленные и неразветвленные алканы отличаются по размеру и селективность при гидрокрекинге будет определяться размером (в ряде случаев - и формой) структурных полостей цеолита.
21. Ответ 3. Изменение квазижидкой фазы на нанокристаллическую - бред. На самом деле, достижение зародышем критического размера ЕЩЕ не означает, что он не может раствориться, просто дальнейшее увеличение размера сопровождается уменьшением энергии Гиббса, и лишь потом (при несколько большем, чем критический, размере) он самопроизвольно растет.
22. Ответ 3. Эволюция ассоциаты точечных дефектов может привести к зарождению новой фазы, при котором диффузионные процессы играют существенную роль, а при рассогласовании параметров новой фазы и матрицы могут естественным образом возникать упругие напряжения. В меньшей степени может сказываться изменение уровней Ферми фаз, которое может происходить независимо при формировании новой фазы.
23. Ответ 3. Кристаллы бактериородопсина, действительно, получали графоэпитаксией, хотя никак нельзя ожидать, что белок, даже такой неприхотливый, можно осадить в виде пленки из газовой фазы или путем какого-то диализа (чего?)... Высаливание кристаллов белка из раствора - надуманный способ, обычно используют совсем другие модификации метода. Вряд ли такая большая молекула будет формировать самособирающиеся монослои. Остается стандартный метод Лэнгмюра-Блоджетт, который может быть использовать для указанной цели.
24. Ответ 2. Молекула кислорода - парамагнитна и ее основное состояние - триплет (T). "Синглетный кислород" (S) является химически более активным возбужденным состоянием.
25. Ответ 1. Про эффект Яна-Теллера здесь совсем не к месту. Схема Рассела-Саундерса, или схема LS-связи, исходит из предположения, что спин-орбитальное взаимодействие может учитываться после того, как все орбитальные моменты

- суммируются в результирующую сумму L , а все спиновые моменты - в некоторую сумму S .
26. Ответ 1. Фосфоресценция, люминесценция, флюоресценция - конечно, излучательные переходы, что-то обычно излучается и при (других) электронных переходах, а также при комбинационном рассеянии (Раман-спектроскопия). Только внутреннюю конверсию можно отнести к безызлучательным переходам.
27. Ответ 1. Несомненно, это многие катионы РЗЭ - элементов (Tb).
28. Ответ 1. Наверное, с большой натяжкой можно гипотетически предположить, что нанофлуктуации состава могли бы останавливать движение дислокаций и как-то упрочнять материал, но в данном конкретном примере они, в первую очередь, являются центрами пиннинга вихрей Абрикосова, причем достаточно эффективными.
29. Ответ 1. Конечно, работа на соляной или аскорбиновой кислоте - это, скорее, фантастика. Сами молекулярные моторы могут состоять и состоят из биополимеров. Этанол в организме не выполняет функцию "топлива", а вот если выбирать между глюкозой и аденозинтрифосфатом, то стоит отдать предпочтение более универсальному энергетическому агенту - АТФ.
30. Ответ 3. Из перечисленных реагентов лишь плавиковая кислота эффективно растворяет диоксид кремния и используется для получения пористого кремния.
31. Ответ 3. Применением оже-излучения, ультрафиолета и асферической оптики тут ни при чем. Игла СЗМ, покрытая люминофором, и когнитивная ("распознавательная") обработка изображения относятся к категории бреда. Ответом (как пояснялось в задаче на заочном туре) является применением отверстия в непрозрачном экране размером много меньшим, чем длина волны.
32. Ответ 2. ... использованием наночастиц золота и плазмонного резонанса, остальные варианты не подходят.
33. Ответ 4. Размер и анизотропия наночастиц существенно влияют на частоту плазмонного резонанса. На влиянии модификаторов поверхности на эту частоту основано использование наночастиц в чувствительных оптических сенсорах. В определенной степени давление и температура могут оказывать влияние на плазмонный резонанс. А вот влияние того, чего обычно не бывает в наночастицах - точечных дефектов и центров окраски - можно отметить как несущественное.
34. Ответ 1. В крипандах, электридах и фуллеридах имеет место достаточно сильная связь (донорно-акцепторная или связанная с кулоновским взаимодействием со "свободными" носителями заряда). В СВГ (соединениях внедрения в графит), как

