


**Специфика и
задач
олимпиады по**

**классификация
Всероссийской
нанотехнологиям
МГУ - ФИОП**



Часть 1
опыт и реальность

-NANO >XII
НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

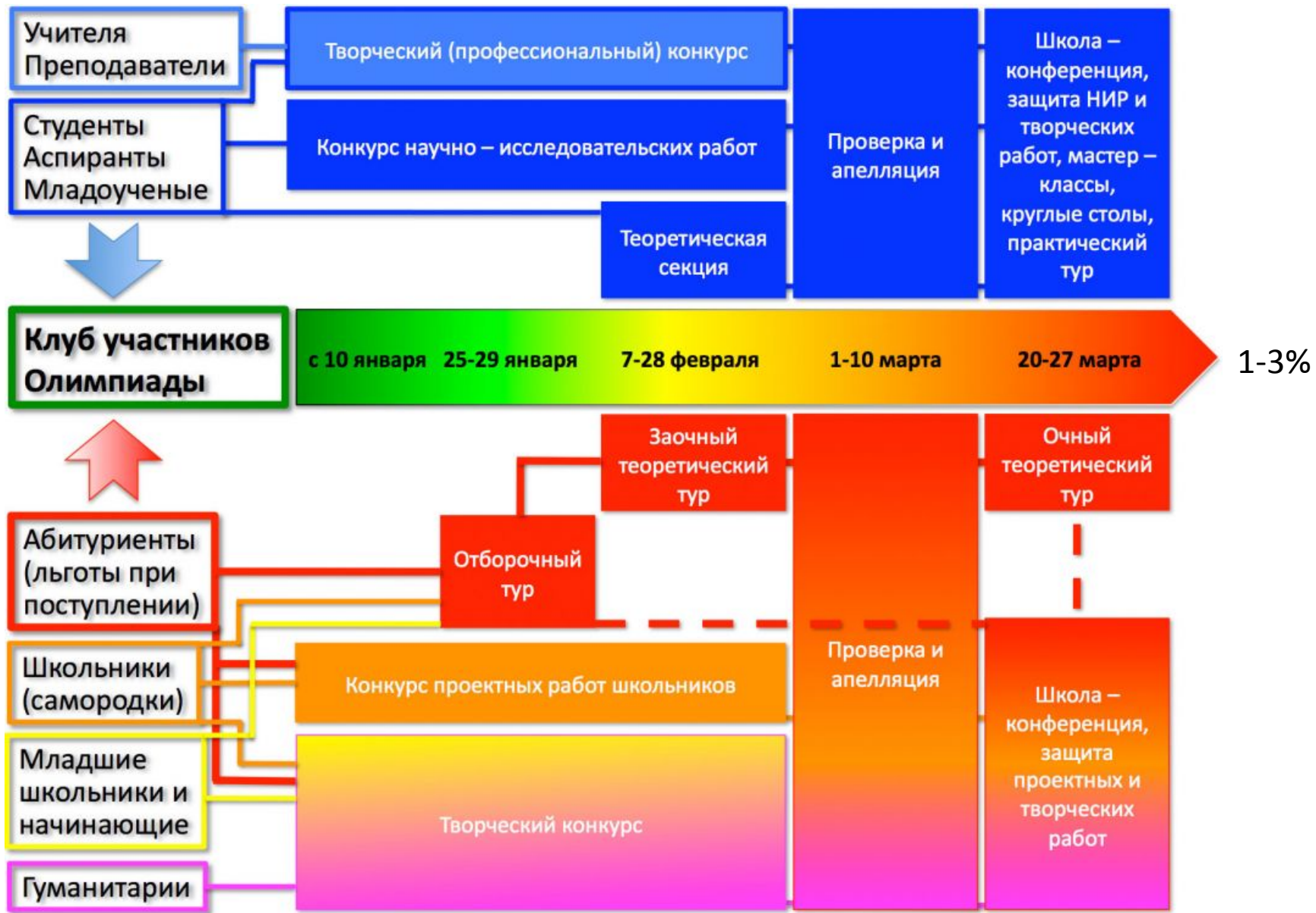
www.nanometer.ru
<http://enanos.nanometer.ru>

Е.А.Гудилин, С.Г.Дорофеев

2018

МГУ имени М.В.Ломоносова

И форум, и олимпиада...



Оргструктура



<http://enanos.nanometer.ru>



Школьники 5 – 11 классов (PCOШ)

Студенты

Аспиранты

Молодые ученые

Учителя, преподаватели, тьюторы

1 уровень PCOШ

Заочный тур: 1 декабря 2017 г. – 20 февраля 2018 г.

Очный тур: 26 - 31 марта 2018 г. (МГУ)

Новый сайт enanos.nanometer.ru

Олимпиада

Нанометр



Всероссийская интернет-олимпиада
по нанотехнологиям



[Вход](#) [Регистрация](#)

Об Олимпиаде

Новости

Регистрация

Конкурсы

Нормативные
документы

Организаторы

Партнеры

Часто задаваемые
вопросы

Архив

Рассылка

Введите Ваш email и
подпишитесь на рассылку:

Организаторы



РОСНАНО

ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Пресс-релиз

Уважаемые участники!

Приветствуем Вас на сайте XII Всероссийской Интернет-олимпиаде "Нанотехнологии - прорыв в будущее!". Организаторами Олимпиады выступают [Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова](#) и [Фонд инфраструктурных и образовательных программ](#).

Завершен заочный тур Олимпиады 2017/2018 гг. [Подведены итоги отборочного тура](#) по школьным конкурсам: Физика, Химия, Математика, Биология, "Гениальные мысли" и "Юный эрудит". [Опубликованы результаты](#) всех конкурсов для студентов, аспирантов, молодых ученых.

Очный тур пройдет с 26 по 31 марта 2018 года в МГУ имени М.В.Ломоносова. Расписание мероприятий доступно [по ссылке](#).

Рекомендуем следить за новостями и подписаться на рассылку сайта.

Желаем удачи и новых достижений всем участникам!

Оргкомитет Олимпиады



Новости



[Сертификаты журнала "Химия и жизнь"](#)

Опубликован список участников, которым направлены коды для загрузки архива журнала.

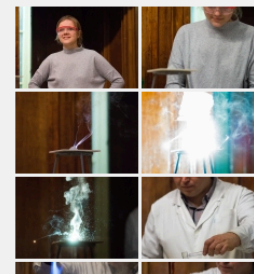
17.03.2018



[Расписание очного тура XII Олимпиады](#)

26 - 31 марта 2018 года в МГУ имени М.В.Ломоносова пройдет очный тур Олимпиады.

Фото



биология

Б

Биология для школьников

Сроки проведения: от 20.11.17 до 31.01.18

Биология

Блок теоретических заданий по **биологии для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по биологии, но и по физике, математике, химии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)

физика

Ф

Физика для школьников

Сроки проведения: от 23.11.17 до 31.01.18

Физика

Блок теоретических заданий по **физике для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по физике, но и по химии, математике, биологии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)

математика

М

Математика для школьников

Сроки проведения: от 20.11.17 до 31.01.18

Математика

Блок теоретических заданий по **математике для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по математике, но и по физике, биологии, химии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)

химия

Х

Химия для школьников

Сроки проведения: от 27.11.17 до 31.01.18

Химия

Блок теоретических заданий по **химии для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по химии, но и по физике, математике, биологии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)

Организаторы



РОСНАНО

ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

эрудиты



Юный эрудит

Сроки проведения: от 28.11.17 до 31.01.18

Юный эрудит

Блок простых задач для **младших** школьников. Лучшие школьники-младшеклассники будут приглашены на очный тур.

