

**Задачи отборочного тура повышенной сложности  
VI Всероссийской Интернет - олимпиады  
"Нанотехнологии - прорыв в будущее"  
по комплексу предметов  
"математика, физика, химия, биология"  
для школьников**

**1. Внимательно прочитайте условия.** Если Вы не знаете какие-то термины, Вы можете в период, отведенный для решения задач, найти этот термин в Интернете или спросить учителей. Спрашивать учителей и знакомых, как именно решить ту или иную задачу (выпрашивать и вытягивать решение), не стоит. На очном туре участники все делают сами, а именно он определяет конечный результат, поэтому и на отборочном туре крайне желательно тренироваться самостоятельно. На заочном теоретическом туре, который состоится в середине февраля и будет необходим для получения гранта на поездку в Москву и места в общежитии, будут сложные задачи (сложнее представленных), которые не всякий учитель быстро решит, поэтому тем более правильно основную работу делать самому, иначе никакого эффекта для участника от Олимпиады не будет.

**2. Подготовьте решение всех задач по всем предметам, которые хотите решить.** Недостаточно решить только математику, только химию, физику или биологию. Олимпиада проводится по комплексу предметов, поэтому требуется решать задачи для всех предметов, иначе трудно достигнуть вершины.

**3. Перенесите все решения в один файл с указанием НОМЕРА задачи и ее названия для каждого Вашего решения.** Принимаются и отсканированные рукописные решения (например, в виде архивов файлов), однако проверяющим труднее будет такие решения просматривать и выносить свое суждение о баллах участника.

**4. Загрузите файл решения на сайт (после введения своего логина и пароля).** Подписывать решения не надо, участник распознается системой именно по своему олимпиадному логину и паролю, сообщенным при регистрации как участника олимпиады. По электронной почте решения не принимаются и не рассматриваются.

**5. Аналогично можете решать другие подборки задач отборочного тура.** Все определяется общей суммой баллов.

**6. Призеры и победители для участия в очном туре Олимпиады будут определены по общей сумме баллов, полученных за все решенные задачи с учетом возрастной категории участника.** Для прохождения на очный тур младшим классам можно набрать существенно меньшее количество баллов, чем, например, абитуриентам.

**Более подробная информация дана на сайте [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) (на главной странице и в разделе "Олимпиада").**

**Последний срок приема решений - 27 января 2012 года.**

## 1. Биомиметика (междисциплинарно - творческие, 7 - 11 класс)



Юный и очень ленивый нанотехнолог как-то задумался: может быть, вместо того, чтобы пытаться самому синтезировать наночастицы и наноматериалы из дорогих реактивов переложить эту задачу на кого-нибудь другого, например, на матушку Природу? И правда, можно подглядеть, как нужные нам объекты получаются сами собой в природе или использовать живые организмы для создания нужных нам нанотехнологических вещей.

**А какие Вы можете придумать подходы и какие можете найти примеры использования микроорганизмов или других живых организмов при получении (тем или иным способом) наноматериалов (5 баллов)?**

## 2. Золотой ключик (междисциплинарно - творческие, 9 - 11 класс)



Времена меняются, и для открытия секретов в каморке папы Карло Карабас Барабас придумал замок, принимающий только золотые карточки - ключи

квадратной формы. Буратино решил смухлевать и не искать золотой ключик, а сделать его. Для этого он сначала решил нанести на медный ключ нужной формы массой 75 грамм и толщиной 2 мм упрочняющий слой серебра. С этой целью он подключил ключ к батарейке от мобильного ёмкостью 700 мА\*ч и осаждал серебро из раствора нитрата серебра до действительно полной разрядки батареи. Плотность металлической меди  $8,92 \text{ г/см}^3$ , серебра -  $10,491 \text{ г/см}^3$ , золота –  $19,32 \text{ г/см}^3$ .

**Определите толщину слоя осевшего серебра (3 балла).**

Процесс осаждения занял 2 часа.

**Какое время необходимо для получения слоя серебра толщиной 100 нм (2 балла)?**

Далее Буратино обмакнул ключ в раствор  $\text{NaAuCl}_4$  и нанёс золотую плёнку толщиной 10 нм.

