

Теоретический заочный тур для студентов, аспирантов, молодых ученых

Регистрация http://www.nanometer.ru/userc_u3.html

Лекции <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=221854>

Страница Олимпиады http://www.nanometer.ru/olymp2_o5.html

ИНСТРУКЦИЯ (прочтите внимательно)

В отличие от предыдущих лет, теоретический заочный тур для студентов, аспирантов, молодых ученых рассматривается как "теоретическая" секция "энциклопедистов", равноправная среди других направлений, на которые можно подать свои творческие или (специализированные) научно - исследовательские работы:

Конкурс: [Творческие работы](#)

Конкурс: [Работы всех участников по теме "Социальные аспекты нанотехнологий"](#)

Конкурс: [Учебно - методические работы учителей, преподавателей и других участников](#)

Конкурс: [Функциональные наноматериалы \(НИР\)](#)

Конкурс: [Синтез и анализ нанообъектов \(НИР\)](#)

Конкурс: [Конструкционные наноматериалы \(НИР\)](#)

Конкурс: [Фотоника и нанофотоника \(НИР\)](#)

Конкурс: [Экология, наномедицина, нанобиотехнологии \(НИР\)](#)

Конкурс: [Альтернативная энергетика \(НИР\)](#)

Конкурс: [Углеродные наноматериалы \(НИР\)](#)

Конкурс: [Нанофизика, наноэлектроника \(НИР\)](#)

Призеры и победители теоретического заочного тура по общей сумме баллов (задания тура даны ниже) получают индивидуальную поддержку Оргкомитета для участия в очном туре.

ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАНИЙ НЕ ЗАБЫВАЙТЕ НАЖИМАТЬ КНОПКУ "СОХРАНИТЬ", чтобы не потерять решение (как описано ниже). Графически все [описано здесь](#). Любой участник может решать любые задания. В конце тура будет получен сводный рейтинг участников по всем решенным ими задачам.

Особенности этого задания:

- в качестве разминки Вы можете посмотреть доступные Вам [Лекции](#);
- совсем **не обязательно** решать ВСЕ задачи, и даже каждую задачу можно решить **частично**, получив баллы только за то, что на что правильно ответили, для этого нужно выбрать верные ответы на

предлагаемые вопросы (а потом написать Ваше решение в файл Ваших ответов и позже загрузить этот файл на сайт, кнопка загрузки - ниже); решайте в любом порядке и с любого места, но осмысленно;

- решение оформляется и отсылается **только** в электронном виде, как описано ниже (электронную почту просьба не использовать)
- подписывать решения **не надо**, участник известен по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве **участника (просто логин и пароль пользователя может не работать, Вы должны быть зарегистрированы именно на олимпиаду)**.
- В форме теста представлены **полноценные задачи**, требующие обоснования решения и расчетов, которые Вы можете прикрепить в виде сводного файла со всеми решениями и комментариями, отметив одновременно в приведенной ниже викторине нужные варианты ответов - автоматическая проверка сразу выявит сильных участников, баллы которых будут откорректированы после проверки файла с решениями.
- задачи, в целом, имеют свою специфику: в начале идут задания по функциональным наноматериалам и нанохимии, затем нанофизика, нанобиотехнологии и инженерные (технологические) задачи.

Отвечать на вопросы викторины можно в любое время **с 15 февраля по 6 марта**, в течение этого срока можно неоднократно исправлять свои решения и ответы на вопросы. Прием решений закончится в полночь с 6 на 7 марта (время московское), поэтому последняя на тот момент версия и будет автоматически Вашим окончательным решением. Если участник претендует на победу, он **ОБЯЗАН** приложить электронный чистовик своего оригинального, детализированного решения, **ПОДТВЕРЖДАЮЩЕГО** высокие результаты прохождения автоматизированного теста, для окончательного решения жюри будет анализировать именно файл с решениями. Если будут обнаружены идентичные задания, баллы за них будут резко снижены без предварительного уведомления участника.

Как пройти тест и загрузить работу?

При ответах на викторину для каждого вопроса Вы выбираете один из предложенных ответов (он может оказаться правильным или неправильным, об этом Вы узнаете позже, после завершения тура). Для загрузки файла решения (или архива файлов) в самом низу есть окошко и кнопка "ОБЗОР" (это **именно** для загрузки файла решения по этому туру, который нужно выбрать с Вашего [компьютера](#), затем необходимо нажать кнопку "СОХРАНИТЬ", чтобы все загрузить и сохранить ответы на вопросы викторины). Результаты викторины (ответов на вопросы) и результаты ручной проверки ответов на задания **суммируются** ("ручная" проверка членами жюри **после** 7 марта). Ответы на задания этого теста будут доступны после 5 марта. Загружать файл и изменять порядок Ваших ответов можно многократно, вплоть до окончания срока

приема работ конкурса (6 марта). Последняя версия и будет окончательно принятой на конкурс работой.

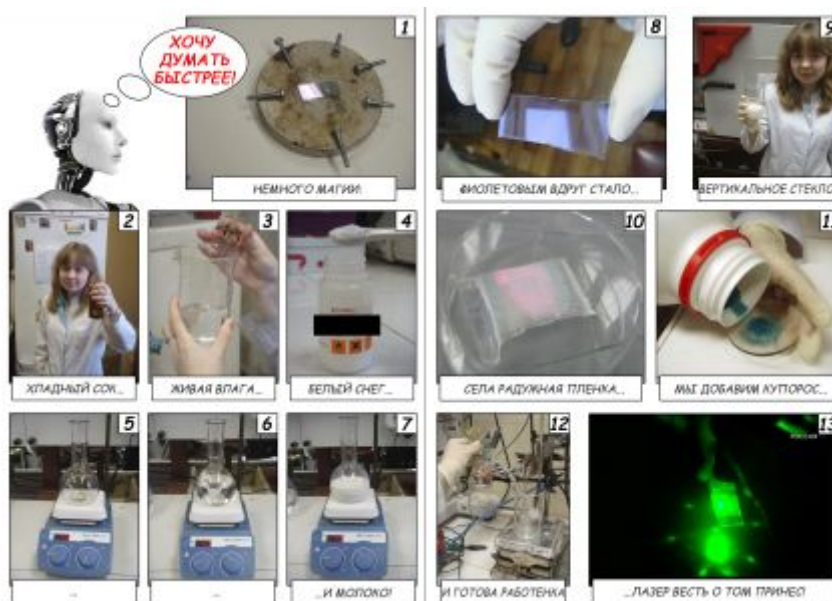
Как правильно оформить ответы на задания олимпиады?