Отправить ответ

проекты



Гениальные мысли

Сроки проведения: от 01.12.17 до 31.01.18

Гениальные мысли

Конкурс авторефератов **школьных проектов**. Конкурс дает дополнительные баллы участникам отборочного тура по комплексу предметов "физика, химия, математика, биология" для прохождения на очный тур. Участники конкурса, прошедшие на очный тур, могут представить свои проектные работы к устной защите.

Отправить ответ

Конкурсы

статьи



Просто о сложном

Сроки проведения: от 15.11.17 до 20.02.18

Просто о сложном

Конкурс научно-популярных статей, представленных авторами на основе своих публикаций в высокорейтинговых научных журналах. В статье авторам необходимо раскрыть суть разработки и объяснить сложные аспекты своей научной работы простым языком. Конкурс проводится совместно с Автономной некоммерческой организацией "Электронное образование для nanoиндустрии" (eNANO, ФИОП).

[Отправить ответ](#)

тьюторы



Конкурс тьюторов

Сроки проведения: от 15.11.17 до 20.02.18

Конкурс Тьюторов

Конкурс руководителей школьных проектов - тьюторов.

[Отправить ответ](#)

Студенты, аспиранты...

T
Тьюторы

Конкурс тьюторов

Сроки проведения: от 05.12.16 до 20.02.17

Конкурс Тьюторов

Конкурс **руководителей** школьных проектов (тьюторов) совместно с ОЦ "Сириус" и ФИОП для проведения летней проектной смены.

C
СТАТЬИ

Просто о сложном

Сроки проведения: от 05.12.16 до 20.02.17

Просто о сложном

Конкурс **научно-популярных статей**, представленных авторами на основе своих публикаций в высокорейтинговых научных журналах. В статье авторам необходимо раскрыть суть разработки и объяснить сложные аспекты своей научной работы простым языком. Конкурс проводится совместно с eNANO (ФИОП).

S
STUDENTS

National Student Team Contest

Сроки проведения: от 05.12.16 до 20.02.17

National Student Team Contest

A competition among bachelor and master students of higher school includes solving special tasks on nanotechnology and nanomaterials subjects in English to select the best **national team members** for participation in International NanoOlympic contest on nanotechnology in Iran.



рекомендации



СИРИУС
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР



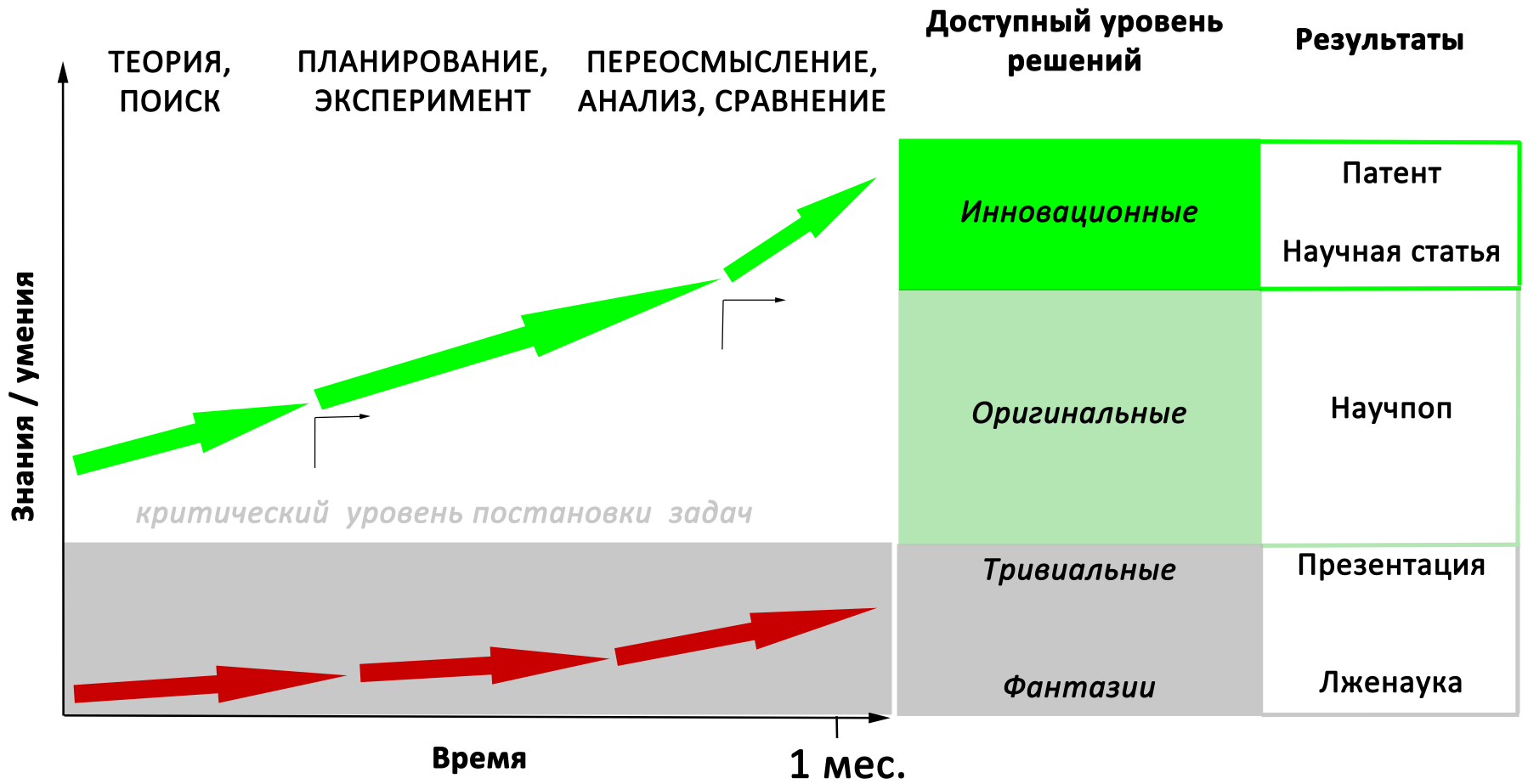
рекомендации

отбор



INO (Иран)





Эволюция Олимпиады

Классическая олимпиада

**Участники – Задания –
Проверка - Победители**



Интернет – олимпиада

«Нанотехнологии – прорыв в Будущее!»

**Интернет СМИ - Клуб участников - Самоподготовка –
Спектр заданий для всех категорий - Проверка –
Апелляция – Очная Школа (лекции, экскурсии, очный
Тур, встречи, общение) - Победители и призеры –
Торжественное закрытие – Общественное обсуждение
результатов – Разработка учебно-методических
материалов – Популяризация - ...**

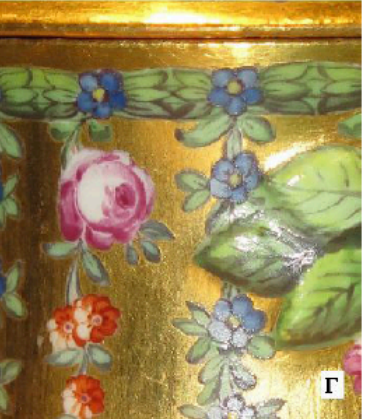


Юный эрудит (заочный тур)

Задача 1. Окрашенные предметы

Окраска предметов, представленных на фото, обусловлена содержащимися в них атомами элемента X, расположенном в Периодической системе под номером 79. Назовите элемент X на русском и латинском языках. Поставьте в соответствие приведенным описаниям фотографии предметов.