**Сколько миллилитров раствора с концентрацией  $10^{-4}$  моль/л ему потребовалось для этого (2 балла)?**

После этого он пошел и открыл потайную дверь. А что там было - совсем другая история.

**Однако можете ли Вы придумать (технические) способы, чтобы дверь открывалась именно золотым (и никаким иным) ключиком (3 балла)?**

**3. Мел судьбы (междисциплинарно - творческие, 9 - 11 класс)**



Великий Гессер как-то дал Антону Городецкому из Ночного Дозора задание добыть мел судьбы. Антон в развалинах Афинского акрополя нашёл древний

керамический горшок, где сохранился кусочек мела. Рядом с горшком он нашёл каменную плиту с выбитым текстом, который после перевода гласил следующее:

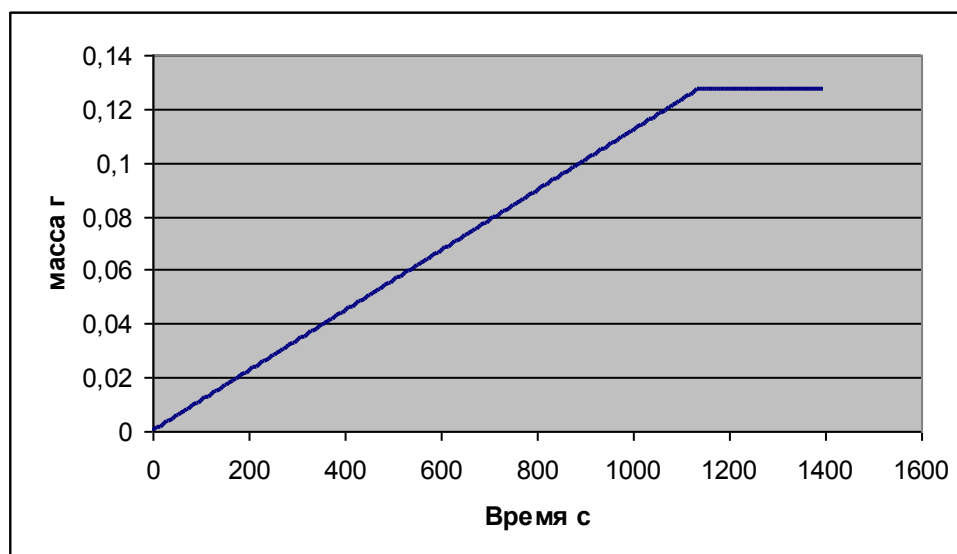
*“Этот мелок не простой, им боги судьбы вершили, да и сделан он богами. Если брать его голыми руками, то руки чернеют. Так что бери его только в перчатках. Этим самым мелком Афина писала по только что откованному, ещё влажному после полировки медному щиту Персея и пока не стёрлась та надпись, был он непобедим. Но самое его волшебное свойство – это очистка воды. Нарисуй им на воде знак Нептуна, и можешь пить её смело – по велению бога морей любая зараза в той воде издохнет.*

*Ежели взять глиняный горшок, нарисовать знак Асклепия внутри, налить воды и добавить немного соды и мёда, а после проварить 3 минуты, то будет чудесный раствор, желтоватого или коричневатого цвета, который обладает целебными свойствами. Но не злоупотребляй милостью богов, ибо кто много того раствора пьёт, тот становится серым, и этот знак богов не смыть ничем.”*

Отдав мел Гесеру, Антон нашёл в горшке несколько отколовшихся крошек и решил поэкспериментировать.

Первая крошка полностью и без остатка растворилась в воде. pH раствора не изменился. При добавлении гидроксида натрия из раствора выпал коричневатый осадок, при добавлении раствора аммиака – не выпало ничего.

Вторую крошку массой 0,2 г Антон растворил в воде, опустил в раствор два платиновых электрода и начал пропускать ток силой 0,1 А. При этом масса катода постепенно увеличивалась, что отражено на следующем графике:



Автоматический самописец зарегистрировал излом графика на 1135 секунде эксперимента с окончательной массой 0,127 г. Раствор после электролиза при выпаривании не давал сухого остатка.