- правило, существуют заряженные слои и компоненты, многие из них вообще "солеподобны". Остаются клатраты с вандерваальсовыми взаимодействиями и... так называемые "соединения без химической связи" (катенаны, ротоксаны), в пользу которых и следует сделать вывод.
35. Ответ 4. Области когерентного рассеяния могут отделяться друг от друга практически любыми протяженными дефектами (для блоков мозаики кристаллитов это обычно дислокационные стенки), но не точечными.
36. Ответ 4. Положение выходов дислокаций на подложке фиксировано и вряд ли это инициирует самоорганизацию. Эпитаксиальный рост исключает шероховатость (то есть само наличие островков - квантовых точек). А вот если есть рассогласование параметров пленки и подложки, то становится возможной реализация роста пленок не по чистому механизму послойного осаждения, а по механизму Странского-Крастанова. В этом случае образуются островки - квантовые точки...
37. Ответ 1. Альбумин - обычный яичный белок, казеин содержится в сыре (и то, и другое мы обычно ежедневно едим). Бактериородопсин - "фоточувствительный" белок. Трипсин - фермент класса гидролаз, расщепляющий пептиды и белки. Миоглобин - кислород-связывающий белок скелетных мышц и мышцы сердца. Нам нужен кинезин, именно он используется в "молекулярных моторах".
38. Ответ 6. Изменение трибологических характеристик подложки или заряда двойного электрического слоя тут ни при чем. Наверное, при использовании лазерного излучения в среде создаются градиенты температур и микроконвективные потоки, а также локально изменяется плотность среды. Может также возбуждаться (ну и что?) и сам объект перетаскивания. Однако основной вклад в действие оптического пинцета оказывает действие градиентных сил давления света.
39. Ответ 3. Самосборка КРЕМНИЕВЫХ микросфер и химическое осаждение из газовой фазы в данном случае выглядят достаточно экзотическими методами, как и электронно-лучевая эпитаксия (а что это в данном случае могло бы быть?). Наноиндентирование, и, аналогично, сверление "дырочек" лазерными импульсами трудно применимы и не позволяют достичь нужного результата. А вот электрохимический способ чрезвычайно эффективен.
40. Ответ 3. Метаматериалы имеют не положительный, а отрицательный коэффициент преломления - и в этом их специфика.
41. Ответ 5. Наверное, для металлов не стоит в данном случае говорить об экситонах. Речь не идет о "поверхностных" фотонах. Наверное, особого интереса в данном

- случае не представляют и тепловые колебания. Как в задаче, ответ должен быть связан с плазмонами (плазмон-поляритонами).
42. Ответ 1. Совершенной нелепицей выглядит реакция с образованием интерметаллидов или сульфидирование поверхности золота. Диапазоны длин волн излучения и поглощения квантовых точек и наночастиц металлов лежат в разных областях и все совершенно поглотиться не может. А вот резонансная передача энергии (FRET), как известно, способствует гашению квантовых точек (и это было в задачах).
43. Ответ 1. Два последних ответа - бред. Из трех первых нужно выбрать самый первый.
44. Ответ 2. В ваннах ЛБ обратная связь (изменение площади свободной поверхности жидкости с ПАВ) создается как раз для того, чтобы при вытягивании пленки двумерное давление оставалось постоянным, а морфология пленки была совершенной.
45. Ответ 2. Речь идет о том, что все процессы зародышеобразования требуют преодоления активационного барьера для формирования новой границы раздела при образовании новых фаз, поэтому расстекловывание, рекристаллизация перитектоидный распад и СВС не могут рассматриваться как "безактивационные". Оствальдовское старение связано с изменением распределения частиц (часто - одной и той же фазы) за счет растворения мелких и роста более крупных. Естественно, только спинодальный распад, связанный с самопроизвольным "усилением" флуктуаций состава, формирующих на конечной стадии смесь фаз, отвечает поставленному условию.
46. Ответ 5. Конечно, в состав липосом входят фосфолипиды. Входят также холестерин, лецитин, ПЭГ, дофамин не входит.
47. Ответ 1. Бактериородопсин не преобразует для внешнего наблюдателя одну длину света в другую, не работает в качестве "морлекулярного мотора" и не вырабатывает поток электронов при облучении, однако этот белок может вызывать перенос протонов из клетки во внешнюю среду под действием света.
48. Ответ 2. Бактериородопсин - сам по себе пурпурный белок, поэтому максимум поглощения у него не может быть "пурпурным". Он может поглощать и в ИК, и в УФ и в МВ областях, однако максимум поглощения все же приходится на 570 нм. (зеленый цвет).
49. Ответ 5. Эффект Джозефсона (туннелирование куперовской пары через диэлектрическую прослойку), отсутствие сопротивления, диамагнетизм