Решение заданий олимпиады Вы выполняете на своем [компьютере](#) или в [компьютерном](#) классе (вообще, в любой точке Земли, где есть [компьютеры](#) и Интернет). Для того, чтобы оформить решение, Вы можете воспользоваться любой программой, которая Вам нравится. Но приниматься к рассмотрению будут файлы только в форматах **.doc, .docx, .rtf, .txt, .pdf, .xls, .xlsx, .7z, .rar, .zip, .tar, .jpg, .gif** и **.ppt**. В частности, можно прислать сфотографированное рукописное решение (один файл, не больше 15 Мб). Если Вы испытываете сложности с конвертацией файла в один из этих форматов, напишите об этом на support@nanometer.ru или спросите у учителя. Имя файлу Вы можете дать любое, но оно может содержать **только латинские символы и цифры**. В тексте решения условия задачи приводить не надо. Мы рекомендуем добавлять решения по мере того, как они будут у Вас появляться, а не оттягивать все на последний момент. После окончания тура что - то добавлять, менять или удалять будет невозможно.

Удачного и плодотворного участия! Кроме решения этих задач можно участвовать в любых других подходящих Вам или просто понравившихся конкурсах.

+++++

ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЗАОЧНОГО ТУРА СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ



Светлое будущее ИТ - технологий

(кликните на картинку один раз, чтобы увеличить!)

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.

I.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).

I.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)

I.3. Предложите в файле ответов, из каких фундаментальных принципов почему - то полагается, что белый робот будет "думать быстрее" (3 балла)?

I.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). Почему в процессе, показанном на рис. 5-7, образуется именно "молоко" (2 балла)? Что собой представляет, зачем взято "фиолетовое стекло" и почему оно, собственно, фиолетовое (рис.8, 3 балла)? Что за устройство изображено, по Вашему, за спиной у девушки Н. на рис.9 и почему оно способствует получению радужной пленки (2 балла)? Почему пленка радужная (рис.10, 1 балл)? Что за купорос был взят и зачем (рис.11, 1 балл)? Что за устройство показано на рис.12, какие у него основные компоненты и зачем девушка Н. держит странную трубку в руках (3 балла)?

I.5. 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).

I.6. 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)?

I.7. Какой из методов, перечисленных ниже, не может быть использован для получения обсуждаемого класса материалов (3 балла)?

- микросферная литография
 - анодное окисление
 - седиментация
- голографическая литография
 - электрофорез
 - FIB-литография
- 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

II.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).

II.2. В файле ответов сравните эффективность (КПД, время отклика, энергопотребление, точность перемещения) различных принципов нанопозиционирования (термо-, пьезо- или электростатический). Свой ответ поясните оценочными расчетами (5 баллов).

II.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).

II.4. В файле ответов оцените оптимальный размер частицы золота для наиболее эффективного возбуждения колебаний хлорофилла, гемоглобина (3 балла).

II.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).

II.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).

- из - за эндоцитоза наночастиц тяжелых металлов живыми клетками
 - из - за резонансного переноса энергии
- из-за поляризации электромагнитного излучения наночастицами с плазмонным резонансом
 - из - за экранирования наночастицами лазерного излучения, разрушающего биологические молекулы
 - из - за сорбции биомолекул на поверхности наночастиц ("экстракции", концентрирования за счет связывания)
- из наличия "окна прозрачности" тканей для красного излучения, возбуждающего наночастицы золота
- из - за декорирования биомолекул наночастицами золота через аминокислотные группы

- 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.

III.1. В файле ответов кратко опишите все протекающие процессы (3 балла). Объясните, чем обусловлено осаждение полученных наночастиц при добавлении ацетона и последующее их растворение в гептане, для чего используется данный эффект? (2 балла)

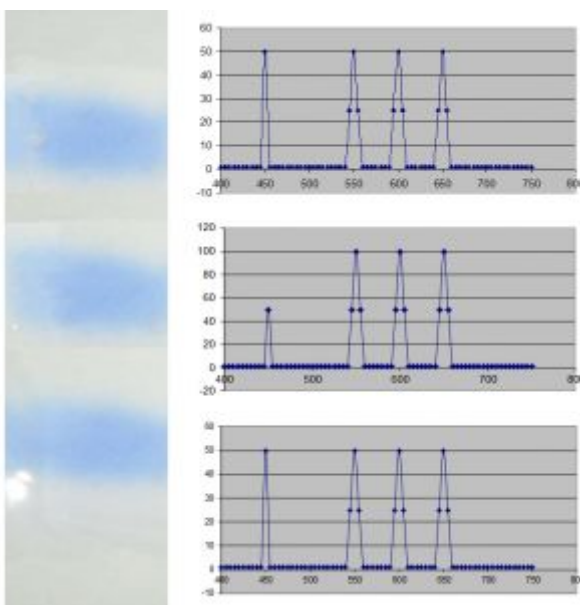
III.2. В файле ответов рассчитайте средний размер и дисперсию

наночастиц CdSe, если максимум люминесценции соответствует 530 нм, а полуширина пика люминесценции составляет 10 нм. Стоксовым сдвигом можно пренебречь. (3 балла)

III.3. 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). Предложите (в необходимых деталях опишите) способ формирования монослоя наночастиц с использованием метода Ленгмюра-Блоджетт (2 балла).

III.4. 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).

- азотная кислота
- азид натрия
- хлорид натрия
- триметиламмоний бромид
- гексанол
- бензол
- концентрированный раствор щелочи
- водный подкисленный раствор перманганата калия
- бром в метаноле



IV.

Наношпион

(кликните один раз на картинку, чтобы увеличить)

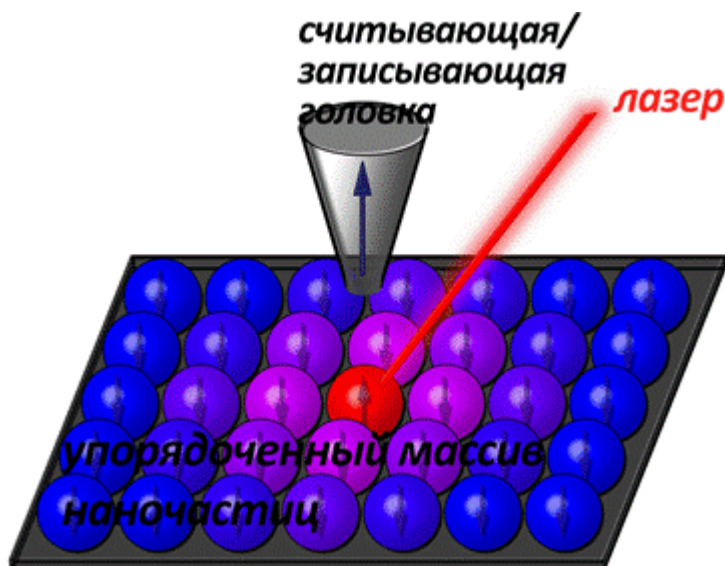
Секретный агент номер 113478, работающий в лаборатории нанотехнологий, заподозрил слежку. Его полностью перестали выпускать из помещения, отобрали телефон и доступ в Интернет, а также подло не позволяли писать письма молоком. Единственное, что ему разрешалось – это передавать образцы на анализ. Агент 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 г. 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.

