



Юный эрудит

Юный эрудит

Категория участников: школьники 5-7 классов

Блок простых задач для **младших** школьников. Лучшие школьники-младшеклассники будут приглашены на очный тур в Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова.

Задания

1. Нанотрубки в стихах

Завершите каждое четверостишие. 1. Нанотрубке она Придаёт уникальность. Это свёртки длина, Что зовётся 2. Как на свойства влияет Можно выразить так: Слабо ток пропускает – Тип у трубки – ... 3. Проводимость металла Детектируют если, Про источник сигнала Говорят как о

2. Углеродный многоугольник

Ученые из Оксфордского университета и лаборатории IBM в Цюрихе экспериментально обнаружили новую модификацию углерода: карбиновое кольцо, о чем сообщили в статье, опубликованной в журнале Science. Эта модификация представляет собой 18-угольник из атомов углерода...

3. Фуллереновая матрешка

Рассмотрим некоторое семейство высокосимметричных фуллеренов, общее число атомов углерода в которых можно представить в виде $N = 20(n^2 + nm + m^2)$, где n и m – некоторые целые неотрицательные числа. На рис. в файле задачи представлена фуллереновая матрешка...

4. Удивительный Лунтик

Сказочное существо Лунтик — герой мультиков, любимый многими детьми. Он родился (вылупился из яйца) на Луне и свалился на Землю, где и остался жить. Кроме того, что он

очень добрый, он обладает рядом удивительных качеств, которые делают его совершенно уникальным существом...

5. Окраска стекол

Окраска стекол в желтый, оранжевый и красный цвет может быть достигнута образованием в них наночастиц металлов и полупроводников. Стекла, окрашиваемые наночастицами сульфида и селенида кадмия, стали массово производить только в XX веке...

6. Структура определяет свойства

Перед вами два списка: первый содержит микрофотографии структуры неких материалов, а второй демонстрирует свойства, определяемые этой микроструктурой. Соотнесите объекты из двух списков, опишите взаимосвязь между демонстрируемым свойством и структурой...

7. Целочисленная наноматематика

Дайте ответ в виде натурального числа на следующие вопросы (рисунки в начале задачи помогут вам вспомнить необходимые геометрические формы). а) Какова сумма двух чисел x и y , зашифрованных в выражении $1 \text{ м} = 10^x \text{ мкм} = 10^y \text{ нм}$? б) Сколько десятков ангстрем в нанометре?...

8. Сокровища маленького гнома

Наногномик Вася добыл нанокристаллы золота и серебра и, прежде чем поместить их в сокровищницу, решил узнать, нанокристаллы какой формы у него есть. Для этого он при помощи электронного микроскопа сделал микрофотографии новой партии...

9. Кто быстрее?

Какая из двух наночастиц, помещенных одновременно в пробирку с водой, быстрее осядет на дно: золотая ($\rho_1 = 19.3 \text{ г/см}^3$) радиусом $r_1 = 60 \text{ нм}$ или кремниевая ($\rho_2 = 2.3 \text{ г/см}^3$) радиусом $r_2 = 240 \text{ нм}$? Можно ли изменить порядок осаждения этих наночастиц путем замены жидкости в пробирке?..

10. Золото в стекле

В стекле "золотой рубин" по данным химического анализа обнаружено золото в количестве 50 ppm (50 частей на миллион) по массе. Используя фотографию одной из

наночастиц и считая ее сферической, оцените: а) число наночастиц в одном кубическом сантиметре стекла...

11. Животные - нанотехнологи

1. Какие из указанных на рисунке животных используют «нанотехнологические» приспособления? 2. Укажите, какие именно это приспособления (структуры частей тела) и как они используются животными...

12. Кое-что общее

В файле задачи представлено 4 изображения А - Г. 1. Напишите, что изображено на каждой из размещенных картинок. 2. Подумайте, что общего у этих объектов в названии? Почему они называются именно так?..

13. Прививка для друзей

Изобретение прививок позволило человечеству справиться со многими болезнями, значительно улучшив качество жизни и продлив ее срок. Несмотря на всю пользу прививок многие дети их боятся, в результате чего писатели и мультипликаторы создают различные рассказы и мультфильмы...

14. Нанокроссворд

По горизонтали. 3. Рис. 3г, самый легкий металл, основа для 11г. 4. Рис. 4г, лауреат Нобелевской премии по химии 2019 года, автор 12в для 11г. 6. Рис. 6г, материал для электрода в 11г, противоположного 12в. 11. Рис. 11г, неотъемлемый элемент большинства современных гаджетов...



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 1. Нанотрубки в стихах

Завершите каждое четверостишие.

1. Нанотрубке она
Придаёт уникальность.
Это свёртки длина,
Что зовётся
(1 балл)
2. Как на свойства влияет
Можно выразить так:
Слабо ток пропускает –
Тип у трубки –
(1 балл)
3. Проводимость металла
Детектируют если,
Про источник сигнала
Говорят как о
(1 балл)
4. Если трубки послойно
Сидят как одежда,
То конструкция стройно
Зовётся
(1 балл)
5. Если лист графена скручен
Как ракушка у улиток,
Нанотрубку мы получим
Со структурой типа
(1 балл)

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 1. Нанотрубки в стихах

Завершите каждое четверостишие.

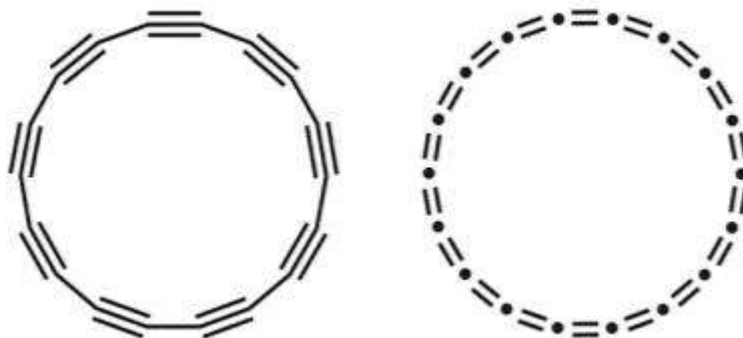
1. Нанотрубке она
Придаёт уникальность.
Это свёртки длина,
Что зовётся **хиральность**.
2. Как на свойства влияет
Можно выразить так:
Слабо ток пропускает –
Тип у трубки – **зигзаг**.
3. Проводимость металла
Детектируют если,
Про источник сигнала
Говорят, как о **кресле**.
4. Если трубки послойно
Сидят как одежда,
То конструкция стройно
Зовётся **матрёшка**.
5. Если лист графена скручен
Как ракушка у улиток,
Нанотрубку мы получим
Со структурой типа **свиток**.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 2. Углеродный многоугольник