- фундаментально являются признаками сверхпроводящего состояния, в котором реализуется бозе-конденсация и образование "бесспиновых" пар - носителей заряда. Для сверхпроводников второго рода требуется также наличие центров пиннига вихрей Абрикосова. Поэтому только "горячая точка", образующаяся, когда в нормальной, несверхпроводящей, фазе начинает выделяться джоулево тепло при протекании большого тока, не является признаком сверхпроводящего состояния.
50. Ответ 3. Эффекты Джозефсона (туннелирование сверхпроводящих носителей заряда через диэлектрическую прослойку), эффект Яна - Теллера (снятие вырождения), сенсбилизация не имеют никакого отношения к рассматриваемому вопросу, как, собственно, и резонансный перенос энергии. Безызлучательный перенос энергии - нечто не вполне определенное в данном случае, а конкретный механизм - термоионная эмиссия Ричардсона-Шоттки.
51. Ответ 2. Ферромагнитная проволока в мезопористой матрице и гетероструктуры для гигантского магнетосопротивления (чередование слоев), конечно, относятся к композитам и нанокompозитам. В наночастицах ядро-оболочка ядро и оболочка имеют разный состав, следовательно, их формально можно считать различными фазами, а такие частицы - нанокompозитами. Частицы - янусы представляют собой композит из двух различных по свойствам фаз, которые "склеены" друг с другом "с разных сторон" (двуликий Янус), то есть это тоже нанокompозиты. Полупроводниковые лазеры представляют собой подложку (одна фаза), на которую нанесены слои или островки полупроводника (другой фазы), это можно считать нанокompозитом для определенного класса устройств. А вот фотонные кристаллы (не путать с коллоидными кристаллами и сверхрешетками) имеют размер элементов, сопоставимый с длинами волн видимого света или ИК-излучения, то есть в лучшем случае являются МИКРОкомпозитами.
52. Ответ 2. Аэрогель - нанопористый материал, то есть может рассматриваться как система твердое вещество - газ (находящийся в порах), аэрозоль, как и туман, - капли жидкости, распределенные в газовой фазе, для близкой к ним взвеси твердых частиц и жидких капель в воздухе существует название "смог". Зыбучий песок - известная тиксотропная коллоидная система. И только аэросил представляет собой "просто" высокодисперсный диоксид кремния...
53. Ответ 4. Эффекты Зеебека, Пелтье и Томсона определяют в совокупности функционирование термоэлектрика, закон Ома применим тоже, поскольку термоэлектрик - не сверхпроводник. Лишний - Шоттки...