- (1) Рубиновое стекло содержит наночастицы X размером 10 – 50 нм.
- (2) Пурпурный цвет краски для росписи фарфора и фаянса также вызван частицами X размером менее 100 нм.
- (3) Металл X обладает высокой пластичностью – его можно раскатать в тончайшую фольгу. Тонкая пленка X, вплавленная в стекловидную глазурь, прочно держится на фарфоре.
- (4) Сплавы X с другими металлами имеют различную окраску. Так, например, сплав X с железом имеет белый цвет, с кадмием – серо-зеленый, с медью – красный, а с индием – синий.



Металл (элемент X) – золото, «аурум»

(1 балл)

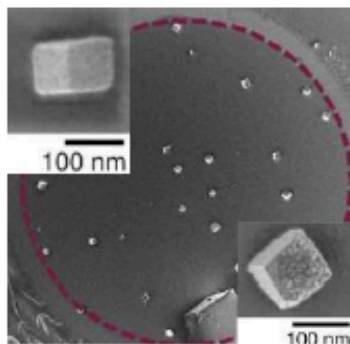
1 – Б, 2 – В, 3 – Г, 4 – А

(4 балла)



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 2. Рост наночастиц



В некотором растворе в начальный момент времени присутствуют кубические наночастицы кальцита (CaCO_3) размером 1 нм. Рассчитайте время (в минутах), за которое эти наночастицы увеличатся в 100 раз, если известно, что каждая наночастица увеличивает свою массу на $3 \cdot 10^{-15}$ мг в секунду. **(4 балла)** Во сколько раз при этом выросла площадь поверхности наночастицы? **(1 балл)**

Плотность кальцита $2,7 \text{ г/см}^3$.

Всего – 5 баллов

1) Масса наночастицы в начальный момент времени равна $m_1 = V_1 \rho = a_1^3 \rho$.

2) Масса наночастицы в конечный момент времени равна

$$m_2 = V_2 \rho = a_2^3 \rho = (100a_1)^3 \rho = 10^6 a_1^3 \rho.$$

3) $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$, $3 \cdot 10^{-15} \text{ мг/с} = 3 \cdot 10^{-21} \text{ кг/с}$, $2,7 \text{ г/см}^3 = 2700 \text{ кг/м}^3$

Время роста составляет

$$t_{\text{min}} = \frac{m_2 - m_1}{60\nu} = \frac{10^6 a_1^3 \rho - a_1^3 \rho}{60\nu} = \frac{(10^{-9})^3 \cdot 2700(10^6 - 1)}{60 \cdot 3 \cdot 10^{-21}} \approx 15 \text{ мин.}$$

4) Площадь поверхности кубической наночастицы вырастет в

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{6a_2^2}{6a_1^2} = \frac{(100a_1)^2}{a_1^2} = 10000 \text{ раз.}$$

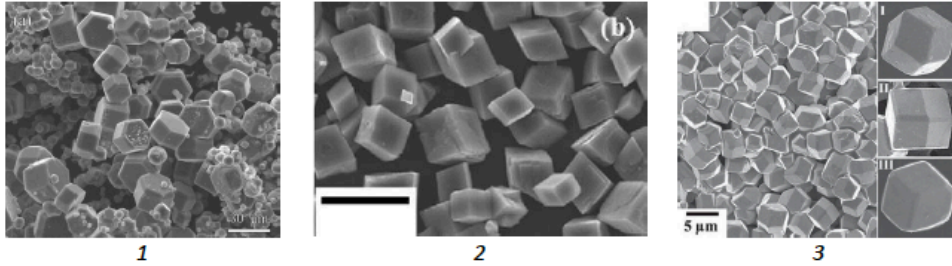


Юный эрудит (заочный тур)

Задача 3. В мире нанокристаллов

Нанокристаллы могут образовывать большое количество разнообразных геометрических форм, рассмотреть которые позволяют методы электронной микроскопии. Некоторые из таких форм показаны ниже.

Сканирующая электронная микроскопия

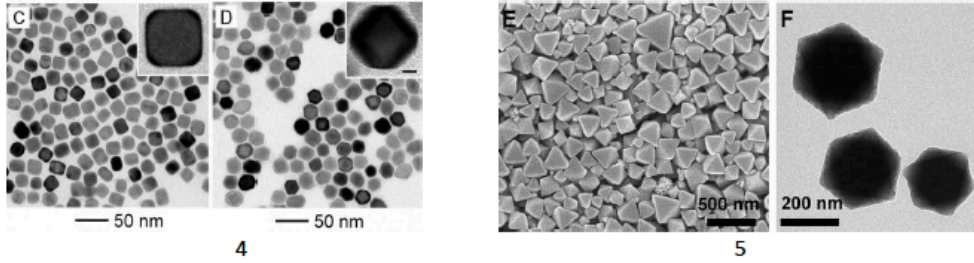


1

2

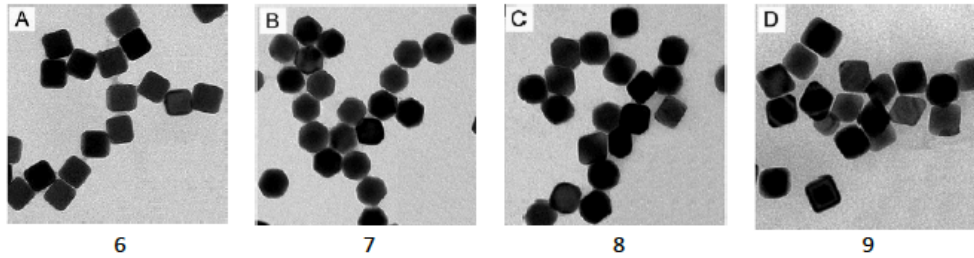
3

Провсвечивающая электронная микроскопия



4

5



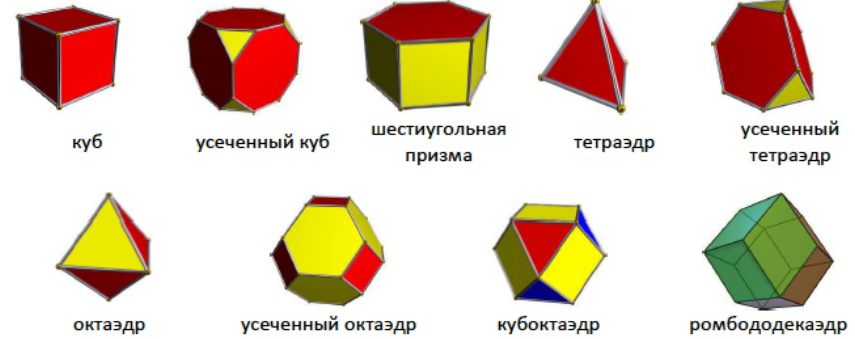
6

7

8

9

Сопоставьте изображения частиц и приведенные ниже многогранники. Учтите, при этом, что кристаллы на изображениях могут располагаться хаотически.