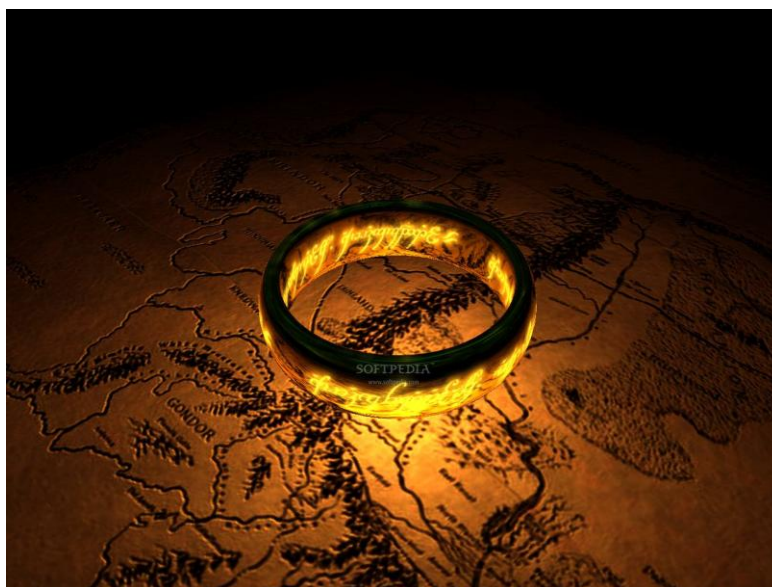
Тщательно обдумав полученные данные, Антон сумел расшифровать старый текст по-новому, а потом наладил выпуск мела судьбы в малом инновационном предприятии, сказочно разбогател, отошел как от темных, так и от светлых дел, а потом и вовсе ушел в сумрак.

**Определите состав мела судьбы (3 балла).**

**Напишите уравнения реакций (2 балла).**

**Расшифруйте старый текст и дайте подробные объяснения каждому пункту (4 балла).**

#### **4. Властелин колец (междисциплинарно - творческие, 9 - 11 класс)**



Гном Кобдик, уже успевший прославиться созданием замечательных нанотехнологических объектов, но ещё недостаточно маститый для того, чтобы его называли со всеми возможными регалиями, получил заказ на изготовление светящихся колец для ежегодного праздника гномов.

Со всей возможной неторопливостью и важностью он прошёл в дедовскую лабораторию, чтобы приступить к работе. Как обычно, пробежав по стене лаборатории в поисках вдохновения, Кобдик засел за изучение гномьих фолиантов с забытыми рецептами и вскоре смог скомбинировать некоторые из них.

Для светящегося материала он решил взять яркие и не тускнеющие со временем *jutuug* (слово с устаревшего гномьего, адекватного перевода не найдено, в Интернете отсутствует). Для их получения нужно было собрать

отходы получения и очистки меди и прокалить их в токе кислорода, затем растворить в воде и продуть сернистый газ. При этом получалось ярко-красное вещество *ghuutr*, которое надлежало отфильтровать и высушить, а после осторожно сплавить с магнием, чтобы получить *fookrt*. Далее надо было собрать отходы от получения цинка, растворить их в серной кислоте, удалить медь и осадить металл *scroonk* действием цинка. *Scroonk* снова растворить в серной кислоте, перекристаллизовать сульфат, снова приготовить разбавленный раствор и добавить поливинилпирролидон (ПВП).

В полученный раствор медленно и при интенсивном перемешивании пропускать ядовитый дурно пахнущий газ, выделяющийся при реакции *fookrt* с разбавленной соляной кислотой. При удачном проведении процесса раствор приобретал интенсивную окраску различных цветов и возможность ярко светиться на солнечном свете. Если же процесс проходил неудачно, то выпадал тёмно-красный осадок.

Кобдик догадался, что *jutuug* состоит из двух элементов и довольно быстро смог установить его состав. Достав необходимые для синтеза вещества, он получил ярко светящиеся растворы. Далее Кобдик смешал растворы и добавил в них коллоидный раствор монодисперсных частиц полистирола диаметром 100 нм. Полученную мутную светящуюся жидкость он вылил на стекло слоем толщиной ровно в 110 нм и дал ей возможность медленно высохнуть. Затем Кобдик приложил к стеклянной пластинке полоску липкой ленты и удалил все полистирольные шарики. В результате он получил много ярких светящихся колечек, которые раздал всем гномам.