Ученые из Оксфордского университета и лаборатории IBM в Цюрихе экспериментально обнаружили новую модификацию углерода: карбиновое кольцо, о чем сообщили в [статье](#), опубликованной в журнале Science. Эта модификация представляет собой 18-угольник из атомов углерода. Авторы предложили две возможные структуры для молекулы – полииновую и кумуленовую:



*Рис.1. Возможные структуры циклической молекулы из 18 атомов углерода.
Katharina Kaiser et al. / Science, 2019*

1. Какая из структур называется полииновой, а какая кумуленовой? **(1 балл)**
2. С помощью циркуля, линейки и транспортира постройте правильный 18-угольник на бумаге. Кратко опишите последовательность действий. **(2 балла)**
3. Считая длины всех углеродных связей одинаковыми и равными 0.13 нм, найдите периметр 18-угольника с такой длиной стороны. **(1 балл)**
4. С помощью какого микроскопа удалось сделать это открытие? Можно ли обнаружить такое кольцо в современный оптический микроскоп? Ответ поясните. **(3 балла)**

Всего – 7 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 2. Углеродный многоугольник

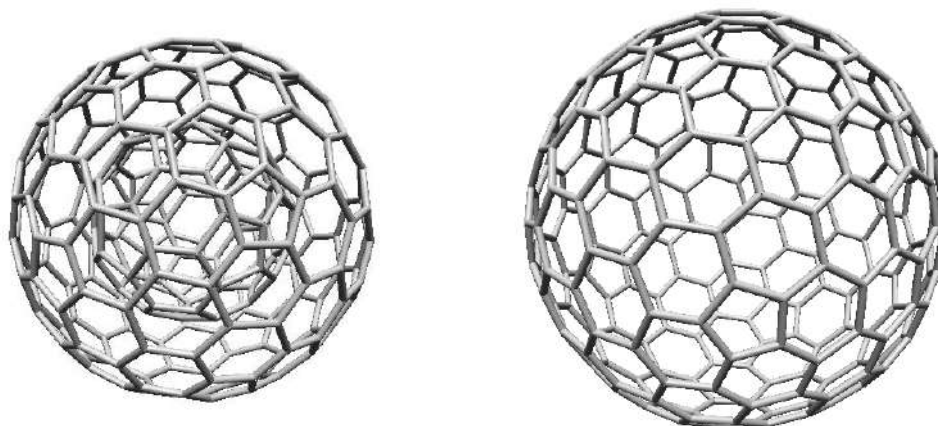
1. Левая структура – полииновая (чередующиеся одинарные и тройные связи), правая – кумуленовая.
2. Строим окружность произвольного радиуса. Далее нам нужно отложить угол в $360^\circ/18 = 20^\circ$ с помощью транспортира из центра окружности. Лучи пересекают окружность в 2-х точках. Соединив точки, получим одну из 18-ти сторон. Раствором циркуля можем отложить остальные стороны.
3. $P = 18 \cdot 0,13 \text{ нм} = 2,34 \text{ нм}$.
4. Даже самые современные оптические микроскопы не позволяют рассмотреть предметы, размеры которых меньше длины волны излучения. Это ограничение носит название дифракционного предела. Для видимого света этот предел составляет 200-300 нм, поэтому более мелкие предметы рассмотреть в оптический микроскоп нельзя.

Открытие углеродного восемнадцатигугольника было сделано с помощью атомно-силового микроскопа, который «прощупывает» тонким зондом поверхность. Чувствительность этого метода позволяет обнаружить на поверхности объекты толщиной в единицы и доли единиц нанометров.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 3. Фуллереновая матрешка



$C_{60} + C_{180}$

=

C_{240}

Рассмотрим некоторое семейство высокосимметричных фуллеренов, общее число атомов углерода в которых можно представить в виде

$$N = 20(n^2 + nm + m^2),$$

где n и m – некоторые целые неотрицательные числа.

1. На рисунке представлена фуллереновая матрешка, внутренний фуллерен которой состоит из 60 атомов, а внешний – из 180. Какие пары значений n и m отвечают каждому из них? **(2 балла)**

Фуллерены с одинаковым общим числом атомов N , но разными значениями n и m называются изомерами.

2. Известно, что существует фуллерен (см. рис.), изомерный рассматриваемой матрешке. Определите для него значения n и m . **(2 балла)**

Всего – 4 балла



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 3. Фуллереновая матрешка

1. По условию, общее число атомов углерода в каждом из икосаэдрических фуллеренов, формирующих матрешку, можно представить в виде

$$N = 20(n^2 + nm + m^2).$$

Тогда, чтобы найти (n, m) для «внутреннего» фуллерена матрешки, запишем уравнение:

$$\begin{aligned} 20(n^2 + nm + m^2) &= 60, \\ n^2 + nm + m^2 &= 3. \end{aligned}$$

Полученное число не является квадратом целого числа. Поскольку

$$1^2 < 3 < 2^2,$$

то, как минимум, один из параметров (n, m) равен 1:

$$\begin{aligned} 1^2 + 1 \cdot m + m^2 &= 3, \\ m + m^2 &= 2, \\ \text{следовательно, } n = m = 1 \quad (3n^2 &= 3). \end{aligned}$$

Тогда, чтобы найти (n, m) для «внешнего» фуллерена матрешки, запишем уравнение:

$$\begin{aligned} 20(n^2 + nm + m^2) &= 180, \\ n^2 + nm + m^2 &= 9 = 3^2. \end{aligned}$$

Полученное уравнение имеет целочисленное решение только в том случае, когда один из параметров (n, m) равен нулю:

$$n = 3, m = 0 \text{ (или, что равноценно, } n = 0, m = 3).$$

2. Чтобы найти (n, m) для фуллерена, изомерного матрешке, запишем уравнение:

$$\begin{aligned} 20(n^2 + nm + m^2) &= 60 + 180 = 240, \\ n^2 + nm + m^2 &= 12 = 3 \cdot 2^2. \end{aligned}$$

$$\text{Значит, } n = m = 2.$$



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 4. Удивительный Лунтик



Сказочное существо Лунтик — герой мультиков, любимый многими детьми. Он родился (вылупился из яйца) на Луне и свалился на Землю, где и остался жить. Кроме того, что он очень добрый, он обладает рядом удивительных качеств, которые делают его совершенно уникальным существом. Например, он живет на суше, но может и сколь угодно долго находиться под водой, умеет взбираться по совершенно гладким листикам растений, гуляет при любой температуре на улице и ему не страшен даже вакуум.