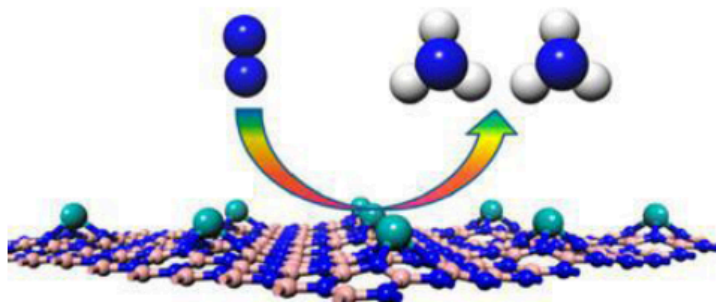


СЭМ

- 1 – шестиугольная призма;
- 2 – четырехугольная призма с основанием ромб (также засчитывались куб и упоминание грани в виде ромба);
- 3 – ромбододекаэдр.

ПЭМ

- 4 – с – куб или усеченный куб, d – ромбододекаэдр (также засчитывался кубоктаэдр, который имеет похожую проекцию);
- 5 – октаэдр (баллы также начислялись за выбор тетраэдра или усеченного тетраэдра, поскольку на микрофотографии E подавляющее большинство частиц размещено так, что видно только одну треугольную грань);
- 6 – куб (также засчитывался усеченный куб);
- 7 – кубоктаэдр (также засчитывался усеченный октаэдр);
- 8 – усеченный октаэдр (баллы также начислялись за выбор октаэдра или усеченного тетраэдра);
- 9 – октаэдр (также засчитывался усеченный октаэдр).



Одна из важнейших задач химической промышленности – превращение атмосферного азота в аммиак, из которого получают удобрения и другие полезные вещества. Ежегодно мировая промышленность производит 150 млн. тонн аммиака.

Атмосферный азот очень устойчив и плохо вступает в химические реакции, поэтому синтез аммиака проводят в очень жестких условиях – давление 200 атм, температура 500 °С. Для ускорения реакции применяют катализатор – металлическое железо и промоторы (вещества, помогающие работать катализатору) – оксиды калия, кальция и алюминия.

Однако, при участии наночастиц реакцию можно проводить и в более мягких условиях. Недавние расчеты показали, что одиночные атомы молибдена, нанесенные на монослой нитрида бора, способны эффективно ускорять превращение азота в аммиак. Реакция одной молекулы азота на одном атоме молибдена занимает около 20 с.

1. Напишите химические формулы всех веществ, которые упомянуты в тексте. (2 балла)
2. Рассчитайте, сколько тонн молибдена понадобится, чтобы за год получить 150 млн. тонн аммиака? (3 балла)

Всего – 5 баллов

1. NH_3 , N_2 , Fe, K_2O , CaO, Al_2O_3 , Mo, BN.

(по 0.25 балла за формулу)

2. За год на одном атоме Mo прореагирует $365 \cdot 86400 / 20 = 1\,576\,800 \approx 1.6$ млн. молекул N_2 , из которых образуется $1.6 \cdot 2 = 3.2$ млн. молекул NH_3 . Найдем отношение масс:

$$m(\text{NH}_3) / m(\text{Mo}) = 3.2 \cdot 10^6 \cdot 17 / 96 = 5.6 \cdot 10^5.$$

Таким образом, для синтеза 150 млн. тонн аммиака понадобится $150 \cdot 10^6 / 5.6 \cdot 10^5 =$ **270 тонн** молибдена. Причем весь металл должен быть атомизирован и нанесен на подложку из монослоя нитрида бора. Это совсем непросто и недешево, поэтому данное открытие имеет скорее фундаментальную, чем практическую ценность.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 6. Физический филворд

В поле зашифрованы 11 слов: 10 из них описаны ниже, а одно надо составить из оставшихся букв. Слова не обязательно должны быть записаны в одну линию, они могут содержать изломы (но не по диагонали). Одна буква может принадлежать только одному слову.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| О | Н | Ш | Р | К | Л | А | С | Р | Л |
| Т | И | С | Е | Д | И | Н | Т | Е | Т |
| Ф | Э | К | Ф | О | Т | Г | Е | Р | Р |
| Н | А | Н | У | Н | О | Р | О | Т | А |
| О | Т | Р | К | И | Е | И | Я | С | Н |
| С | Р | У | А | А | Б | Ц | А | И | З |
| А | М | Б | К | А | Е | Р | Р | О | М |
| О | О | П | И | Е | Я | И | Л | Н | Е |
| Р | Г | Э | Т | А | К | С | Я | А | Т |
| Н | А | Н | И | З | А | Ц | И | Н | Р |

1. Наука, занимающаяся изучением оптических сигналов и возможностью создания устройств на их основе.
2. Погрешность изображения в оптической системе, связанная с отклонением луча.
3. Явление самопроизвольного упорядочения сложной системы.
4. Миллиардная часть метра.
5. Квазичастица, которая представляет собой связанное состояние «электрон-дырка».
6. Упорядоченный рост одного кристалла на поверхности другого.
7. Физик-теоретик, придумавший эксперимент про дуального кота.
8. Полупроводниковый триод.
9. Модификация углерода, электрические свойства которой сильно зависят от структуры.
10. Устойчивое образование, состоящее из нескольких атомов или молекул.

Всего – 6 баллов

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| О | Н | Ш | Р | К | Л | А | С | Р | Л |
| Т | И | С | Е | Д | И | Н | Т | Е | Т |
| Ф | Э | К | Ф | О | Т | Г | Е | Р | Р |
| Н | А | Н | У | Н | О | Р | О | Т | А |
| О | Т | Р | К | И | Е | И | Я | С | Н |
| С | Р | У | А | А | Б | Ц | А | И | З |
| А | М | Б | К | А | Е | Р | Р | О | М |
| О | О | П | И | Е | Я | И | Л | Н | Е |
| Р | Г | Э | Т | А | К | С | Я | А | Т |
| Н | А | Н | И | З | А | Ц | И | Н | Р |

1. Фотоника
2. Абберация
3. Самоорганизация
4. Нанометр
5. Экситон
6. Эпитаксия
7. Шредингер
8. Транзистор
9. Нанотрубка
10. Кластер
11. Фуллерен

Система оценивания

Всего 6 баллов: 1 балл за слово «фуллерен» и по 0.5 балла за каждое из остальных 10 слов.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 7. Закон Мура действует?..

Известный эмпирический закон Г. Мура предсказывает удвоение количества транзисторов в микрочипах каждые два года за счет уменьшения их топологических размеров. Несмотря на физические ограничения и сложности производства, разработчикам до сих пор удается регулярно внедрять все новые и новые технологические процессы, уменьшая размер элементарных компонентов уже до единиц нанометров и наращивая, таким образом, количество транзисторов на чипе.

1. Каков предельный размер компонентов в технологическом процессе, внедренном в производство к настоящему времени? **(1 балл)**
2. Какой технологический процесс находится сейчас в стадии разработки и должен прийти ему на смену в ближайшее время? **(1 балл)**
3. Первый массовый процессор, выпущенный в 1971 г., содержал 2.3 тыс. транзисторов, а наиболее современный в 2017 г. – около 20 млрд. Действует ли все еще закон Мура? **(3 балла)**

Всего – 5 баллов

- 1 – 2. В настоящее время разработан технологический процесс с предельным размером компонентов в 7 нм, в то время как перспективный разрабатываемый процесс позволит уменьшить этот размер до 5 нм.
3. С момента выпуска первого процессора прошло ~ 46 лет. За это время удвоение числа транзисторов должно было случиться 23 раза. Ожидаемое число транзисторов к настоящему времени:

$$2300 \cdot 2^{23} \cong 19.3 \text{ млрд.}$$

Очевидно, что закон Мура продолжает действовать до сих пор!