**Что такое *jutuug*, *ghuutr*, *fookrt* и *scroonk* (3 балла)?**

**Напишите уравнения реакций, описанные в манускрипте (2 балла).**

**Из чего состоят колечки, полученные Кобдиком (1 балл)? Устойчивы ли они к действию воды (2 балла)?**

**Почему при высыхании раствора сформировались колечки (3 балла)?**

**Какова роль полистирольных частиц (2 балла)? Предложите свою версию.**

## 5. Линзы (междисциплинарно - творческие, 9 - 11 класс)



Рэпер RJ, поразивший на предыдущей олимпиаде всех своими золотыми дредами, решил не останавливаться на достигнутом и усилить впечатление. Для этого он придумал сделать золотые очки, но не только с золотой оправой, но ещё и с золотыми линзами. Поскольку золото непрозрачно для света, то первоначально он хотел расплющить его до толщины, при которой оно пропускает его в достаточной мере, для чего долго проковывал молотком. Полученный результат его не удовлетворил, так как золото уже не было похоже на драгоценный металл, а напоминало полупрозрачную зеленовато-жёлтую плёнку. Тогда он вспомнил о нанотехнологиях и способе синтеза “снизу вверх”. Взяв тетрахлораурат натрия, RJ добавил к нему цитрата натрия и прокипятил. Полученную жидкость он залил в прослойку между стёкол на линзах очков и отправился тусить.

**Опишите, какой синтез провёл RJ и что он получил (2 балла). Напишите уравнения реакций (1 балл).**

**Будут ли такие очки защищать от ультрафиолета (почему, 2 балла)?**

**Можно ли добиться для золота с помощью использованной технологии такой же гаммы цветов, как показано на рисунке для растворов, содержащих серебро, которые, в свою очередь, получил младший брат RJ, причем с использованием очень похожей методики. Почему (4 балла)?**

## 6. Часики (междисциплинарно - творческие, 9 - 11 класс)



Бонд заказал Кью новые часы. Как обычно, он не вмешивался в выбор начинки и специальных свойств, но категорически затребовал небьющееся и не подверженное царапинам стекло.

Сначала Кью хотел вырезать стекло для новых часов из цельного алмаза, но финансовый отдел дружно упал в обморок и он понял, что несколько переоценил щедрость своей конторы. Такие же массовые обмороки повторились при попытке предложить рубин или сапфир.

Тогда Кью пошёл длинным и более экономичным путём. Сходя в магазин и купив там шоколадок, он оживил бухгалтерию и даже смог их уговорить на покупку высокотемпературной муфельной печи и шаровых мельниц с хорошим набором шаров. Собрав фольгу от съеденного шоколада, Кью спустился в сырой подвал и там разбил несколько термометров. Обработав фольгу полученной ртутью, Кью преспокойно ушёл домой и на время забыл о задании Бонда, развлекаясь созданием компьютерной мыши с оптическим прицелом.

Через некоторое время Бонд напомнил о себе, и Кью продолжил работу. В подвале тем временем фольга превратилась в материал А. Кью собрал его и прокалил при  $1500^{\circ}\text{C}$ . Полученный материал Б он разделил на части, поместил в шаровую мельницу, щедро сыпанул титановых шаров (усиленных карбидом титана) и перемолол. Вторую часть он перемолол шарами из хрома, а третью просто плавленным корундом. Из полученных порошков Кью спрессовал стёкла для часов и подверг их спеканию при  $1800^{\circ}\text{C}$ . Два стекла вышли мутно-серыми и почти непрозрачными. Несмотря на высокую



прочность и твёрдость, Кью посчитал их браком. Третье стекло получилось замечательно прозрачным, и Кью вставил его в часы Бонда, предварительно наточив кромку и обучив Бонда перерезать стеклом часов стальные прутья.

Обдумав причины неудовлетворительного качества двух других образцов, Кью пришёл к выводу о необходимости прокаливания порошка после помола в кислородной атмосфере. Прделав эту процедуру и снова изготовив образцы керамики, Кью получил великолепной красоты драгоценные камни, которые подарил знакомым.