1. Пофантазируйте и напишите, какие особенности физиологии и клеточной биологии лежат в основе всех перечисленных способностей Лунтика. **(6 баллов)**
2. К какой таксономической группе животных Вы бы его отнесли? Ответ поясните. **(4 балла)**

Всего – 10 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 4. Удивительный Лунтик

1. Вопрос творческий и фантастический. Главное при ответе — это проявить знание физиологии и зоологии и логично обосновать свои предположения.

У Лунтика, по-видимому или большая жизненная емкость легких, или большая O_2 -связывающая способность гемоглобина на фоне высокой концентрации гемоглобина в крови, обеспечивающие ему длительное поступление кислорода в кровь из легких и из крови в ткани при нахождении в воде. Можно предположить, что у Лунтика вообще не кровь, а некоторая O_2 -связывающая жидкость, которая связывает и переносит намного больше кислорода, чем расходуется из крови на нужды клеток при жизни на суше. Еще возможный вариант, подтверждаемый способностью Лунтика находится в вакуумных условиях, — это полное отсутствие потребности клеток в кислороде. Например, все клетки могут получать энергию не за счет использования митохондриями кислорода, а за счет анаэробного процесса, например, гликолиза. Можно, конечно, предположить, что Лунтик под водой эффективно переходит с легочного дыхания на жаберное, а на суше жабры не пересыхают за счет густой особой шерсти Лунтика, прикрывающей жаберные щели. Умение карабкаться по гладким поверхностям у Лунтика может быть благодаря мельчайшим волоскам с присосками на кончиках, а способность гулять при любой температуре — за счет теплокровности и поддержания собственной температуры тела. Выживание в условиях вакуума может быть из-за высокой устойчивости тканей Лунтика к перепадам внешнего давления и полному отсутствию давления, а также за счет клеточной способности получать энергию в бескислородной среде.

2. Судя по фенотипическим особенностям Лунтика — шерсть, наличие щек и губ, количество конечностей, умение поддерживать свою температуру тела — он близок к млекопитающим, а то, что он вылупился из яйца, можно отнести к принадлежности Лунтика к ранним яйцекладущим млекопитающим.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 5. Окраска стекол

Окраска стекол в желтый, оранжевый и красный цвет может быть достигнута образованием в них наночастиц металлов и полупроводников. Стекла, окрашиваемые наночастицами сульфида и селенида кадмия, стали массово производить только в XX веке.

Ниже приведены фотографии четырех объектов, выполненных из окрашенного стекла, таблица, в которой указаны возможные причины окраски стекол, и спектры поглощения стекол.



А



Б

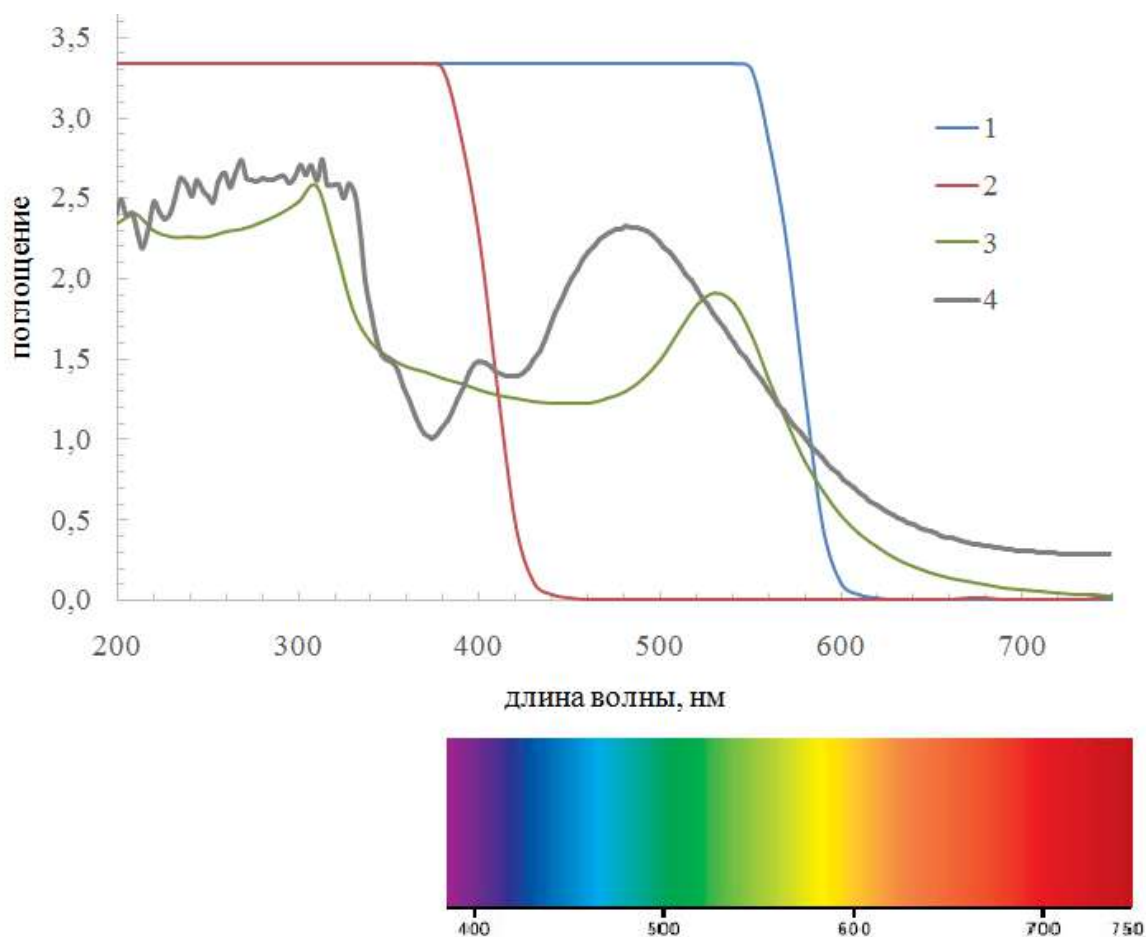


В



Г

	Краткое описание
I	Стекло содержит сферические наночастицы золота, дающие плазмонный резонанс
II	Стекло содержит биметаллические наночастицы формы, отличной от сферической, дающие плазмонный резонанс
III	Стекло содержит наночастицы с полупроводниковыми свойствами



Спектры поглощения (внизу приведена оптическая шкала)

Считайте, что все приведенные стекла содержат в себе наночастицы металлов или полупроводников.

Обратите внимание на то, что мы видим свет, который прошел сквозь стекло, то есть не был поглощен им.