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 8. Одноэлектронный транзистор

Одноэлектронный транзистор – транзистор нанометрового размера, в котором отдельные электроны могут управлять током транзистора. А сколько электронов протекает через обычный транзистор за $\tau = 1$ наносекунду, если ток через транзистор $I = 1$ мА?

Сколько электронов находится на обкладке конденсатора ёмкостью $C = 1$ нФ, если на него подано напряжение $U = 1$ В?

Всего – 4 балла

$$N = \frac{q}{e} = \frac{I\tau}{e} = \frac{10^{-12}\text{Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19}\text{Кл}} = 6,25 \cdot 10^6 \quad (2 \text{ балла})$$

$$N = \frac{CU}{e} = \frac{10^{-9}\text{Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19}\text{Кл}} = 6,25 \cdot 10^9 \quad (2 \text{ балла})$$



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 9. Так ли там много места?

Известно, что молекулы газа способны проникать в поры довольно малого размера. Рассчитайте количество таких молекул в цилиндрической поре длиной 100 мкм и диаметром 40 нм, если давление в ней равно 0.5 атм, а температура комнатная (298 К). Газ считать идеальным.

Всего – 5 баллов

1. Найдём объём поры:

$$V = SL = \pi R^2 L = \pi \cdot \left(\frac{40 \cdot 10^{-9} \text{ м}}{2} \right)^2 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 1.257 \cdot 10^{-19} \text{ м}^3$$

2. Количество вещества по уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$\nu = \frac{PV}{RT} = \frac{0.5 \cdot 101325 \text{ Па} \cdot 1.257 \cdot 10^{-19} \text{ м}^3}{8.314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}} = 2.57 \cdot 10^{-18} \text{ моль}$$

3. Количество молекул:

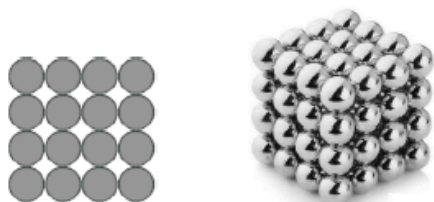
$$N = \nu N_A = 2.57 \cdot 10^{-18} \text{ моль} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} \approx 1.5 \text{ млн молекул}$$

Всего 5 баллов: Первые два действия – по 2 балла, последнее – 1 балл.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 10. Олимпиадные нанокластеры



Два школьника получили одинаковые наборы шариков и задание – сложить из них модели нанокластеров, при этом должно остаться как можно меньше шариков.

Первый школьник сложил из шариков модели нанокластеров в виде двух квадратов со сторонами $(O + 1)$ и $(4O - 5)$ шариков, лишних шариков при этом не осталось. Второй школьник сложил три модели нанокластеров: один кубик и два квадрата с ребрами, равными O . При этом у него осталось 2 шарика.

Найдите все возможные значения O . Сколько шариков при этом было в наборах? Как одно из полученных решений связано с текущей Олимпиадой?

Примечание: решения кубического уравнения являются делителями свободного члена.

Всего – 5 баллов

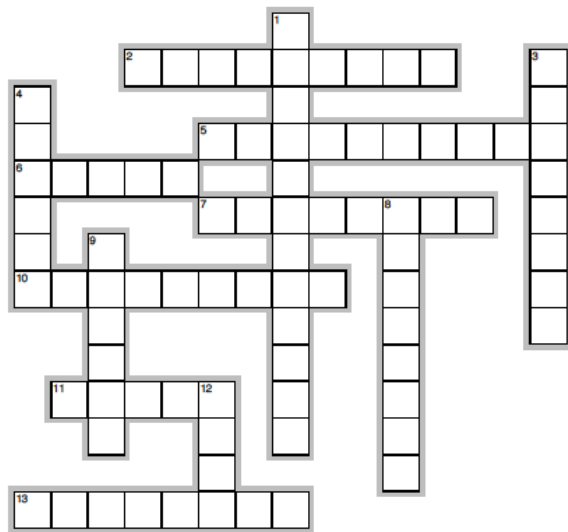
$$\begin{aligned}(O + 1)^2 + (4O - 5)^2 &= O^3 + 2O^2 + 2 \\ O^2 + 2O + 1 + 16O^2 - 40O + 25 &= O^3 + 2O^2 + 2 \\ O^3 - 15O^2 + 38O - 24 &= 0 \\ O = 2 \text{ является решением, число шариков в наборе } &2^3 + 2 \cdot 2^2 + 2 = 18. \\ O = 3, O = 4, O = 6, O = 8 \text{ не являются решением.} \\ O = 12 \text{ является решением, число шариков в наборе } &12^3 + 2 \cdot 12^2 + 2 = \underline{2018}.\end{aligned}$$

Ответ:

$$O = 2 \text{ и } 18$$

Число шариков – **12** и **2018**

2018 – год проведения очного тура 12-й Интернет-олимпиады «Нанотехнологии – прорыв в будущее!».



По горизонтали

- Исправление поврежденной молекулы ДНК.
- Участок хромосомы, необходимый для распределения гомологичных хромосом по дочерним клеткам.
- Единица генетического кода, тройка расположенных подряд нуклеотидных остатков в ДНК или РНК, кодирующая определённую аминокислоту.
- Фермент, расщепляющий молекулы нуклеиновых кислот.
- Подавление активности генов.
- Участок хромосомы, где расположен определённый ген.
- Последовательность нуклеотидов в гене, к которому присоединяется РНК-полимераза для начала транскрипции.

По вертикали

- Синтез РНК с помощью ДНК-матрицы.
- Небольшая кольцевая или линейная молекула ДНК, не включенная в состав хромосом и автономно реплицирующаяся.
- Молекула нуклеиновой кислоты, инструмент для введения генетической информации в клетку.
- Неполовая хромосома.
- Группа совместно транскрибируемых генов, кодирующих совместно или последовательно работающие белки.
- Участок молекулы ДНК или белка.

По горизонтали

- Репарация.
- Центромера.
- Кодон.
- Нуклеаза.
- Репрессия.
- Лocus.
- Промотор.

По вертикали

- Транскрипция.
- Плазмида.
- Вектор.
- Аутосома.
- Оперон.
- Сайт.

Задача 1. Отделение воды от нефти

На рисунке 1 изображен оксид графена (ОГр). Это двумерный углеродный наноматериал. Часть атомов углерода окислена. В простейшем случае окисление приводит к образованию эпоксидных групп (см. рис. 1). Формула оксида графена C_xO , где x – переменное число, зависящее от способа окисления.

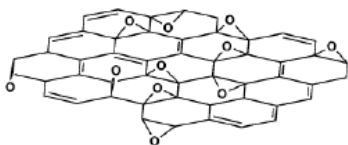


Рис. 1. Простейшая структура оксида графена.

Предполагается, что весь кислород входит в состав эпоксидных групп

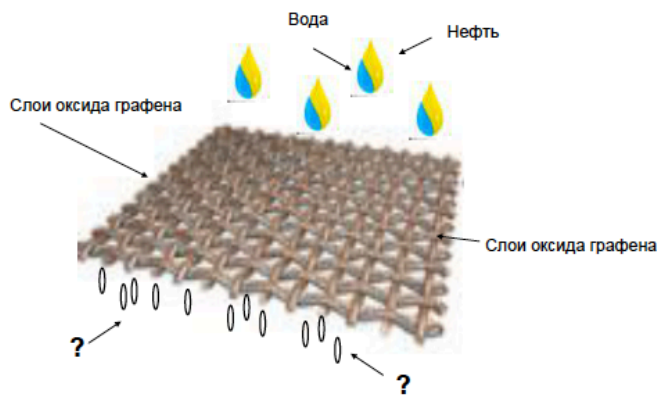


Рис. 2. Устройство для разделения воды и нефти. Металлическая сетка покрыта слоями оксида графена. Какая из жидкостей пройдет сквозь сетку?