IV.1. В файле ответов опишите процессы, которые протекают в смеси стирола, дивинилбензола, инициатора (какого, например?) и воды при нагревании (2 балла). Что получается в результате? (1 балл). Почему диализ проводился против раствора гидроксида натрия (1 балл)? Что происходит при обработке смесью хлороформа со спиртом (1 балл)? Можно ли её заменить на чистый хлороформ (1 балл)? Почему на фореze появляются три полосы (1 балл)? Зачем ему потребовалось 4 типа точек (1 балл)?

IV.2. Какое послание передал в центр агент 113478 (3 балла)? Поясните в файле ответов, почему Вы так считаете(1 балл) и предположите, для чего на самом деле может быть полезна такая маркировка (3 балла).

- меня раскрыли
- убейте меня!
- готовлюсь к побегу

- я работаю под контролем спецслужб
 - спасите наши души
 - иду ко дну
 - у меня есть разведданные
- полный провал, сеть раскрыта
 - внимание!
 - стоп, машина!



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.

V.1. В файле ответов опишите, в чем состоит принцип температурно-контролируемой записи информации (3 балла). Объясните, почему реализация схемы температурно-контролируемой записи предполагает использование магнитных упорядоченных наноструктурированных сред, состоящих из однодоменных частиц (2 балла).

V.2. 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.

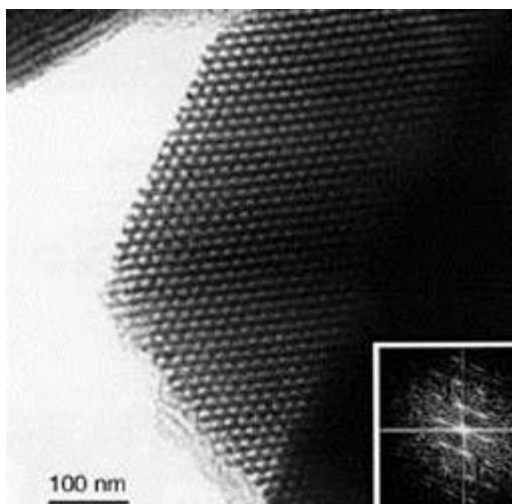
V.3. В файле ответов предложите варианты организации магнитных моментов гексагонально - упорядоченной системы стержней и дисков в размагниченной конфигурации (3 балла).

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).

V.4. 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 расстоянии 50 нм. Краевыми эффектами можно пренебречь (5 баллов). Оцените энергию перемагничивания единичного наностержня (3 балла). Оцените вероятность спонтанного перемагничивания такой частицы (2 балла).

V.5. Сегодня прототипы таких устройств, основанные на принципе перпендикулярной записи, показывают рекордные показатели плотности хранения информации, какие это примерно величины (в Tb/дюйм²) (2 балла).

- 0.01
- 0.2
- 2
- 100
- 250
- 500
- 750
- 900



VI. Сита для молекул

Мезопористые алюмосиликаты – класс мезопористых материалов с плотнейшей гексагональной упаковкой пор, обладающих крайне высокой удельной поверхностью и являющиеся 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.

VI.1. В файле ответов предложите способы синтеза таких материалов (2 балла). Какой тип катализа следует использовать при синтезе, укажите вариант ниже (2 балла)? Поясните в файле ответов Ваши предложения и приведите уравнения реакций гидролиза и поликонденсации (2 балла).

- окислительно - восстановительный
 - кислотный или основной
 - Циглера - Натта
- с использованием производных циклопентадиенила
 - электрокатализ
 - ферментативный катализ
 - мицеллярный катализ

Образец	$2\theta \cdot (100)^\circ$	w	$V_{ads} \cdot \rho_{пу} \cdot P/P_0 = 0.3, \cdot \text{см}^3/\text{г}$
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

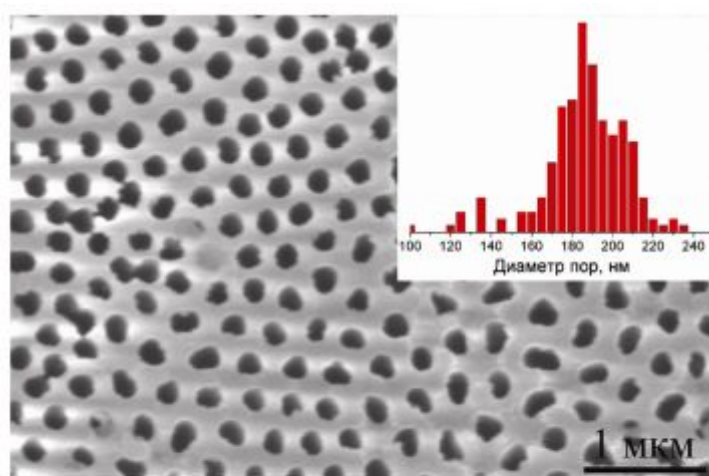
$\rho(\text{Si}_n\text{Al}) = 2.2 \cdot \text{г} \cdot \text{см}^{-3}$, $\rho(\text{ПАВ}) = 1 \cdot \text{г} \cdot \text{см}^{-3}$. Одна молекула N_2 занимает площадь $A(\text{N}_2) = 0.16 \cdot \text{нм}^2$.

VI.2. 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.

VI.3. 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). Установите зависимость удельной поверхности мезопористых систем от радиуса пор (считать что стенки пор имеют одинаковую толщину, толщина стенки = 0,7 нм) (3 балла).

VI.4. Какого типа для данного мезопористого алюмосиликата был выбран мицеллярный темплат (2 балла)

- смектик
- нематик
- холестерик
- смесь нематика и холестерика
- смесь смектика и нематика
- термотропные жидкие кристаллы
 - глобулы
- разупорядоченные мицеллы



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

VII.

Нанофильтры

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, л/(м²*атм*час)): ацетон - 179, метанол - 117, вода - 73, этанол - 57, пропанол-1 - 27, н-бутанол-1 - 20.

VII.1. Исходя из этих данных укажите, выбрав правильный ответ

из предлагаемых ниже, по какому механизму (модели) происходит диффузия жидкостей через мембрану анодного оксида алюминия (недостающие данные найдите сами, 2 балла). В файле ответов обоснуйте Ваш выбор (2 балла).

VII.2. 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).

VII.3. 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).

- по модели Фика
- по Пуазейлю
- по Кнудсену
- обратный осмос
- по модели Кимуры и Сурираяна
- по закону Дарена
- по уравнению Козени — Кармана
- по закону Бернулли



VIII.