Соотнесите названия объектов с фотографиями, спектрами и кратким описанием. Ответ оформите в виде найденного соответствия букв, римских и арабских цифр. **(6 баллов)**

Название предмета	Обозначение фото	Номер спектра	Номер краткого описания
Ваза из стекла "селеновый рубин"			
Ваза из желтого сульфидно-селенидного стекла			
Кубок Ликурга			
Кубок стекла "золотой рубин", рецептура Иоганна Кункеля, кон. XVII в			

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 5. Окраска стекол

Название предмета	Обозначение фото	Номер спектра	Номер краткого описания
Ваза из стекла "селеновый рубин"	А	1	III
Ваза из желтого сульфидно-селенидного стекла	Б	2	III
Кубок Ликурга	Г	4	II
Кубок стекла "золотой рубин", рецептура Иоганна Кункеля, кон. XVII в	В	3	I



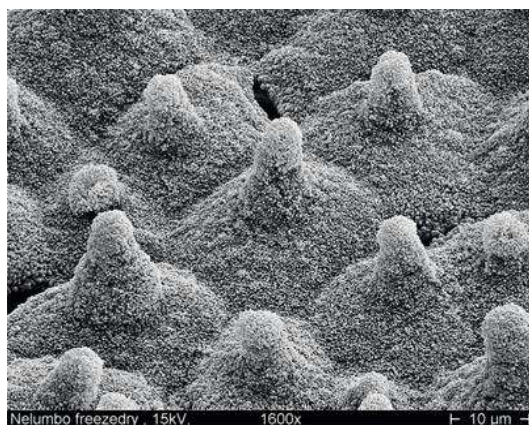
Юный эрудит (заочный тур)

Задача 6. Структура определяет свойства

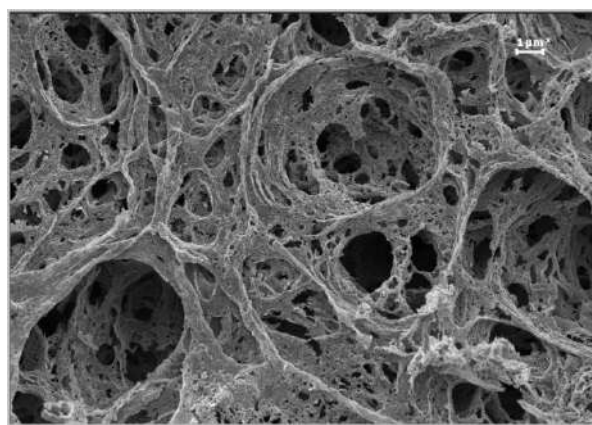
Перед вами два списка: первый содержит микрофотографии структуры неких материалов, а второй демонстрирует свойства, определяемые этой микроструктурой.

Соотнесите объекты из двух списков, опишите взаимосвязь между демонстрируемым свойством и структурой. Кратко объясните Ваш выбор. **(5 баллов)**

Материалы:



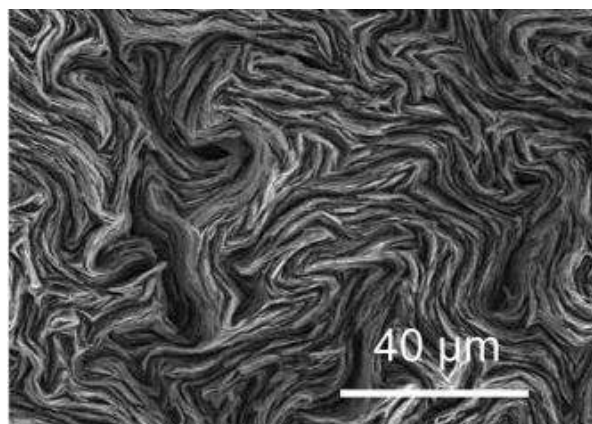
1



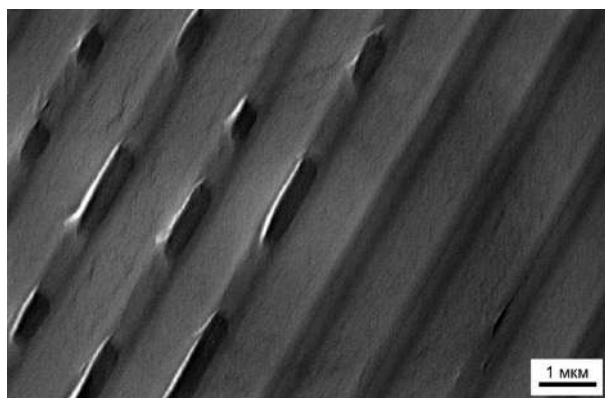
2



3



4



5

Свойства:



а



б



в



г



д

Всего – 5 баллов

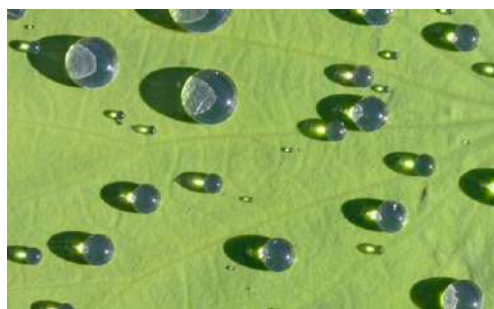


Юный эрудит (заочный тур)

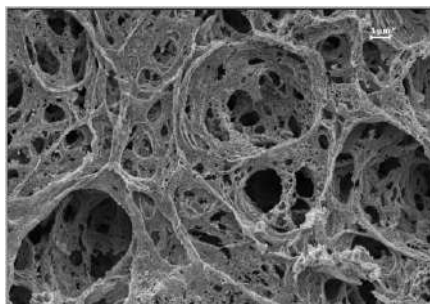
Решение задачи 6. Структура определяет свойства

1	2	3	4	5
д	а	б	в	г

- Микроструктура поверхности лотоса (1) определяет его супергидрофобность¹ (д):



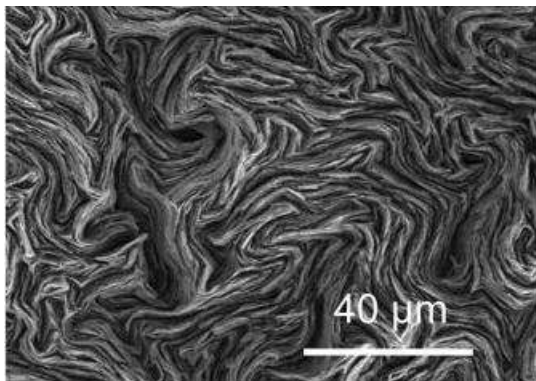
- Тонкие стенки и большие поры в объеме аэрогеля, наполненные воздухом (2), определяют его очень низкую теплопроводность и делают его превосходным термоизолятором (а):