Вопросы

1. Если в формуле ОГр $x = 6$, то какая доля (%) атомов С сохраняет sp^2 гибридизацию? (2 балла)
2. При восстановлении ОГр происходит увеличение x , а при полном восстановлении образуется графен. Хорошим восстановителем является гидразин.
 - а) Напишите уравнение реакции полного восстановления ОГр гидразином. Учтите, что азот изменяет степень окисления только на 1. (1 балл)

- б) Сколько граммов гидразина потребуется для превращения 50 мг ОГр состава C_3O в частично восстановленный ОГр с формулой $C_{13}O$? Для успешного проведения эксперимента требуется 15%-й избыток гидразина. (2 балла)

На рисунке 2 изображено устройство для отделения воды от нефти. Это стальная сетка, покрытая восстановленным ОГр.

Вот, как описывают авторы свой способ изготовления устройства:

«ОГр, приготовленный окислением исходного материала,....., растворяют в..... Стальную сетку в получившийся раствор на 24 часа, а затем на воздухе при температуре 40 °С. После этого сетку обрабатывают снизу кислородной плазмой для восстановления..... в сетке. Затем сетку обрабатывают гидразином. После этого поверхность сетки становится супер.....»

3.
 - а) Вставьте в текст, выделенный курсивом, пропущенные слова. (1,5 балла)
 - б) Если смесь воды и нефти подается сверху, что проходит сквозь сетку вниз, вода или нефть? Объясните. (2,5 балла)
 - в) При изготовлении устройства авторы сначала окисляют *исходный материал*, а затем восстанавливают его гидразином. Почему нельзя сделать проще и сразу нанести *исходный материал* на сетку? (1 балл)

Всего – 10 баллов

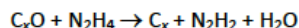
1. sp^2 гибридизацию сохраняют атомы углерода, не связанные с кислородом. Как видно на рисунке 1, каждый атом кислорода связан с двумя атомами углерода. По условию задачи, на каждый атом кислорода приходится шесть атомов углерода, следовательно, четыре из шести атомов углерода (~67%) сохраняют sp^2 гибридизацию. Правильный ответ давал **2 балла**.

2.

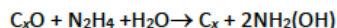
- а) Реакция с гидразином:



или



Уравнение



тоже считалось правильным ответом. Оба ответа давали **1 балл**.

- б) $13C_3O + 10N_2H_4 \rightarrow 3C_{13}O + 10N_2H_2 + 10H_2O$

$M_{C_3O} = 52$ г/моль; $M_{N_2H_4} = 32$ г/моль. Для окисления 50 мг ОГр требуется $(50 \cdot 32 \cdot 10) / (52 \cdot 13) = 23.7$ мг N_2H_4 .

С учетом избытка, $m(N_2H_4) = 23.7 \cdot 1.15 = 27.2$ мг.

Здесь оценивалась только цифра! Если цифра верная – это давало **2 балла**. Любая ошибка, даже мелкая арифметическая, снижала оценку сразу до нуля.

3.

- а) «ОГр, приготовленный окислением исходного материала, графита, растворяют в воде. Стальную сетку погружают в получившийся раствор на 24 часа, а затем сушат на воздухе при температуре 40 °С. После этого сетку обрабатывают снизу кислородной плазмой для восстановления отверстий в сетке. Затем сетку обрабатывают гидразином. После этого поверхность сетки становится супергидрофобной.» (0.25 балла за каждое слово)

Отметим типичные ошибки. Исходным материалом служил, конечно, **графит**, а не **графен**. Графит – доступный, дешевый материал, а графен, как материал, пока еще не существует. Есть лабораторные образцы, но, кто же будет их тратить на изготовление сеток? Растворителем является **вода**, а не серная кислота, как писали многие. Это важная деталь. С водой просто работать... Мало, кто догадался, что кислородная плазма восстанавливала **отверстия**. Писали, что это химическое восстановление. Зачем же тогда гидразин?

При оценке этого пункта приходилось делать округления, т.к. дробные баллы в Олимпиаде не ставились. Два угаданных слова (обычно это были самые очевидные слова: **погружают** и **сушат**) – это **0 баллов**. Три и четыре угаданных слова – **1 балл**. Пять и шесть правильных ответов были редкостью. Здесь в каждом случае вопрос решался индивидуально.

- б) После восстановления поверхность ОГр становится гидрофобной. Только нефть, но не вода способна попасть на сетку с верхней стороны. Поэтому, нефть проходит и на другую сторону, стекает вниз, а вода остается в пространстве над сеткой. Все дело в гидрофобности!

Если в ответе было четко сказано, что вниз проходит только нефть, участник получал **2 балла**. Если вдобавок давалось объяснение, то, это учитывалось при округлении. Несколько участников за вопросы 2 (а,б) получили в сумме **4 балла**.

- в) Сам *исходный материал*, графит, не растворяется ни в воде, ни в других растворителях. Нет простого способа нанести его на поверхность сетки! Наличие эпоксидных групп делает ОГр гидрофильным. При $x=2-3$ C_xO растворяется в воде, и его легко нанести на поверхность сетки ровным слоем. При изготовлении устройства гидрофильность материала является плюсом. Однако, при работе устройства гидрофильность поверхности – минус, капли воды могут садиться на поверхность и проникать сквозь сетку вниз. Восстановление снижает гидрофильность, и устройство начинает работать правильно. Чем больше x , тем лучше!

Этот вопрос оказался самым трудным. Правильных ответов почти не было. Правильный ответ давал **1 балл**.



Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 2. Покрyтия для солнечных элементов



Для создания дешевых солнечных элементов используется технология осаждения из газовой фазы тонких (порядка сотен нм) плёнок аморфного кремния. Для получения плёнок, легированных бором (В), используют осаждение из смеси газов моносилана SiH_4 и диборана B_2H_6 после термического разложения газов. Для получения контролируемой концентрации примеси, получают смесь газов в нужной пропорции. Для этого газы напускают в камеру, где происходит осаждение, из двух сосудов одинакового объема. В первом содержится силан при давлении $P_1 = 10^5$ Па и температуре $T_1 = 200^\circ\text{C}$, а во втором диборан при некотором давлении P_2 и температуре $T_2 = 20^\circ\text{C}$.

1. Каким должно быть давление P_2 , чтобы концентрация примеси в плёнке аморфного кремния составляла $n = 10^{19} \text{ см}^{-3}$? (5 баллов)
2. Какой объём газа силана потребуется пропустить через сосуд с $P_1 = 10^5$ Па и $T_1 = 200^\circ\text{C}$ для того, чтобы выросла плёнка аморфного кремния, толщиной $d = 10$ нм и площадью $S = 10 \text{ мм}^2$? (5 баллов)

Всего – 10 баллов

1. В 1 см^3 аморфного кремния содержится $5 \cdot 10^{22}$ атомов. Атомов примеси – 10^{19} , т. е. в 5000 раз меньше. С учетом того, что при термическом разложении силана $\text{SiH}_4 \xrightarrow{600-700^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{H}_2$ из одной молекулы газа образуется один атом кремния, а при термическом разложении диборана $\text{B}_2\text{H}_6 \xrightarrow{300-550^\circ\text{C}} 2\text{B} + 3\text{H}_2$ из одной молекулы диборана образуются два атома бора, следует, что молекул силана больше в 10^4 раз.