Медленное

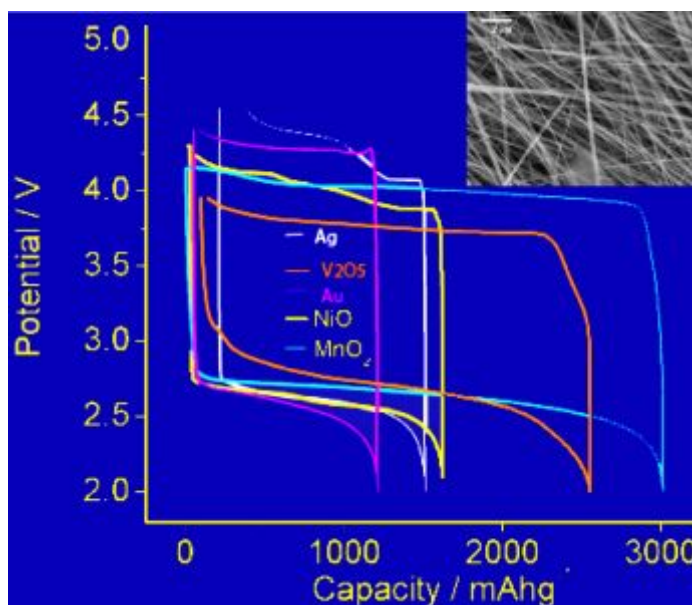
горение

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.

VIII.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).

VIII.2. Какой из ниже перечисленных факторов в наибольшей степени может оказаться губителен для литий - воздушного элемента с незащищенным анодом (3 балла)? В файле ответов укажите возможные способы решения этой проблемы (2 балла)

- солнечный свет
- космические лучи
- воздух
- охлаждение до отрицательных температур
- нагрев до температур 30 - 40 градусов Цельсия
- самодиспергирование лития
- большой саморазряд



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

VIII.3. В файле ответов укажите, какую роль играют эти вещества (2 балла) и каковы могут быть преимущества и недостатки у квазиодномерных систем (наноленг, нановискеров) при использовании в составе катода (2 балла). 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)?

VIII.4. Зачем катод делают пористым (2 балла)?

- для обеспечения теплоотвода
- для обеспечения доступа кислорода
- для стравливания избыточного давления электролита
- для накопления электростатического заряда
- для демпфирования микронапряжений при работе ЛВЭП
- 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.

VIII.5. Что лучше посадить на месте захоронения токсичных отходов ванадия, оставшихся после ЛВЭП (3 балла)? В файле ответов укажите, в какой форме существует ванадий в том, что Вы посадили (2 балла).

- северный мох
- лотос

- мухоморы и бледные поганки
 - анютины глазки
 - незабудки
 - рожь
 - пшеница
- красные гвоздики



IX.

Крахмал

Одними из распространенных методов получения наночастиц являются 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.

IX.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.

IX.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.

IX.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.

IX.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.

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

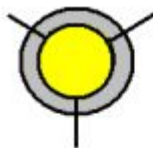
Введение нанокристаллического крахмала в матрицу конструкционных полимеров существенно повышает прочность получаемого материала. Важно, что для проявления этого эффекта кристаллы крахмала должны формировать непрерывную сетку, позволяющую эффективно распределять приложенное напряжение по всему объему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

X.6. В файле ответов сопоставьте механические свойства материалов, полученных по схемам А и Б. На примере включения нанокристаллического крахмала в поли- ϵ -капролактон

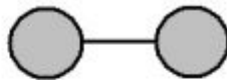
предложите возможную схему получения наполненных материалов, исходя из нанокристаллического крахмала и мономера эпсилон-капролактона, и сравните себестоимость получения композитного материала по этим схемам. Какому из способов вы бы отдали предпочтение? (5 баллов)

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

- декстрины
- триглицериды
- целлюлоза
- гликоген
- фураноза
- хитин
- ксилоза
- гиалуроновая кислота
 - агароза
 - дезоксирибоза



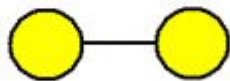
Шарик



Гантеля



Боло



Золотые гири



Лампочка

X.

Наноконструкции

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.

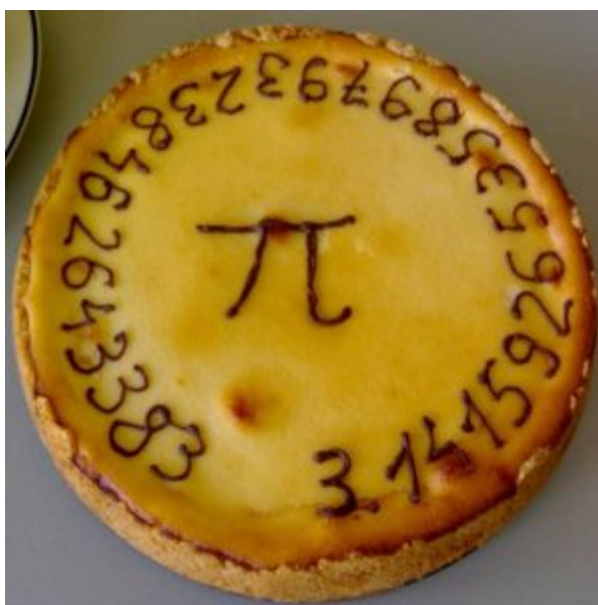
Х.1. В файле ответов предложите реакции, необходимые для получения каждой из наночастиц (3 балла).

Х.2. Что такое жёсткий и гибкий линкеры? В файле ответов приведите примеры каждого и опишите, для каких случаев и почему они подходят (5 баллов).

Х.3. В файле ответов укажите, как будут изменяться свойства золотой гири и лампочки в зависимости от длины линкера и почему (5 баллов)?

Х.4. Где уже сейчас может быть, скорее всего, использована "лампочка" на практике, дайте один из вариантов ниже (2 балла)? В файле ответов поясните Ваш выбор (3 балла).

- в антифрикционных жидкостях
- в светоизлучающих фотодиодах
 - в креме от загара
- в биологически активных добавках
 - в нанобиосенсорике
- в термоэлектрических устройствах
- в фотоотверждаемых зубных пломбах
- в качестве люминесцентного покрытия энергосберегающих ламп



XI. Число «пи» с большой точностью

Знаменитое число 3,14159265358979323846..., 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.