54. Ответ 2. Для парамагнитных и суперпарамагнитных частиц понятие "коэрцитивная сила" имеет мало смысла. Монокристаллические и поликристаллические частицы могут быть полидоменными, поэтому реальный выбор можно делать между полидоменными и монодоменными частицами. Монодоменные частицы (если они, конечно, не дошли до суперпарамагнитного предела по размеру) должны иметь максимум коэрцитивной силы.
55. Ответ 4. Самый бессмысленный ответ - оксид корунда ("оксид оксида алюминия"), это несуществующий термин. В процессе анодирования алюминий окисляется, поэтому стенки пор анодированного алюминия не могут состоять из чистого алюминия. Более того, вряд ли они монокристаллические (монокристаллический лейкосапфир отпадает, хотя это название одной из форм оксида алюминия). Реальный выбор следует делать между корундом (альфа-оксидом алюминия), гамма-оксидом алюминия и аморфным гидратированным оксидом алюминия. Последнее - самое правильное, поскольку процесс обычно происходит в водной среде при температурах ниже комнатной.
56. Ответ 3. Варианты ответов с использованием обратного осмоса и ПАВ, строго говоря, - откровенный бред. Электропорация и инъекция - инвазивные методы. Ключевое слово - эндоцитоз, "заглатывание" нанообъекта, конъюгированного с антителом. В этом случае клетка сохраняет свою целостность, а квантовая точка целевым образом доставляется в клетку.
57. Ответ 3. Хотя все приведенные элементы являются лантанидами, выбор между иттербием, тербием, прометием, самарием, тулнием и неодимом, следует, конечно, сделать в пользу прометия как единственного РАДИОАКТИВНОГО элемента данного семейства, который не встречается в природе и был получен лишь искусственно (в 1945 г.).
58. Ответ 2. Очевидно, использование рентгенофазового анализа (РФА) и тем более (это бред) анализ размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) ничего хорошего не дадут. При чем тут ЯГР (ядерная гамма-резонансная или Мессбауэровская спектроскопия) или ЯКР (ядерный квадрупольный резонанс) - непонятно. А среди ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и спектроскопии комбинационного рассеяния (СКР или Раман-спектроскопия) следует выбрать второе. СКР позволяет, в силу известных особенностей спектров, определить (даже) диаметр и тип хиральности ОУНТ.
59. Ответ 3. Ответ очевиден из расшифровки аббревиатуры, ВКВС - это высококонцентрированные вяжущие СУСПЕНЗИИ...

60. Ответ 4. Подложка не должна изменять свойства клетки, поэтому не должна наблюдаться индукция изменений морфологии и мембранного потенциала клеток.

Тест "Химическая технология и физико - химия наноматериалов" и прием решений по конкурсу "Трансмутация" РХТУ им. Д.И.Менделеева (2010)

1. Ответ 2. С тиолами. Самособирающиеся монослои формируются с использованием тиолов.
2. Ответ 1. На «кусты». Дендримеры - очень "ветвистые" молекулы и больше всего "похожи" на "кусты" или ветки "деревьев".
3. Ответ 1. При разделке его на золотые кубики со стороной 10 нм. Поскольку пластинки можно порезать на иглы, а иглы подрубить на множество кубиков, то именно расчленение куба на кубики даст наибольшую площадь поверхности.
4. Ответ 2. Контролируемо изменить их оптические свойства. При получении квантовых точек типа "ядро - оболочка" обычно пытаются контролируемым образом изменить время жизни носителей, длину волны возбуждения и люминесценции.
5. Ответ 3. Это делают для лучшего "сцепления" с полимером.

Тест "Вездесущий углерод" и прием решений по конкурсу "Изобретаем велосипед ... 22 века" компании "Байер" (2010)

1. Ответ 3. В механонагруженных узлах в составе композитных материалов. Если Вы смотрели предложенные дополнительные материалы, то однозначно поймете, что углеродные нанотрубки (особенно одностенные) хороши для создания высокопрочных композиционных материалов.
2. Ответ 2. Нагрева в окислительной атмосфере. В окислительной атмосфере, содержащей кислород (нижних слоях атмосферы), в результате какого - либо нагревания нанотрубки могут окисляться вплоть до углекислого газа.
3. Ответ 1. Такая конструкция легче, прочнее и поэтому лопасти могут иметь больший размах.
4. Ответ 4. Алюминий. Это был алюминий - легкий и дешевый металл, легко получаемый в виде порошка и при спрессовывании с 5% нанотрубок дающий высокопрочный и очень легкий нанокompозит.
5. Ответ 4. Одностенные углеродные нанотрубки. Стоит использовать **ОДНОСТЕННЫЕ** углеродные нанотрубки, у которых соотношение масса / прочность лучше всех.