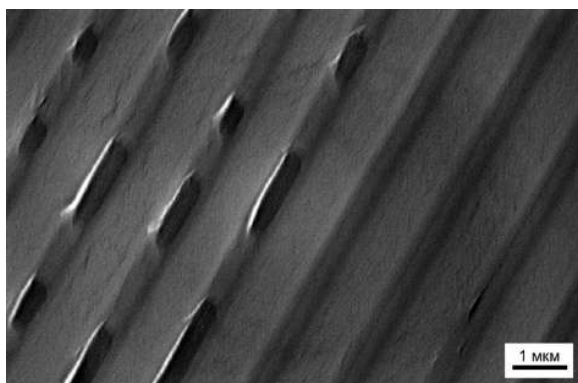
- Молекулярно бездефектная полая (трубчатая) структура (3) углеродных нанотрубок приводит к экстремальной прочности (б) при малой плотности материалов из них (трос космического лифта):



- Слоистая структура графита² (4) позволяет «отшелушивающимся» слоям грифеля легко оставлять след на бумаге (в):



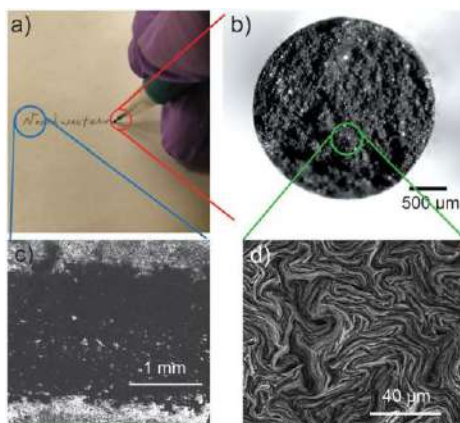
- Параллельные «канавки» CD-диска (5) определяют переливы цвета за счет интерференции на его поверхности (радужная окраска) (г):



Примечания:

¹см. Эффект лотоса на [Тезаурус РОСНАНО](http://tezaurus.pochano.ru).

²Микрофотография графитового стержня и следа, оставляемого им на бумаге (Nature):



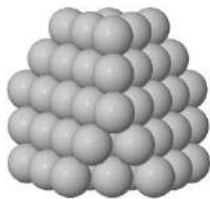


Юный эрудит (заочный тур)

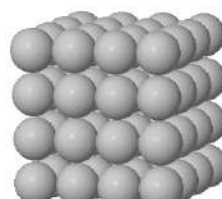
Задача 7. Целочисленная наноматематика



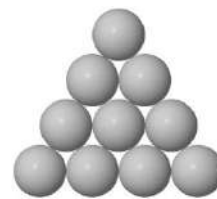
1



2



3



4



5



6



7



8

1. Дайте ответ в виде натурального числа на следующие вопросы (рисунки в начале задачи помогут вам вспомнить необходимые геометрические формы). **(6 баллов)**

- а) Какова сумма двух чисел **х** и **у**, зашифрованных в выражении $1 \text{ м} = 10^x \text{ мкм} = 10^y \text{ нм}$?
- б) Сколько десятков ангстрем в нанометре?
- в) Сколько ребер у нанокластера в форме пятиугольной бипирамиды (рис. 6)?
- г) Во сколько раз уменьшится площадь поверхности кубической наночастицы при уменьшении ее объема в 64 раза?
- д) Какова сумма номера этого вопроса по порядку и порядкового номера Олимпиады?
- е) Сколько атомов углерода в самом маленьком фуллерене, имеющем форму додекаэдра (рис. 7)?
- ж) Сколько ребер у нанокластера (рис. 2), который получается из правильного тетраэдра (рис. 1) путем отсечения от каждой из его вершин тетраэдра меньшего размера?
- з, л) Сколько атомов металла необходимо, чтобы составить нанокластер в форме правильного треугольника (рис. 4), у которого на ребро приходится шесть атомов?
- и) Сколько пятиугольных граней в бакиболе, имеющем форму футбольного мяча (рис. 8)?
- к) Сколько шестиугольных граней в бакиболе?
- м) Какова сумма числа вершин октаэдра (рис. 5) и числа его ребер?
- н) Сколько в бакиболе разных (то есть, не совпадающих ни при каких поворотах фигуры) вершин многогранника?

Ответ запишите в виде таблицы

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н

2. Запишите слово, которое получается, если каждое из 13 полученных чисел заменить буквой алфавита (1 меняем на А, 2 меняем Б и т.д.). Что означает полученное Вами слово? Дайте определение. **(2 балла)**

Всего – 8 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 7. Целочисленная наноматематика

а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н
15	1	15	16	19	20	18	21	12	20	21	18	1
Н	А	Н	О	С	Т	Р	У	К	Т	У	Р	А

Наноструктура – совокупность наноразмерных объектов искусственного или естественного происхождения, свойства которой определяются не только размером структурных элементов, но и их взаимным расположением в пространстве. ([Тезаурус РОСНАНО](#))



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 8. Сокровища маленького гнома



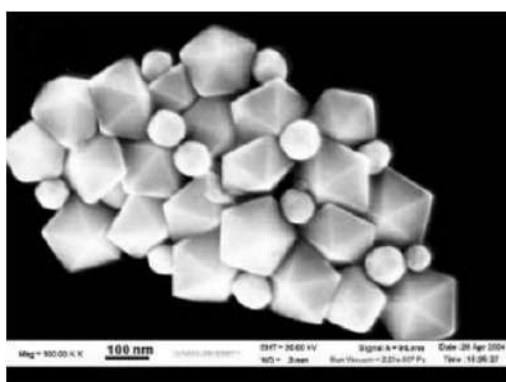
Наногномик Вася добыл нанокристаллы золота и серебра и, прежде чем поместить их в сокровищницу, решил узнать, нанокристаллы какой формы у него есть. Для этого он при помощи электронного микроскопа сделал микрофотографии новой партии.

1. Помогите Васе рассортировать сокровища, выделив среди них:

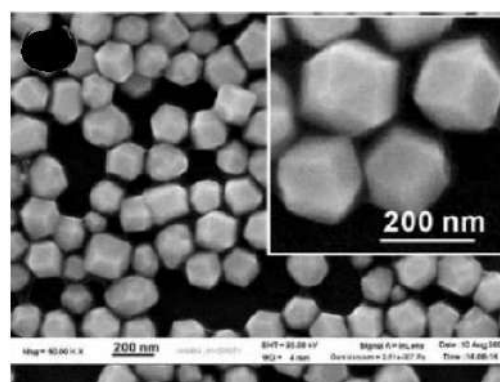
- самые симметричные, в виде Платоновых тел,
- получившиеся из Платоновых тел при отсечении вершин,
- все остальные.