Из уравнения идеального газа $P = nkT$ следует, что

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} = 10^4, \quad P_2 = \frac{P_1 T_2}{10^4 T_1} = \frac{10^5 \text{ Па} (273 + 20)}{10^4 (273 + 200)} \approx 6,2 \text{ Па}$$

2. Объём газа найдем из основного уравнения идеального газа $V = \frac{\nu RT_1}{P_1}$.
Количество вещества будет тем же, что и в плёнке аморфного кремния:

$$\nu = \frac{N_{a-\text{Si}}}{N_A} = \frac{\rho V}{N_A m_0} = \frac{\rho S d}{N_A m_0} = \frac{4,9 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3} \cdot 10^{-7} \text{ см}^3}{6,0 \cdot 10^{23}} \approx 8 \cdot 10^{-9} \text{ моль}$$

$$V = \frac{\nu RT_1}{P_1} = \frac{8 \cdot 10^{-9} \text{ моль} \cdot 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 473 \text{ К}}{10^5 \text{ Па}} = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3 = 0,3 \text{ мм}^3 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3$$



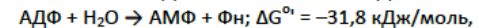
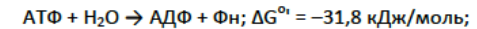
Афанасий Тимофеевич Филимонов прибывает на станцию Энергетическая с двумя чемоданами. Он становится возле дверей, а мимо него пробегают Парамон, а потом снова и снова. И тут – вот это поворот! – у Афанасия Тимофеевича уже три чемодана!

1. Расскажите, кто такие Афанасий Тимофеевич и Парамон, что представляют собой чемоданы и станция, а также какой поворот имеется в виду. **(1 балл)**
2. Сколько Парамонов должно пробежать мимо Афанасия Тимофеевича, чтобы он получил третий чемодан? **(2 балла)**
3. Сколько господин Филимонов может выручить, продав третий чемодан? За сколько может продать второй, когда у него осталось только 2 чемодана? Сколько он может получить, продавая последний чемодан? **(1 балл)**
4. Как мы видели, третий чемодан Афанасий Тимофеевич получает в дверях станции Энергетическая. А где еще ему могут выдать третий чемодан? **(1 балл)**
5. Как Афанасий Тимофеевич может получить второй чемодан, когда у него есть только один? **(2 балла)**

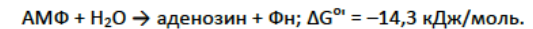
Пожалуйста, при ответе ставьте номер вопроса, на который вы отвечаете.

Всего – 7 баллов

1. А.Т. Филимонов — молекула АТФ, Парамон — протон, проходящий через канал АТФ-синтазы, чемоданы — остатки фосфорной кислоты, станция Энергетическая — митохондрия (потому что энергетическая станция). Поворот — поворот гамма-субъединицы F1-комплекса АТФ-синтазы.
2. Для синтеза молекулы АТФ из АДФ должен произойти полный поворот гамма-субъединицы и пройти 3 протона через канал (по некоторым данным — 4). При полном обороте γ -субъединицы синтезируются три молекулы АТФ т. к. на F1 имеются 3 сайта связывания АДФ. При этом γ разных организмов из межмембранного пространства в матрикс проходит от 10 до 14 протонов — по числу с-субъединиц F0.
3. Молекула АТФ содержит две макроэргические фосфатные связи, при гидролизе которых высвобождается значительное количество свободной энергии:

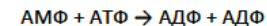


Отщепление последней фосфатной группы от молекулы АМФ приводит к значительно меньшему высвобождению свободной энергии:



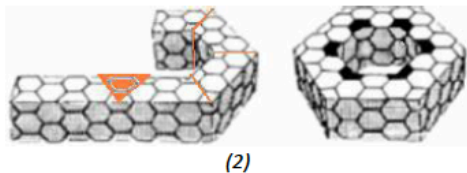
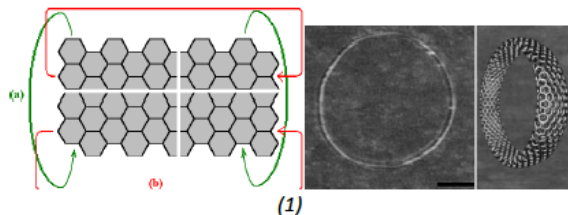
Последний чемодан получается в два раза дешевле.

4. В результате субстратного фосфорилирования, например в ходе гликолиза. Фотофосфорилирование — градиент протонов создается за счет процесса фотосинтеза.
5. В результате аденилаткиназной реакции:



Реакция обратимая, как правило идет в обратную сторону в мышцах при утомлении (расходе большого количества АТФ и накоплении АДФ).

Задача 8. Наноторы из нанотрубок: от больших к самому маленькому



Если вырезанную из листа графена фигуру (рис. 1) свернуть и затем склеить по горизонтальному «шву» как показано на рис. 1 (а), то мы получим углеродную нанотрубку. Сгибая эту трубку и склеивая ее торцы (рис. 1 (б)), мы получаем углеродный нанотор, состоящий исключительно из шестиугольных граней.

Для любых торов величина $\chi = V - E + F$ (где V , F , E – количество вершин, граней и ребер, соответственно), называемая Эйлеровой характеристикой, является постоянной.

1. Допустим, нанотор (1) содержит m шестиугольников. Рассчитайте, сколько вершин n и ребер E он имеет. (1 балл) Найдите χ для тора. (1 балл)
2. Выведите формулу, описывающую в общем виде зависимость n для произвольного нанотора, содержащего пяти-, шести- и семиугольные грани, от числа граней каждого типа. Основываясь на полученном значении χ , определите, существуют ли для наноторов (как в случае фуллеренов) ограничения на количество нешестиугольных граней? (2 балла)

Хотя при получении нанотора (1) склейка (а) листа графена в нанотрубку не меняет длины ребер в шестиугольниках, склейка (б) невозможна без их искажения. Однако, если из нанотрубки удалить 6 сегментов, как показано на рис. 2, то можно получить тор (нанотор (2)) без искажений длин ребер. При этом в местах удаления сегментов образуются пяти- и семиугольники, число которых будет постоянно для всех наноторов такого типа (см. задачу, «Углеродный нанобублик»).

3. Установите формулы (число атомов углерода) самых маленьких торов первого и второго типов. (2 балла) Постройте их развертки на плоскости (как показано на рис. 1). (4 балла)

Всего – 10 баллов

1.
 - 1) Каждая шестиугольная грань имеет 6 вершин, но каждая вершина принадлежит одновременно трем граням: $V = n = 6/3m = 2m$.
 - 2) Каждая шестиугольная грань имеет 6 ребер, но каждое ребро принадлежит одновременно двум граням: $E = 6/2m = 3m$.
 - 3) Подставляя полученные ранее величины, получаем $\chi = V - E + F = 2m - 3m + m = 0$. (Сравните с $\chi = 2$ для выпуклых многогранников, в частности, для фуллеренов).
2. Запишем общее число граней $F = F_5 + F_6 + F_7$.