Тест "Видеомания" и прием решений по конкурсу "Нанотехнологии 20 лет спустя" передачи "Доброе утро, Россия" (2010)

1. Ответ 2. Конечно, телеканал "Россия!".
2. Ответ 3. Главная страница сайта <http://www.utro-russia.ru/> чаще всего содержит видеорепортажи, встречи и интервью о нанотехнологиях.
3. Ответ 4. А.М.Негру был лучшим со своим сценарием видеоролика и, собственно, самым видеороликом о том, что такое нанотехнологии.
4. Ответ 3. 25 кадров в секунду.
5. Ответ 6. Форсайт - это произношение англоязычного термина foresight - предсказание, предвидение. Этот подход используется, в частности, для построения "дорожных карт" развития nanoиндустрии.

Тест "Квантовый подход" и прием решений по конкурсу "Квантовый эффект" журнала "Квант" :-)) (2010)

1. Ответ 3. Это один самых известных физико - математических журналов.
2. Ответ 2. Квант в физике - это неделимая порция чего - то...
3. Ответ 3. Вопрос провокационный. Если демона Максвелла не существует, то нет и самого явления...
4. Ответ 3. Если внимательно просмотреть ветку знаний "Квантовый подход", становится очевидным, что Нобелевский лауреат Крото вряд ли публиковался в "Кванте", а остальные были...
5. Ответ 4. Конечно, "игла" сканирующего зондового микроскопа смогла поштучно "собрать" такую структуру.

**Тест по курсу "Нанохимия, самосборка и наноструктурированные поверхности"
(прием решений по конкурсу демонстрационных нанотехнологических опытов)
(2010)**

1. Ответ 4. Конечно, это магнетит Fe_3O_4 (Fe_2O_3). Во - первых, он достаточно легко получается растворными методами, а во - вторых, обладает наибольшей намагниченностью (насыщения) по сравнению с другими перечисленными собратями.
2. Ответ 2. Имеется в виду каталитическое окисление аммиака оксидом хрома (III), полученным разложением бихромата аммония, в результате которых происходит разогрев частиц (вплоть до свечения) за счет энергии реакции и "вынос" их вверх - за счет возникновения конвективных потоков.
3. Ответ 3. Пирофорное железо, вспыхивающее на воздухе красивыми искрами, получают разложением оксалата железа в закрытой пробирке.
4. Ответ 5. Конечно, это "коллоидный раствор" наночастиц золота, которые можно, например, получить восстановлением "золотой кислоты" хлоридом олова (II).
5. Ответ 1. Свечение "жирорастворимых" квантовых точек, изображенных на рисунке, связано с их люминесценцией, длина волны которой зависит от размера квантовых точек.

Тест "Кое-что о нанoeлектронике" и прием решений по конкурсу "Бит или не бит - вот в чем вопрос" компании Интел (2010)

1. Ответ 6. Кремниевая микроэлектроника пока что основана на использовании полупроводниковых свойств кремния и гетероструктур на его основе.
2. Ответ 1. В качестве high k - диэлектрической прослойки в микроэлектронике для создания процессорных и запоминающих устройств используют диоксид гафния.
3. Ответ 6. Легирование кремния дает возможность создавать "примесные уровни" и контролировать тип и концентрацию доминирующих носителей заряда.
4. Ответ 5. Для создания элементной базы нанoeлектроники планируется использовать углеродные нанотрубки, например, располагая их между истоком и стоком полевого транзистора.
5. Ответ 6. Ультрафиолетовая литография в настоящий момент позволяет получать в промышленном масштабе структуры и устройства с максимальной степенью миниатюризации.

Тест по курсу "Мир нанотехнологий" (прием решений по конкурсу эссе "Лаборатория знаний" издательства Бином и ФНМ МГУ) (2010)

1. Ответ 1. Конечно, это наука о единстве и точности измерений.
2. Ответ 4. Поверхностно - активные вещества помогают нам мыть и получать самособирающиеся наноструктуры, из них состоит мыло (например, это соли длинноцепочечных жирных кислот).
3. Ответ 3. Это графен. А фуллерен недорос до наноматериалов, это - молекула! А углеродные нанотрубки - "всего лишь" по-разному скрученные графеновые листы. А графит - "пачки" графеновых листов, "сшитых" металлической связью.
4. Ответ 3. Квантовые точки - это наноразмерные кристаллики полупроводников. ВСЕ из перечисленных выше веществ, КРОМЕ диоксида кремния в форме кварца ("стекла"), относятся к таковым и поэтому из них можно "сделать" квантовые точки.
5. Ответ 3. Подобно изображенным на фотографии микроскопическим скелетам, неорганический каркас диатомовых водорослей имеет наноразмерные упорядоченные элементы и поэтому наноструктурирован.