Для каждой буквы – а, б, в – перечислите номера фотографий. **(5 баллов)**

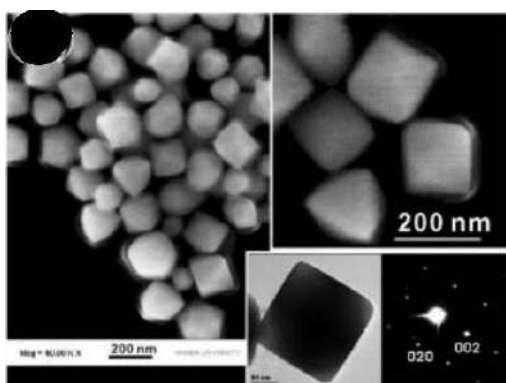
Золото



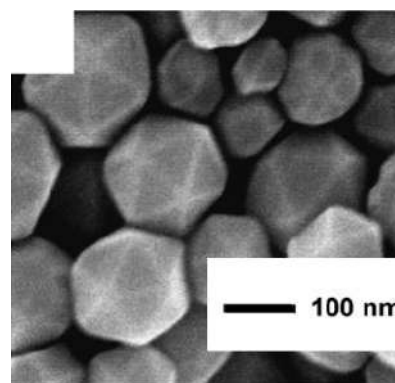
1



2

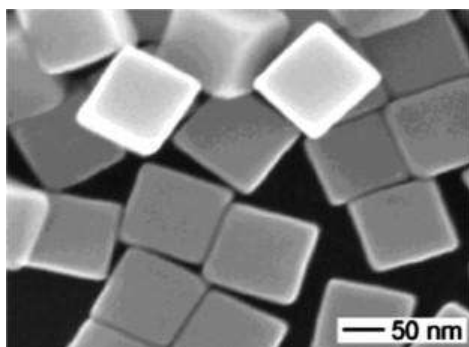


3

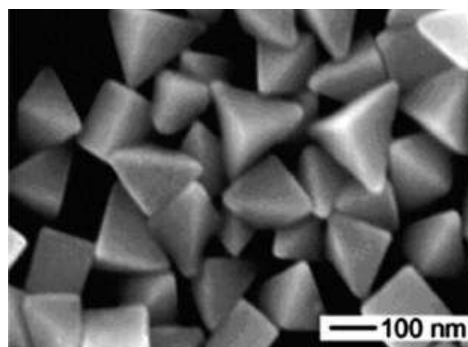


4

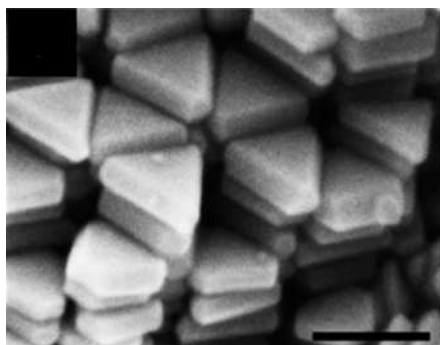
Серебро



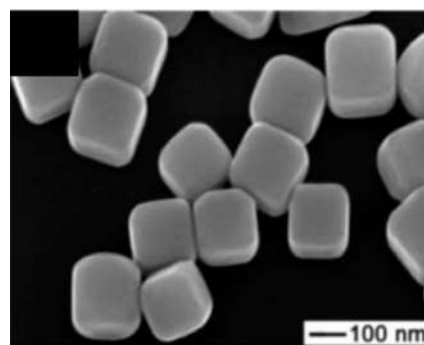
5



6

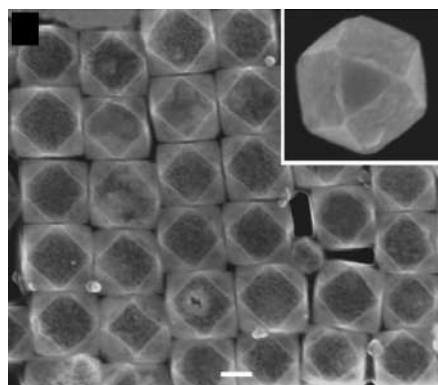


7

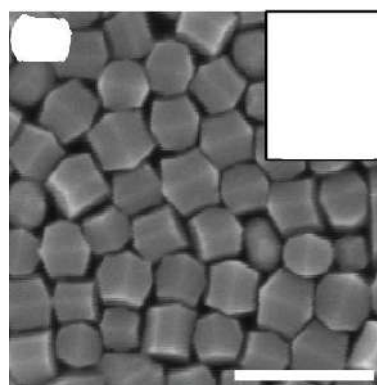


8

Серебро / золото



9

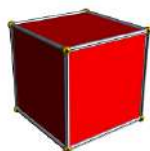


10

Платоновы тела



тетраэдр



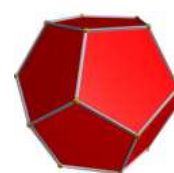
куб



октаэдр



икосаэдр



додекаэдр

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 8. Сокровища маленького гнома

1. Сокровища маленького гнома, имеющие форму Платоновых тел:
 - **№3** (золото) – октаэдр (вид сбоку – треугольники, вид сверху – квадрат),
 - **№4** (золото) – икосаэдр (вершины, в которых сходятся по пять ребер и форма, близкая к сферической),
 - **№5** (серебро) – куб,
 - **№6** (серебро) – тетраэдры (но есть и не равносторонние пирамидки).
2. Сокровища маленького гнома, получившиеся из Платоновых тел при отсечении вершин:
 - **№8** (серебро) – усеченный куб,
 - **№9** (серебро/золото) – кубооктаэдр как предельное (до соприкосновения ребер отсекаемых частей) усечение куба либо октаэдра.
3. Сокровища маленького гнома, не имеющие форму Платоновых тел или их усечений:
 - **№1** (золото) – пятиугольная бипирамида,
 - **№2** (золото) – ромбододекаэдр,
 - **№7** (серебро) – шестиугольная (усеченная треугольная) призма,
 - **№10** (серебро/золото) – многогранник с гранями-трапециями.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 9. Кто быстрее?

1. Какая из двух наночастиц, помещенных одновременно в пробирку с водой, быстрее осядет на дно: золотая ($\rho_1 = 19.3 \text{ г/см}^3$) радиусом $r_1 = 60 \text{ нм}$ или кремниевая ($\rho_2 = 2.3 \text{ г/см}^3$) радиусом $r_2 = 240 \text{ нм}$? **(2 балла)**
2. Можно ли изменить порядок осаждения этих наночастиц путем замены жидкости в пробирке? **(4 балла)** Ответ обоснуйте.