XI.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)

- (a) 1, (б) 2, (в) 4
- (a) 2, (б) 4, (в) 1
- (a) 4, (б) 2, (в) 1
- (a) 4, (б) 3, (в) 4
- (a) 2, (б) 2, (в) 3
- (a) 3, (б) 4, (в) 6
- (a) 5, (б) 7, (в) 3
- (a) 3, (б) 7, (в) 6
- (a) 1, (б) 2, (в) 5
- (a) 3, (б) 3, (в) 8

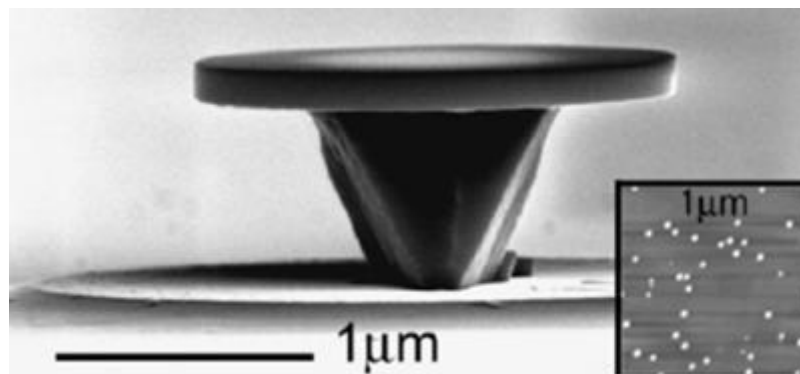


Рис. 1. Колонна микродискового лазера. На вставке – квантовые точки из арсенида индия на поверхности арсенида галлия.

XI.2. Какая из приведенных ниже физических констант в системе СИ сейчас определена с наименьшей относительной точностью (2 балла)?

- масса протона
- боровский радиус
- постоянная Планка
- элементарный заряд
- постоянная Больцмана
- газовая постоянная
- число Авогадро
- g-фактор свободного электрона
- ядерный магнетон

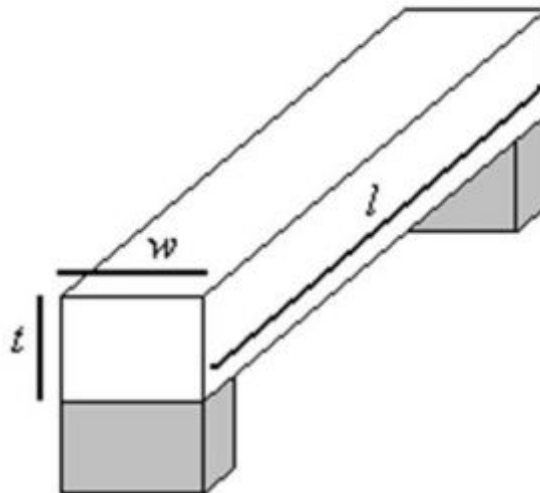


Рис. 1. Типичный наноосциллятор.

XII. Увидеть кванты

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.

XII.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. 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.

XII.2. 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).

- 3 МГц
- 4.1 ГГц
- 5.6 ТГц

- 56 ТГц
- 0.56 ТГц
- 70 ГГц
- 75 ГГц
- 32.5 ГГц
- 103 МГц

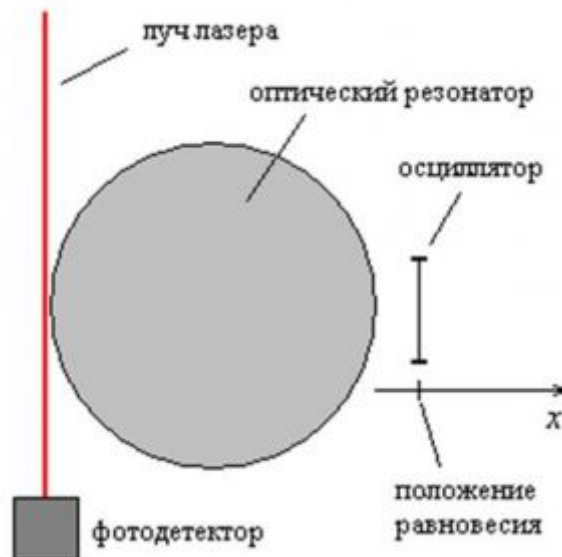


Рис. 2. Схема измерения малых смещений осциллятора.

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 "дельта омега"). Величина сдвига "дельта омега" зависит от положения тела (в данном случае – осциллятора). Если положение равновесия осциллятора фиксировано (концы стержня закреплены), то сдвиг зависит от смещения "дельта x" 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 "дельта омега" 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 "дельта омега" достаточно сложна, и здесь мы изложили лишь основную идею. Ограничение на точность измерения "дельта омега" 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 : $F = (\omega(k+1) - \omega(k))/D$.

XII.3. В файле ответов ркссмотрите, 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 дельта омега = f (дельта 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).

XII.4. Оцените в файле ответов минимальную величину смещения дельта x , которую можно измерить описанным методом (т.е. оцените разрешающую способность этого устройства для измерения смещения) (3 балла), укажите ниже правильный вариант ответа (2 балла).

XII.5. 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).

- $3 \cdot 10$ в минус 6 степени (метра)
- $2.6 \cdot 10$ в минус 7 степени (метра)
- $3 \cdot 10$ в минус 8 степени (метра)
- $6.8 \cdot 10$ в минус 8 степени (метра)
- $7.3 \cdot 10$ в минус 9 степени (метра)
- $7 \cdot 10$ в минус 10 степени (метра)
- $8.4 \cdot 10$ в минус 11 степени (метра)
- $4 \cdot 10$ в минус 12 степени (метра)
- $1.5 \cdot 10$ в минус 14 степени (метра)

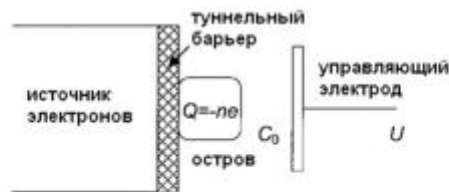


Рис. 1. Электронный ящик. Принципиальная схема.*

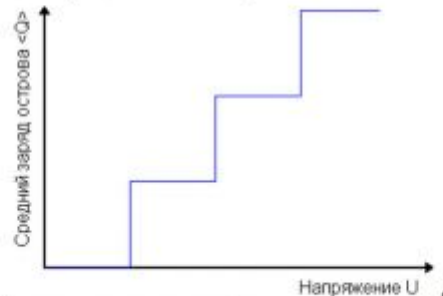


Рис. 2. Качественный вид зависимости среднего (по квантовому состоянию) заряда острова от напряжения на управляющем электроде при низких температурах ($T \rightarrow 0$). Заряд измеряется в единицах, равных заряду электрона.*

XIII. Один электрон может многое

(кликните на картинку один раз, чтобы увеличить)

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.

XIII.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).

XIII.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 пВ
- 15.1 пВ
- 29.7 пВ
- 13.1 нВ
- 26.2 нВ
- 37.1 нВ
- 0.13 мВ
- 2.4 мВ
- 30 мВ
- 113 мкВ

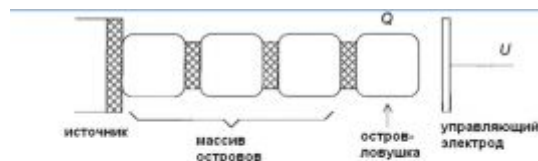


Рис. 3. Электронная ловушка. Принципиальная схема.

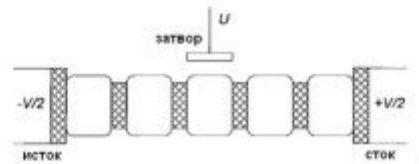


Рис. 4. Принципиальная схема электронного турникета.