Тест по курсу "Методическая работа в области нанотехнологий" (прием решений по конкурсу учителей Рособразования) (2010)

1. Ответ 1.
2. Ответ 3. Победители IV Интернет - олимпиады по нанотехнологиям из числа абитуриентов этого года в качестве максимальной льготы могут иметь право поступление в ВУЗы без экзаменов.
3. Ответ 4. Это сайт www.rsr-online.ru
4. Ответ 4. В русском языке точный перевод термина nanoscience (нанонаука) не прижился, поэтому используют термин "фундаментальные основы нанотехнологий".
5. Ответ 9. Знаменитый академик В.И.Арнольд занимается математикой - царицей наук и до сей поры не был вовлечен в формирование nanoиндустрии.

Тест по курсу "Работа на современном аналитическом и синтетическом оборудовании" (прием решений по конкурсу "Прозондируем наномир" компании НТ МДТ) (2010)

1. Ответ 3. Балка (кантилевер) - наиболее уместная аналогия.
2. Ответ 4. Анизотропное травление кремния используется для утонения игл СЗМ.
3. Ответ 1. Конечно, для визуализации магнитных доменов в пленке следует использовать магнитную силовую микроскопию.
4. Ответ 2. Следует использовать сегнетоэлектрик ЦТС - цирконат - титанат свинца.
5. Ответ 3. Имеется в виду туннелирование носителей заряда между поверхностью образца и иглой сканирующего туннельного микроскопа.

Тест "Лекции и видеоматериалы Научно-образовательного Центра МГУ по нанотехнологиям" и прием решений по конкурсу "Дедал и Икар" группы ОНЭКСИМ (2010)

1. Ответ 3. Несмотря на то, что во всех перечисленных выше фильмах - хитах (даже в Смешариках!) упоминаются нанотехнологии, в блоге группы ОНЭКСИМ наиболее активно обсуждался "Бросок кобры": " В фильме "Бросок кобры" без нанотехнологий уже будущего нет, а посему они везде - и в пластической хирургии (!), и в военных, и психотропных разработках..."
2. Ответ 1. В качестве эффективного электрокатализатора в водородных топливных элементах выступают обычно наночастицы платины, "атомизирующие" молекулы водорода.
3. Ответ 4. Применения наночастиц золота обычно связаны с медициной, сенсорикой и основаны на сочетании их биосовместимости и плазмонного резонанса, возникающего для этих наночастиц (при уменьшении размера). Хотя и многое другое, что говорят, - чистая правда.
4. Ответ 2. Квантовые точки чаще всего используют как "антенны" (фотосенсибилизаторы) для увеличения эффективности работы солнечной батареи.
5. Ответ 5. Инверсная заселенность уровней, возникшая в результате "накачки", позволяет получать лавинообразное испускание цугов (когерентных "пачек" квантов света) и мощное свечение светодиода.

Тест "Избранные главы нанохимии и функциональные наноматериалы" и прием решений по конкурсу "Академический подход" РАН (2010)

1. Ответ 3. Для таких больших расстояний будут продолжать действовать относительно слабые взаимодействия - ван-дер-ваальсовы, а также, возможно, водородные связи.
2. Ответ 3. Критерием является соотношение боровского радиуса экситона (квазичастицы, электрон - дырочной пары) и размера частицы (наночастицы), который вызывает квантово - размерные эффекты в квантовой точке.
3. Ответ 5. Стеклокерамика представляет собой композит, который может содержать не только аморфную (стеклообразную) матрицу, но и кристаллические "включения" (ультрадисперсные кристаллические области), что позволяет считать ее в ряде случаев наноматериалом (нанокомпозитом).
4. Ответ 2. Нанofлуктуации состава и другие дефекты (ультрадисперсные включения и пр.) могут как иметь размер менее 100 нм, так и предопределять основные функциональные свойства материала (плотность критического тока ВТСП - материала). Выполнение обоих условий позволяет считать этот материал наноструктурированным (или нанокомпозитом).
5. Ответ 3. Это было предложение ввести новую координату "дисперсности", существенно модифицирующую свойства твердых тел.