Указание: в расчетах примите, что наночастицы движутся с установившейся скоростью и подчиняются закону Стокса.

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур) Решение задачи 9. Кто быстрее?

1. По закону Стокса сила сопротивления при движении наночастиц в жидкости:

$$F = -6\pi r\mu v$$

где r – радиус наночастиц, μ – вязкость жидкости, а установившаяся скорость (из равенства сил) равна:

$$v = \frac{2}{9} \frac{r^2 g (\rho_{\text{нч}} - \rho_{\text{жидк}})}{\mu}$$

Тогда для отношения скоростей установившегося движения двух частиц в воде будем иметь:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1^2 (\rho_1 - \rho_{\text{воды}})}{r_2^2 (\rho_2 - \rho_{\text{воды}})}$$

Подставляя известные значения ($\rho_{\text{воды}} = 1 \text{ г/см}^3$), получаем: $\frac{v_1}{v_2} \approx 0.9$, т.е. быстрее осядет вторая наночастица.

2. Чтобы определить, получится ли поменять порядок осаждения этих наночастиц путем замены жидкости, необходимо решить неравенство относительно неизвестного $\rho_{\text{жидк}}$:

$$\frac{r_1^2 (\rho_1 - \rho_{\text{жидк}})}{r_2^2 (\rho_2 - \rho_{\text{жидк}})} > 1$$

Получаем: $\rho_{\text{жидк}} > 1.17 \text{ г/см}^3$, т.е. необходимо заменить воду на более плотную среду, например, глицерин (плотность при комнатной температуре 1.26 г/см^3).



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 10. Золото в стекле

В стекле "золотой рубин" по данным химического анализа обнаружено золото в количестве 50 ppm (50 частей на миллион) по массе.

Используя фотографию одной из наночастиц и считая ее сферической, оцените:

- а) число наночастиц в одном кубическом сантиметре стекла; **(3 балла)**
- б) на каком расстоянии друг от друга расположены наночастицы золота в ламели (тонком срезе) стекла. **(5 баллов)**

Для расчетов плотность стекла примите равной 2500 кг/м^3 , а плотность золота 19300 кг/м^3 .



Всего – 8 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 10. Золото в стекле

- а) По микрофотографии определим размер наночастицы в 28-30 нм. Для дальнейших расчетов будем использовать радиус НЧ $r=15$ нм.

Рассчитаем объем наночастицы: $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 14037 \text{ нм}^3 = 1,4 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3$.

Рассчитаем массу наночастицы, используя плотность золота 19300 кг/м^3 :

$$m(\text{НЧ}) = 1,4 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3 \cdot 19300 \text{ кг/м}^3 = 2,7 \cdot 10^{-19} \text{ кг}.$$

Возьмем $1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3$ стекла, его масса равна $m = 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 2500 \text{ кг/м}^3 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$.

В 1 см^3 стекла содержится 50 ppm золота, т.е. $m(\text{Au}) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 50 / 10^6 = 1,25 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$.

Рассчитаем количество наночастиц:

$$N = m(\text{Au}) / m(\text{НЧ}) = 1,25 \cdot 10^{-7} / (2,7 \cdot 10^{-19}) = 4,6 \cdot 10^{11} \text{ частиц}.$$

- б) Рассчитаем объем, приходящийся на одну НЧ: $V = 10^{-6} \text{ м}^3 / (4,6 \cdot 10^{11}) = 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3$.

Сторона куба, имеющего объем $V = 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3$ – это и есть среднее расстояние между наночастицами:

$$a = (2,2 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3)^{1/3} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 1,3 \text{ мкм} = 1300 \text{ нм}.$$



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 11. Животные – нанотехнологии



1. Геккон



2. Бабочка



3. Хамелеон



4. Василиск



5. Медуза (Aequorea victoria)



6. Птицы

1. Какие из указанных на рисунке животных используют «нанотехнологические» приспособления? **(3 балла)**
2. Укажите, какие именно это приспособления (структуры частей тела) и как они используются животными. **(3 балла)**
3. Какие аналоги этих природных приспособлений животных используются в нанотехнологиях? **(3 балла)**

Примечание: у одного животного может быть несколько приспособлений

Представьте ответ в виде таблицы:

Животное	Особенности частей тела	Аналог в нанотехнологиях
1.		
2....		

Всего – 9 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 11. Животные – нанотехнологи

Животное	Особенности частей тела	Аналог в нанотехнологиях
1. Геккон	С помощью электронного микроскопа удалось установить, что у геккона нет присосок на пальцах. Пальцы геккона под 35000 кратным увеличением выглядят следующим образом: чешуйки на нижней стороне видоизменены по подобию расширенных пластинок, на которых поперечными рядами располагаются микроскопические щеточки, состоящие, в свою очередь, из еще более микроскопических волосков. Благодаря ничтожно малой величине крючкообразные волоски способны охватывать ничтожно малые неровности гладко наклонной или вертикальной поверхности. Из-за малого размера ворсинок на лапках, Ван-дер-Ваальсово притяжение между молекулами становится очень сильным, что и удерживает геккона на различных поверхностях.	Микротрубочки
2. Бабочка	Крылья бабочки имеют сложный цвет со множеством переливов. Данная окраска обусловлена расположением пигментных пластинок/чешуек. Из-за этого в крыле бабочки наблюдаются такие эффекты как дифракция и интерференция.	Фотонные кристаллы — это материалы, диэлектрическая проницаемость которых обладает пространственной периодичностью. Распространение света в фотонных кристаллах подобно распространению электронов и дырок в полупроводниках. При определенных условиях фотонные кристаллы могут образовывать фотонную запрещенную зону. В фотонных кристаллах постоянная решетки должна лежать в пределах от 100 нм до 1 мкм.
3. Хамелеон	Меняет окраску тела. Изменения цвета происходят путем активной перестройки пространственной структуры нанокристаллов, присутствующих в клетках, называемых иридофорами, входящих в состав поверхностного слоя клеток кожи. Также присутствуют в более глубоком слое	Наночастицы золота или серебра, которые в зависимости от размера имеют различную окраску. При электрическом воздействии на наночастицы серебра или золота,