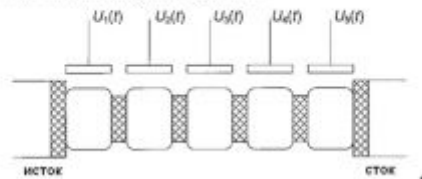


Рис. 5. Принципиальная схема электронного насоса.

(кликните на картинку один раз, чтобы увеличить)

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.

XIII.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).

XIII.4. В файле ответов опишите возможные способы записи и считывания информации, хранимой в «электронной ловушке» (3 балла).

XIII.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.

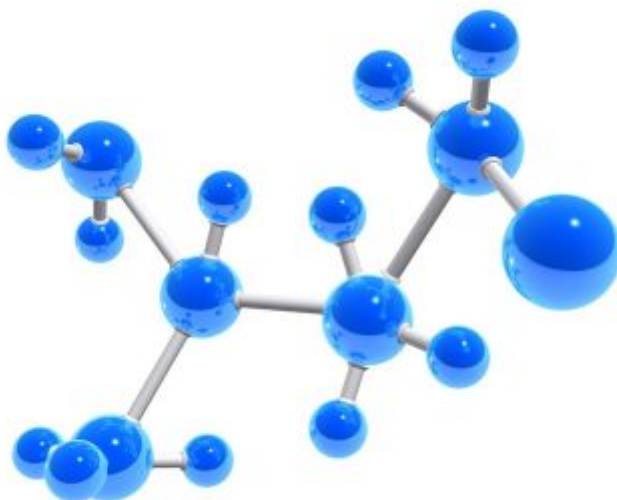
XIII.6. В файле ответов поясните, за счёт чего электронный турникет позволяет пропускать именно по одному электрону (а не по нескольку сразу)? Для чего в турникете создано несколько островов (а не один)? (2 балла).

XIII.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).

XIII.8. В файле ответов назовите другие известные одноэлектронные устройства, не упомянутые в данной задаче, и кратко поясните принцип их действия. (3 балла). Какое из перечисленных ниже устройств действительно относится к "одноэлектронным" (1 балл)

- SQUID - магнетометр
- фотоумножитель
- интерферометр Фабри - Перо
- счетчик Гейгера
- магнитосиловой микроскоп

- RSFQ
- СБИС
- 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.

XIV.1. В файле ответов установите аминокислотную последовательность пептида А (3 балла). Достаточно ли данных для однозначного определения аминокислотной последовательности (1 балл)?

XIV.2. В файле ответов укажите, как называется вещество А, где оно вырабатывается, с чем связывается?

XIV.3. Каким действием обладает вещество А, дайте правильный вариант ответа ниже (1 балл). В файле ответов поясните, на какие еще системы влияет вещество А (2 балла)

- избыток в организме вызывает шизофрению
 - составляющая аутоимунной системы
 - повышает свертываемость крови
 - нормализует артериальное давление
 - является "маркером" беременности

- ☐ вызывает нормализацию состояния кожи
- ☐ контролирует водно - солевой баланс
 - ☐ кофактор гормона роста
- ☐ маркер злокачественных опухолей



XV. Биобонд, Джеймс Биобонд

Суперагент 113478 снова попал в затруднительное положение. Проводя секретные исследования в области генной 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 CCT TAA ATG CAA CAA CAA TAA ATG CAA CAA CAA TAA ATG TTA TTA
 TAA ATG TGT TAA ATG TGG TAA

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.

XV.1. Укажите в файле ответов, насколько надёжен такой способ передачи посланий и почему (3 балла)?

XV.2. Объясните в файле ответов, почему для выделения ДНК с шифровкой был выбран именно первый заболевший голубь (1 балл)?

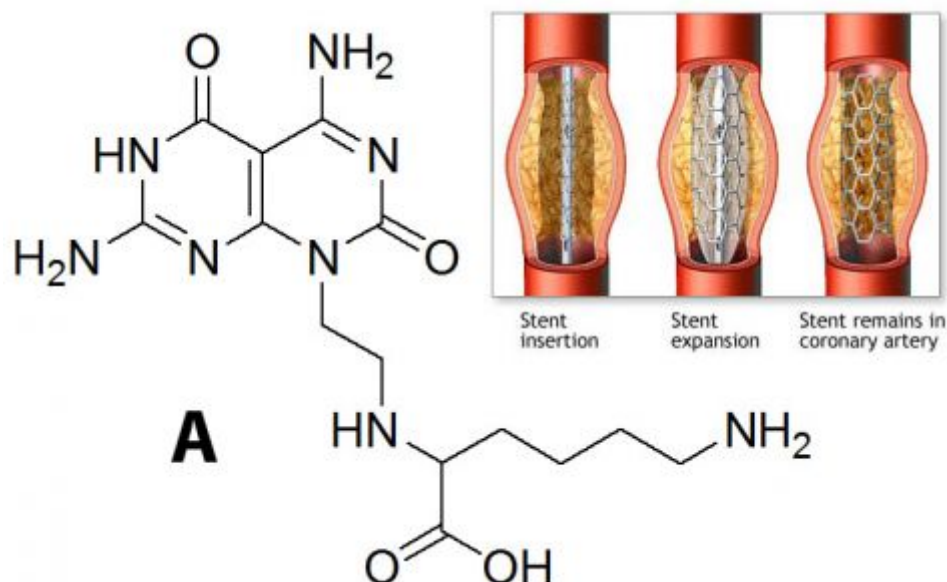
XV.3. Поясните в файле ответов, что в данной последовательности насторожило молекулярного биолога (1 балл)?

XV.4. Укажите в файле ответов, как эта последовательность будет реплицироваться, транскрибироваться и транслироваться в клетках (2 балла)?

XV.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)?

XV.6. Обсудите в файле ответов, насколько большой объём информации можно передать таким способом (3 балла)?

- Mamma mia
- Help me friends
- Resque our agents
- Fight back quickly
- Target deactivated
- Information recieved
- You have a problem
- Hello I find connect
- Transmission failed
- Operation must be aborted



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).

XVI.1. В файле ответов объясните возможные причины подобных сосудистых 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.

XVI.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).

XVI.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.

XVI.4. В файле ответов поясните, где – снаружи или внутри образующейся нанотрубки – располагаются остатки лизина (1 балл).

XVI.5. Укажите в файле ответов, какими, на Ваш взгляд, преимуществами наделяет стент покрытие его изнутри нанотрубками на основе соединений, аналогичных А (2 балла).

В некоем 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.

XVI.6. Означают ли полученные результаты, что покрытые нанотрубками стенты более эффективны, чем обычные металлические, укажите необходимый вариант ниже (1 балла)? В файле ответов поясните, почему Вы так считаете (2 балла)

- это ложноположительный результат
- это ложноотрицательный результат
 - да, конечно, означают
 - нет, конечно, не означают
- вряд ли можно сделать определенные выводы
 - вопрос поставлен некорректно



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.