**Какие материалы А и Б получил Кью (2 балла)? Зачем он проводил прокаливание А (2 балла)?**

**Почему он пошёл таким странным путём (1 балл)? Напишите уравнения реакций и поясните необходимость каждой процедуры (3 балла).**

**Какие стёкла в первом случае получились бракованными и почему (2 балла)?**

**Какие реакции могли протекать при прокаливании порошка в кислородной атмосфере (1 балл)?**

**Какие драгоценные камни получил Кью (3 балла)?**

## **7. Планета Арракис и Фримены (междисциплинарно - творческие, 8 - 11 класс)**



*Планета Арракис, известная как Дюна. Бесконечная пустыня, родина песчаных червей и единственный источник пряности во Вселенной. Я, герцог Пауль Атрейдес, повелитель Дюны. Фримены зовут меня Муад'диб.*

Пауль Атрейдес "Мемуары"  
Арракис

Изобретением фрименов, позволявшим им выжить в раскалённой пустыне, был дистикомб: специальная одежда, улавливающая всю воду, выделяемую телом. Газонепроницаемая поверхность дистикомба покрыта фотоэлементами, преобразующими свет в электроэнергию, запасаемую в батареях. Пяточные насосы при ходьбе гонят поток воздуха вдоль тела, а затем через блок цеолитов для поглощения влаги. Выдыхаемый воздух также проходит через цеолиты. Ночью запасённая за день энергия раскаляет спирали, проложенные в блоках цеолитов, а собранная вода поступает во шитую фляжку, из которой её можно пить через специальную трубочку.

**Опишите все потенциальные достижения нанотехнологии, применённые в этом костюме (3 балла).**

**Поясните, почему в таком костюме возможно выживание в пустыне и какова роль каждого элемента костюма (4 балла).**

**Почему выделение воды производилось ночью (2 балла)?**

## 8. Тлейлаксу (междисциплинарно - творческие, 8 - 11 класс)



*Тлейлаксу. Коварные, вероломные и... незаменимые. Именно с их технологиями удалось воссоздать пряность после гибели экосистемы Арракиса. Они многократно меня оживляли и убивали, не раз пытались подчинить и почти всегда использовали. После открытия способа активации памяти прошлых жизней я помню всё, что они творили со мной на протяжении трёх тысяч лет.*

Дункан Айдахо "Народы Вселенной"  
Капитул

Тёмно-серая, никогда не загоравшая кожа тлейлаксу была не проницаема для дистанционных зондов и сканеров. Рентгеновские снимки были неизменно мутными, даже кости на них были практически неразличимы. Методы МРТ тоже терпели фиаско. Маленький рост и хрупкое телосложение делали их

обманчиво уязвимыми. Однако это было не так. Тлейлаксу никогда не болели, обладали устойчивостью ко многим ядам, легко могли задерживать дыхание на несколько минут. С развитыми технологиями регенерации они были почти бессмертными. Непроницаемая кожа позволяла замаскировать вшитое в тело оружие, которым они виртуозно пользовались. Хотя ядерное оружие давно было уничтожено, тлейлаксу обладали способностью выдерживать радиацию.

Безусловно, они хорошо поработали над собственным генетическим кодом. Хотя ряд биологических механизмов так и остаётся их тайной, тем не менее, многие из их достижений могут быть поняты.

**Опишите причины, по которым кожа тлейлаксу может быть непроницаема для любых оптических методов исследования. (Подсказка – необычный цвет кожи и причины, которые его вызывают) (2 балла)**

**На каком принципе работает МРТ (2 балла)? Что может помешать МРТ исследованию (2 балла)?**

**На каком принципе работает "рентген" (2 балла)? Что может блокировать распространение рентгеновских лучей и тем самым испортить снимок (2 балла)? Какие препараты / вещества подобного типа используются сейчас и для чего (1 балл)?**

**Какие из описанных выше механизмов обеспечивают иммунитет тлейлаксу, устойчивость к радиации, возможность длительной задержки дыхания (2 балла)?**

## 9. Поиск информации (междисциплинарно - творческие, 7 - 10 класс)



Юный математик решил расширить свои познания в нанотехнологиях. Вместо того чтобы пойти простейшим и наиболее оптимальным путем через посещение сайта <http://www.nanometer.ru>, он решил задать в поисковой системе Google ряд запросов, которые, по его мнению, могли бы помочь в получении необходимой информации. К сожалению, компьютерная клавиатура была частично сломана: ряд клавиш не функционировали, так что в строке поиска отразились следующие довольно странные запросы:

*ннтнлиш в ссии (1)*

*квнтвы тки ннкистллы (2)*

*nnscl sc lts (3)*

*cmisty nnmtils syntsis tis lictins (4)*

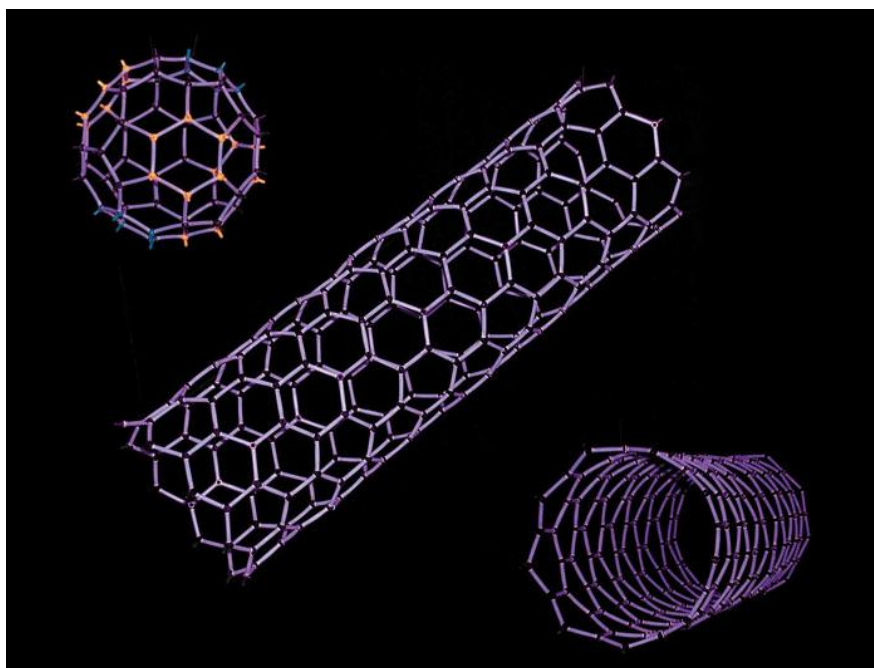
Учтите, что в случае поломки клавиши нарушается ее функционирование вне зависимости от типа раскладки (англо- или русскоязычная). Вам также должно быть известно, что поисковый запрос может не являться согласованным предложением и в ряде случаев представляет собой набор ключевых слов.

**Установите клавиши клавиатуры, которые точно сломаны и не функционируют (2 балла).**

**Восстановите текст запросов, которые вводил в поисковую строку Google юный математик (2 балла).**

**Что Вы можете сами сказать относительно информации, которая связана с расшифрованными Вами поисковыми запросами (в свободной форме) (3 балла)?**

**10. Самая тонкая: в поисках истинного фуллерена  $C_{60}$   
(междисциплинарно - творческие, 9 - 11 класс)**



С прошлой "наноолимпиады" мы продолжаем искать и анализировать "самое-самое"... При этом, как всегда, все расчеты проводим, исходя из геометрических соображений, приняв все грани рассматриваемых многогранников правильными многоугольниками, а длину всех С-С связей – равной, как в графите, 0,142 нм; размерами атомов пренебрегаем. При расчетах можно использовать теорему косинусов для трехгранного угла.

**Приведите формулу гомологического ряда самой тонкой нанотрубки (Варианты:  $C_{60+10n}$ ,  $C_{50+10n}$ ,  $C_{40+10n}$ ,  $C_{30+10n}$ ,  $C_{20+10n}$ ) (обоснуйте, 3 балла).**

**Опишите строение самой тонкой нанотрубки (2 балла).**

**Рассчитайте диаметр самой тонкой нанотрубки (3 балла).**

**Найдите (n, m) и определите тип такой нанотрубки (4 балла). Какой будет ее проводимость (1 балл)?**

**Традиционно бакибол, несмотря на диаметр 0,71 нм, относят к нанообъектам. Какова будет длина изомера  $C_{60}$  из рассматриваемого гомологического ряда (3 балла)? Является ли этот изомер  $C_{60}$  истинным нанообъектом (1 балл)?**