Тест "Видеолекции по инновационным подходам в материаловедении" и прием решений по конкурсу Совета Федерации "Нанотехнологии - малой Родине" (2010)

1. Ответ 3. Внедрение новых технологий и принципов может привести к росту благосостояния и поэтому может считаться инновациями.
2. Ответ 2. Лицензия является лишь формой разрешения (на определенный тип деятельности) и в наименьшей степени может относиться к интеллектуальной собственности.
3. Ответ 2. Алхимия не может относиться к высоким технологиям из - за нереалистичности своих основных постулатов.
4. Ответ 7. Нанотехнологии - междисциплинарная область знаний, и только мифология в наименьшей степени вносит продуктивный вклад в ее развитие.
5. Ответ 1. Лазерная указка содержит полупроводниковый лазер, который, в свою очередь, связан с технологией получения полупроводниковых гетероструктур. Это одна из инновационных (и глубоко фундаментальных одновременно) разработок, за которую академик Ж.И.Алферов был удостоен Нобелевской премии по физике.

Тест "Богатство наномира" и прием решений по конкурсу "Наночки" (2010)

1. Ответ 1. Это коллаж двух изображений электронной микроскопии. Цветочки - серебро с диаметром пластинок 200-250 нм. Листочки-стебелечки -- ржавчина, наиболее вероятно близкая к гётиту, с толщиной "зерен" порядка 20 нм. Оба типа частиц умело получены Николь Каткарт. Электронная микроскопия выполнена в Центре Микроскопии Наноструктур университета Торонто.
2. Ответ 5. Слой углеродных нанотрубок (электронная микроскопия, раскраска изображения, коллаж). "Углеродная нанотравка (тоненькая, двуслойная) растет и зеленеет на карбиде кремния, когда солнышко хорошо пригреет (т.е., при довольно высоких температурах), но зато без всяких удобрений (катализаторов). Рецепт роста описан тут: Z. G. Cambaz, G. Yushin, S. Osswald, V. Mochalin, Y. Gogotsi, Noncatalytic Synthesis of Carbon Nanotubes, Graphene and Graphite on SiC, Carbon 46 (6) 841-849 (2008)"
3. Ответ 4. Обыкновенное чудо - песчинки. Увеличение: 100 крат. Поляризованный свет. Правда, к нанотехнологиям имеет очень далекое отношение. Но красиво!
4. Ответ 2. Это оксидные нанотрубки, формирующие скол пленки пористого диоксида титана, синтезированного методом анодного окисления металлического титана.
5. Ответ 1. Наноматериалы обладают большой площадью поверхности, которая предопределяет их многие свойства.

Тест "Азбука нано" и прием решений по конкурсу основных нанотехнологических терминов РОСНАНО (2010)

1. Ответ 3. Лауреат Нобелевской премии по ФИЗИКЕ, автор известного в нашей стране учебника (курса) "Фейнмановские лекции по физике" профессор Ричард Фейнман был, конечно, ФИЗИКОМ.
2. Ответ 3. Лауреат Нобелевской премии по физике академик Ж.И.Алферов занимался и занимается исследованием полупроводников и гетероструктур, которые могут найти свое применение в светоизлучающих элементах, солнечных батареях нового поколения, микро - и наноэлектронике.
3. Ответ 2. Связи между атомами углерода в углеродной нанотрубке являются, конечно, ковалентными.
4. Ответ 2. Самосборка и самоорганизации - важнейшие фундаментальные подходы при получении наноструктурированных материалов.
5. Ответ 3. "Зеленая слизь", названная по аналогии с "серой", состоит из вирусов, которые могут "размножаться" в организме хозяина, однако не могут этого делать сами по себе. Многие вирусы по размеру вполне соответствуют нанодиапазону и могут рассматриваться как своеобразные биологические "наномшины".