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

Для нормальной жизни больные должны постоянно вводить инсулин. Разработаны "продолжительные" 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.

XVII.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.

XVII.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 **(XVII.4. В файле ответов укажите, на каких именно и почему? 2 балла)** в

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

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

XVII.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 фиксирования необходимой и-РНК на наночастицах удобно образование дуплексов с ковалентно привязанными комплементарными фрагментами.

XVII.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.

XVII.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.

XVII.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 рестриказ, 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.

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

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

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

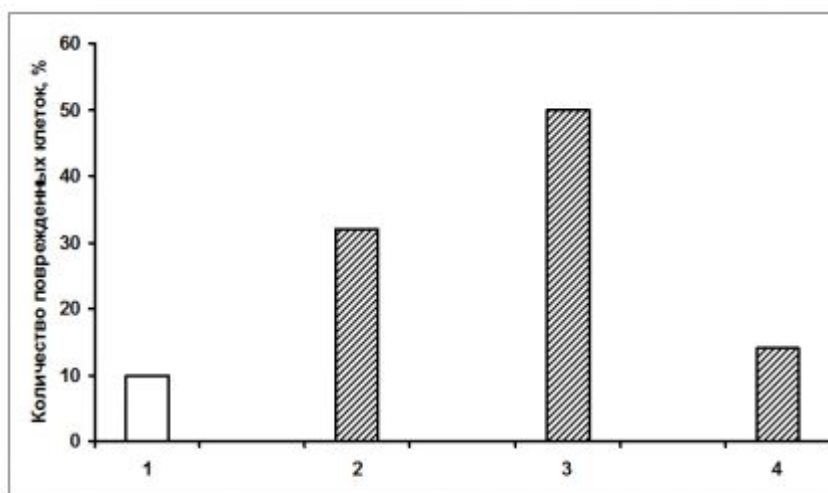


Рис. Влияние фуллера $C_{60}(OH)_{25}$ на УФ-индуцированное повреждение плазматических мембран макрофагов. Данные представлены в виде относительного содержания поврежденных клеток в популяции макрофагов после окончания их УФ-облучения ($\lambda_{max}=306$ нм) в дозе 3 Дж/см^2 : через 15 мин - (□); через 60 мин - (▨)

XVIII. Между спасением и гибелью

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 фуллера $(C_{60}(OH)_{25})$ на УФ-индуцированное повреждение мембран перитонеальных мышинных 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/см^2 . Повреждение клеточных мембран исследовали с помощью микрофлуориметрического метода, используя флуоресцентные красители. Данные отражают влияние производного фуллера на развитие во времени повреждения клеточных мембран после окончания облучения. Как видно, в отсутствие производного фуллера 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 фуллера 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).

XVIII.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)?

XVIII.2. В файле ответов поясните, почему было выбрано именно это производное фуллерена и как его можно синтезировать на практике (3 балла)?

XVIII.3. Каков возможный механизм повреждения мембран при УФ - облучении вы считаете наиболее вероятным из приведенных ниже (2 балла)? В файле ответов поясните, что этот механизм из себя представляет и почему Вы выбрали именно его (2 балла)

- фотоиндуцированное изменение конформации липидов мембраны
 - разогрев мембраны при поглощении УФ-излучения
 - изменение pH среды при УФ - облучении
 - фотоиндуцированный гидролиз фосфолипидов
- фрагментация мембраны в результате изменения поверхностной энергии
 - липидное перекисное окисление мембран



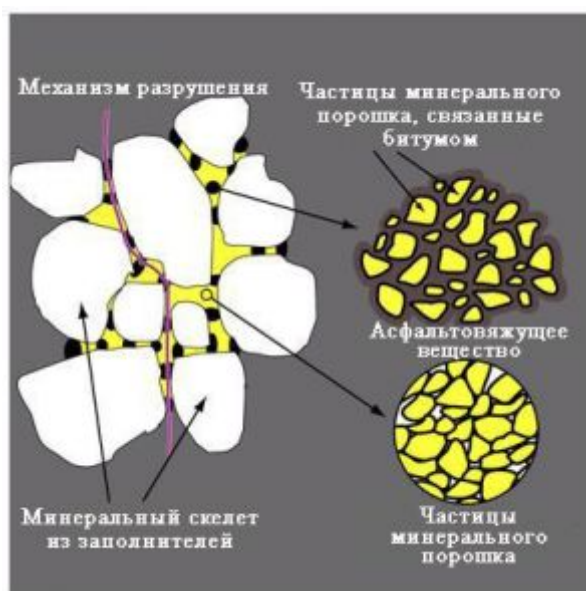
XIX. Застежки и кубики

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.

XIX.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. Как изменится энергия, необходимая для открывания застёжки, если привить поли-G и поли-C молекулы? (1 балл)

XIX.2. 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). 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)

- $10^{23} - 10^{24}$
- $10^{21} - 10^{22}$
- $10^{20} - 10^{21}$
- $10^{18} - 10^{19}$
- $10^{16} - 10^{17}$
- $10^{14} - 10^{15}$
- $10^{13} - 10^{14}$
- $10^{10} - 10^{12}$
- $10^8 - 10^9$
- $10^6 - 10^7$



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.

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

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

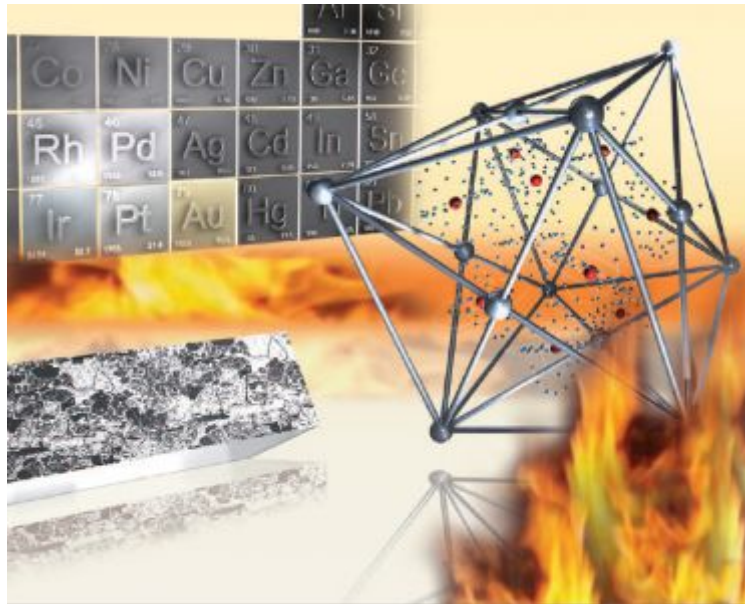
XX.2. Обсудите в файле ответов, какие существуют структурные типы битумов, чем они характеризуются и каков при этом их состав (2 балла)? Как изменяется структура битума при изменении температуры (1 балл)?