Тогда, аналогично п.1: $E = 5F_5/2 + 6F_6/2 + 7F_7/2$ и $n = V = 5F_5/3 + 6F_6/3 + 7F_7/3$.

Запишем выражение, описывающее Эйлерову характеристику для тора:

$$\begin{aligned}
 5F_5/3 + 6F_6/3 + 7F_7/3 - (5F_5/2 + 6F_6/2 + 7F_7/2) + F_5 + F_6 + F_7 &= 0 \\
 5F_5/3 + 2F_6 + 7F_7/3 - 2,5F_5 - 3F_6 - 3,5F_7 + F_5 + F_6 + F_7 &= 0 \\
 5F_5/3 + 7F_7/3 - 2,5F_5 - 3,5F_7 + F_5 + F_7 &= 0 \\
 10F_5 + 14F_7 - 15F_5 - 21F_7 + 6F_5 + 6F_7 &= 0 \\
 F_5 - F_7 &= 0.
 \end{aligned}$$

Таким образом, число шестиугольных граней может быть произвольным, ограничений на него не накладываемся, число пятиугольников равно числу семиугольников.

3.
 - 1) Тип (1). Чтобы склейка была ровной, число шестиугольников в «выкройке» по каждому из направлений должно быть четным. Таким образом, минимальное число шестиугольников – 4, тогда число вершин $V = 2F_6 = 8$. Отметим, что в реальности такой тор не может существовать из-за огромных искажений С-С связей. Развертку см. рисунок в начале.
 - 2) Тип (2). Шесть «удаляемых» сегментов дают нам $F_5 = F_7 = 6 \cdot 2 = 12$ граней каждого типа. Тогда $V = 5 \cdot 12/3 + 6F_6/3 + 7 \cdot 12/3 = 48 + 2F_6$. Наименьшее число шестиугольных граней равно нулю, тогда число атомов углерода составит $n = 5 \cdot 12/3 + 7 \cdot 12/3 = 48$. Таким образом, минимальный нанотор без искажений связей имеет формулу C_{48} и состоит целиком из 12 пятиугольных и 12 семиугольных граней. Очевидно, что семиугольные грани находятся «внутри» бублика, а пятиугольные – «снаружи», следовательно, комбинируя их можно построить развертку (см. рисунок в начале).



Конкурс тьюторов (заочный тур)

Форма заявки на участие в конкурсе – паспорт проекта

Паспорт проекта предоставляется на конкурсной основе для отбора лучших руководителей проектных команд школьников и рассматривается как внутренний конфиденциальный конкурсный документ (не публикуется на сайте, школьникам не передается). Файл заявки в формате pdf необходимо загрузить на сайт Олимпиады в раздел Конкурсы – «Конкурс тьюторов», предварительно создав личный профиль на сайте Олимпиады или отредактировав (обновив) существующий.

Часть А. Идентификационная.

A1. Автор-руководитель проекта (не оценивается)

Фамилия, имя, отчество куратора проекта полностью.

A2. Статус, ученая степень (до 5 баллов)

Указывается текущий статус в настоящий момент (студент, аспирант, преподаватель и др.) и ученая степень (при наличии).

A3. Организация (до 5 баллов)

Место учебы / работы.

A4. Перечень достижений в науке, технике, работе со школьниками, опыт образовательной деятельности (до 10 баллов)

Краткое жизнеописание. Объем – до 2000 знаков.

A5. Координаты для связи (не оценивается)

Телефон, адрес электронной почты, сайт, соцсети (при наличии).

A6. Название проекта (до 1 балла)

A7. Краткая аннотация проекта (до 3 баллов)

Объем – до 1000 знаков.

A8. Научно-популярное описание проекта (до 8 баллов)

Примерная структура блока: введение, состояние дел в предметной области проекта, актуальность, новизна, цель, задачи, рисунки, список источников. Объем – до 5 000 знаков.

A9. Целевая аудитория школьников (не оценивается)

Указывается, для школьников каких классов предназначен проект. По умолчанию предполагается, что проект будет реализован группой из 5 – 6 школьников.

Часть Б. Материально-техническая и методическая.

Б1. Методы работы со школьниками (до 10 баллов)

Краткое описание образовательных технологий, конкретных методических и психологических приемов, которые куратор планирует использовать в проекте для работы со школьниками. Также указываются способы организации самостоятельной работы школьников, целеполагание, описание методов развития самостоятельности и творчества школьников, описание задач, на решение которых направлен проект, и навыков, которые будут получены участником проекта в результате выполнения. Объем – до 3000 знаков.

Б2. Оборудование (до 5 баллов)

Приводится описание оборудования, необходимого для реализации проекта. Может быть представлено в виде таблицы:

| № | Оборудование, запросы на прототипирование или сборку из готовых составляющих | Описание, цели использования |
|---|--|------------------------------|
| | | |

Б3. Материалы (до 5 баллов)

Перечень необходимых реактивов, расходных материалов, программного обеспечения, стандартных инженерных компонентов и составляющих, требуемых для реализации проекта. Может быть представлено в виде таблицы:

| № | Реактивы, материалы, компоненты, описание, номенклатура, количество | Форма использования, цели использования |
|---|---|---|
| | | |

Б4. Предостережения по технике безопасности (до 2 баллов)

Объем – до 2000 знаков.

Часть В. Научно-исследовательская (опытно-конструкторская).

В1. Предполагаемый план-график выполнения проекта (до 20 баллов)

Следует предоставить расписанный по дням краткий план реализации проекта, включая теоретическую, экспериментальную часть, темы дополнительных вопросов и домашних заданий для самостоятельной работы школьников, подготовку отчета и презентации. План должен быть привязан к задачам выполнения проекта и вести к достижению основной цели проекта, выполнение самостоятельной работы должно согласовываться с предложениями в пункте Б1. При планировании желательно обозначить блоки / стадии по (1) анализу предмета темы работы и современного состояния дел с участием школьников и выбора ими путей решения задач, (2) получению веществ и материалов школьниками, (3) разработке конструкции прототипа школьниками, (4) созданию / сборке устройства или опытного образца школьниками, (5) испытанию / анализу образца / прототипа с участием школьников, (6) сопоставлению с аналогами самими школьниками, (7) анализу перспектив практического / коммерческого использования в результате самостоятельной работы школьников. План-график может быть представлен в виде следующей таблицы (примерное количество дней для выполнения проекта – 21):

| День | Стадия, название работ и связь с решаемыми задачами | Описание (смысл) работ | Кратное описание видов самостоятельной работы школьников по каждому этапу-стадии, включая перечень домашних заданий | Примечания |
|------|---|------------------------|---|------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| ... | | | | |
| 21 | | | | |

Часть Г. Отчетная.

Г1. Методы проведения школьниками анализа результатов и их сопоставления с аналогами / близкими известными разработками (до 5 баллов)

Необходимо описать, как планируется организовать работу школьников по анализу полученных результатов, поиску и сопоставлению с аналогами, защите новизны сделанной ими разработки с проведением оценочного анализа себестоимости разработки, возможных путей ее производства, внедрения, доступности рынка для коммерциализации и рекламы. Школьники должны практически получить простейшие представления по маркетинговым исследованиям и технопредпринимательству. Объем – до 2000 знаков.

Г2. Методы подготовки отчета и презентации школьниками на конференции (до 3 баллов)

Перечень рекомендаций по подготовке школьником презентации и ключевым пунктам возможного выступления на конференции. Объем – до 1000 знаков.



<http://enanos.nanometer.ru>