Качество битумоминерального материала, включая асфальтобетон, в первую очередь, определяется особенностями связей, возникающих между отдельными минеральными зёрнами, 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».

XX.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).

XX.4. Что такое "мальтены", выберите наиболее подходящий вариант ниже (2 балла).

- это асфальтены
- это астралены
- это нефтяные смолы и масла
- это ароматические углеводороды
- это гетероциклические углеводороды
- это минеральная составляющая
- это циклопентадиенильные производные
 - это легкие парафины
- 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.

XXI.1. В файле ответов опишите основные механизмы упрочнения ДУМ с металлической матрицей (3 балла).

XXI.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)

XXI.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 обложке, 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.

XXI.4. Как вводят этот оксид магния в композит, укажите ниже правильный вариант ответа (2 балла), пояснив в файле ответов, почему так происходит (1 балла).

- ☐ в виде изоморфной легирующей добавки магния в фазу ВТСП
- ☐ в виде высокодисперсного оксида магния в шихту при получении ВТСП
- ☐ в виде высокодисперсного порошка магния в порошок готовой фазы ВТСП
- ☐ в виде магний - серебряного сплава внешней оболочки проволоки или ленты
 - ☐ в виде дисперсного оксида магния в металлическое серебро
 - ☐ и в фазу ВТСП, и в оболочку из серебра - в виде магния
 - ☐ 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.

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

XXII.2. В файле ответов укажите, из чего состоят «пилюли» (2 балла)? Каков принцип «лечения» ими? (3 балла)

XXII.3. Дайте правильный вариант ответа ниже, как может происходить заживление «ран» бетона в последнем случае? (2 балла), а в файле ответов предложите конкретные примеры выбранной Вами альтернативы (2 балла)

- с использованием бактерий
- с использованием вирусов
- с использованием плесени
- с использованием моллюсков
- пропаривание
- реакция под давлением с углекислым газом
- обработка водным раствором "серной печени"
- воздействие ультразвуком

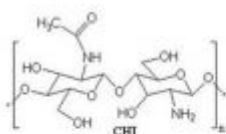


Рис.1. Производное хитозана

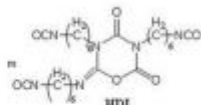


Рис. 2. Гексаметилен диизоцианат

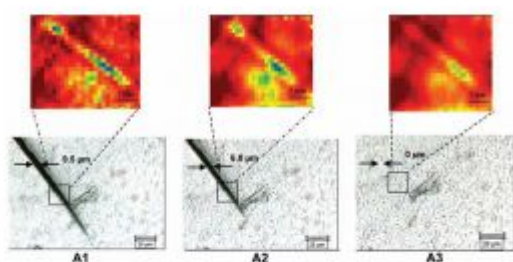


Рис.3. Изображения полимера в ходе заживления (сверху фотографии в ИК-диапазоне, снизу – оптические фотографии), время воздействия УФ-излучения: A1 – 0 мин, A2 – 15 мин, A3 – 30 мин.

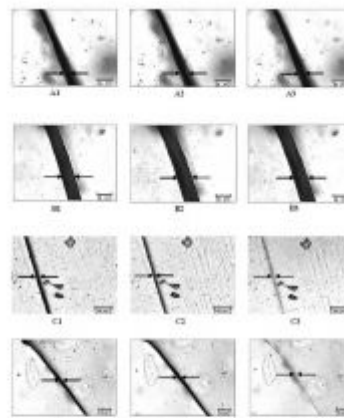


Рис.4. Самовосстановление полимера. Облучение УФ в течение 0 мин – левая часть рисунка, 15 мин – центральная часть, 30 мин – правая часть рисунка. А – чистый полиуретан, HDI/PEG/CHI = 1:1.5:0, В – полиуретан с добавлением хитозана HDI/PEG/CHI = 1:1.4:0.57 × 10⁻⁴, С и D – полиуретан с добавлением хитозана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

XXIII.

Самовосстановление

(кликните один раз картинку, чтобы увеличить)

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 удается добиться того, чтобы материал "жил", то есть сам бы себя «лечил» и всегда был, как новенький. Это всего лишь самый безобидный пример мечты о самовосстанавливающихся материалах (что же говорить, например, о военной технике!).

XXIII.1. В файле ответов напишите, какие классы и возможные применения самовосстанавливающихся 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.

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

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

XXIII.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).

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

- электрофильность альфа-углеродных атомов
- напряженность цикла
- нуклеофильность кислорода

- ☐ все факторы, указанные выше
- ☐ 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 диоксида кремния, 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!!!

XXIV.1. В файле ответов опишите, что такое, на Ваш взгляд, Волокнит, Керамит и Целлювар (2 балла). Какие процессы протекают при их изготовлении и какие реально существующие аналоги они имеют (5 баллов)? Какие особенности и возможные недостатки этих материалов (а также терминологические неточности) были умело скрыты в этом рекламном сообщении (3 балла)? Какие перспективные разработки придут, как Вы считаете, на замену этим материалам (3 балла)?

XXIV.1. В файле ответов поясните, насколько безопасны описанные материалы экологически и с медицинской точки зрения (3 балла). Ниже уточните, что из перечисленного получило название "горного дерева" (2 балла), а в файле ответов поясните, почему (1 балл).

- "волокнит" как таковой
- "керамит" как таковой
- "целлювар" как таковой
- "нановолокна силикон диоксида"
 - "алит"
 - "муллит"
- "нанофибриллы поли-бетта-(D)-глюкозы"
 - "микрочастицы кремнезема"
- 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 пулевых 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, связной 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, связной несколько изменил компоненты брони и заметно улучшил её характеристики, после чего носил её постоянно.

XXV.1. В файле ответов укажите, из каких материалов состоял бронезилет, кратко опишите их свойства (3 балла).

XXV.2. В файле ответов укажите, какие реакции, скорее всего, протекали при процессе "чтения" послания и анализа компонентов (2 балла)?

XXV.3. В файле ответов рассмотрите, какова структура бронезилета и каково назначение каждого элемента его структуры (3 балла)?

XXV.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 кратно 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.

XXV.5. В файле ответов обсудите, как можно изготовить подобный материал (2 балла)? Какие материалы можно заменить (на что и почему) для улучшения характеристик бронезилета (3 балла)?

XXV.6. Сколько страниц было в послании агента 113478, если толщина бронезилета была равна 5 мм (2 балла), ответ подтвердите расчетом в файле ответов (2 балла)?

- 100 000 - 100 100
- 50 000 - 51 000
- 21 000 - 23 000
- 12 000 - 14 300
- 6000 - 6900

- 3000 - 3100
- 1200 - 1400
- 700 - 800
- 100 - 200
- 10- 15