Животное	Особенности частей тела	Аналог в нанотехнологиях
	кожи менее упорядоченные кристаллы, которые отражают инфракрасное излучение. Расположение этих кристаллов одного над другим позволяет хамелеонам быстро переключаться между расцветками маскировки и демонстрации окраски. Цвета генерируются без пигментов, путем оптической интерференции	происходит изменение их размера, за счет чего меняется цвет наночастицы.
4. Василиск	Способен бегать по поверхности воды, удерживаясь за счёт частых ударов перепончатых задних ног (контакт с водой длится 0,068 с) и благодаря тому, что опускает лапы горизонтально на воду, поверхностная плёнка воды не успевает прорваться под весом тела. Не имеет отношения к нанотехнологиям.	Отсутствует
5. Медузы	Некоторые виды медуз могут светиться в темноте. Данный эффект получил название биолюминесценция. Свечение медуз (а именно <i>Aequorea victoria</i>) обусловлено наличием в них флуоресцентных белков – акворина и зеленого флуоресцентного белка GFP.	Флуоресцентные красители или квантовые точки.
6. Птицы	Имеют возможность летать благодаря своему легкому скелету, который имеет облегченную пористую структуру. Имеют постоянный окрас на протяжении всей жизни. Они не «седеют», а также, имея малое разнообразие пигментов в структуре пера, могут быть различных насыщенных оттенков. Окрас достигается за счет пигментных структур, цвет которому придают не красители, а особое расположение «дырок» (другое название – «поры») в его поверхности. Например, если «дырки» большого размера, то перо отражает почти все виды волн видимого света (белый окрас), поры меньшего размера – отражение волн синей области (синий цвет) и т.д.	Пористые углеродные нанотрубки. Нанопористые материалы из золота или металла, которые в несколько раз легче обычного материала того же объема. Нанопористые материалы используются в медицине для изготовления титановых или пластиковых имплантатов костей.

За каждое правильно определенное животное – 0.5 балла (максимум 3 балла).

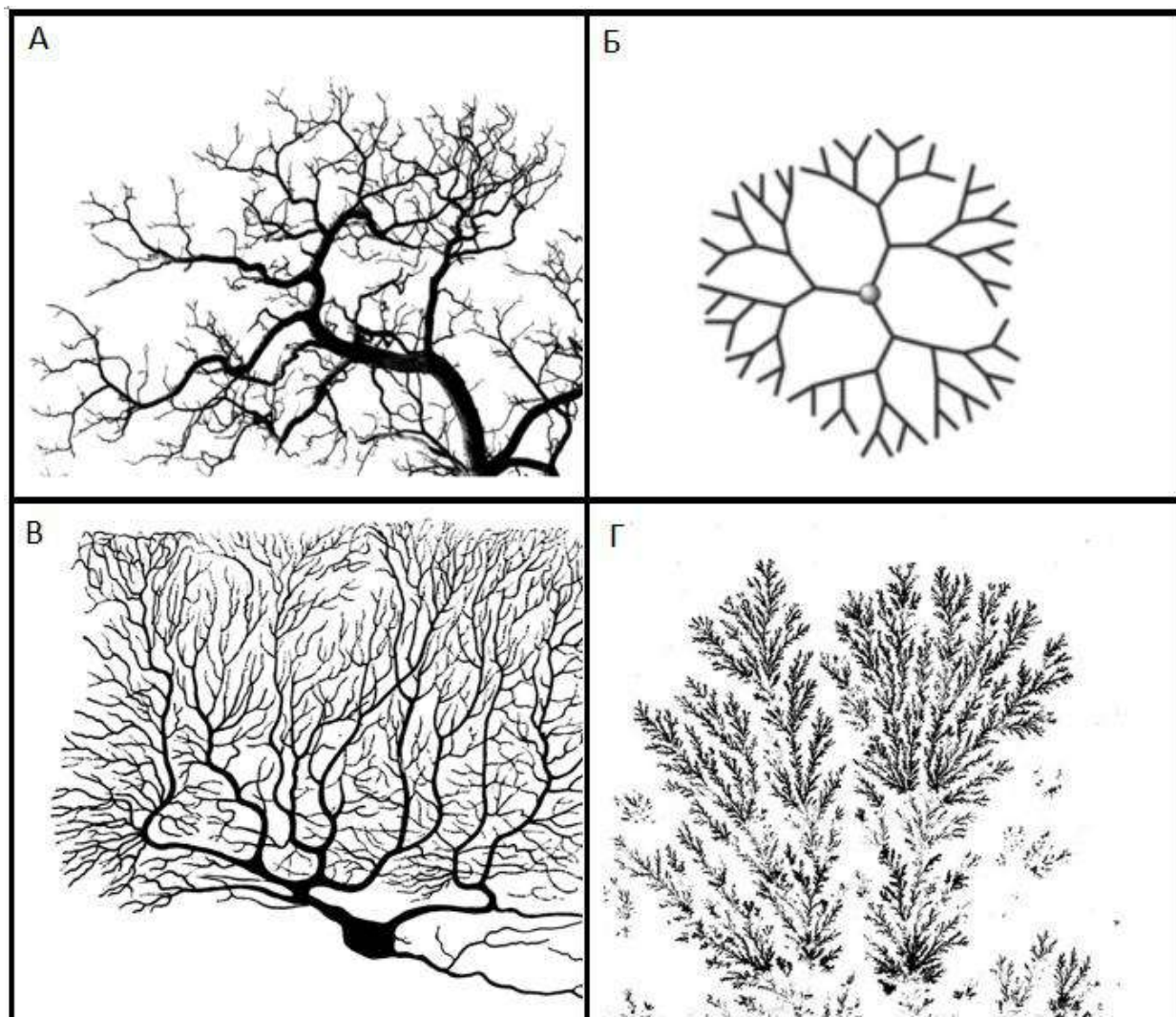
За каждое описание приспособления – 0.5 балла (максимум 3 балла).

За каждый правильный аналог приспособлений животных в нанотехнологиях – 0.5 балла (максимум 3 балла).



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 12. Кое-что общее



1. Напишите, что изображено на каждой картинке. **(4 балла)**
2. Подумайте, что общего у этих объектов в названии? Почему они называются именно так? **(2 балла)**

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 12. Кое-что общее

1. А – ветви дерева
Б – молекула дендримера
В – дендриты нейрона
Г – дендриты кристалла

За каждый правильный ответ – 1 балл.

2. В названии общий корень от древнегреческого слова дерево – «дендрон». Дендриты (в обоих случаях) и дендримеры названы так, потому что имеют древовидную структуру, похожи по форме на ветвящееся дерево.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 13. Прививка для друзей



Изобретение прививок позволило человечеству справиться со многими болезнями, значительно улучшив качество жизни и продлив ее срок. Несмотря на всю пользу прививок многие дети их боятся, в результате чего писатели и мультипликаторы создают различные рассказы и мультфильмы, в которых положительные смелые герои делают прививку и остаются здоровыми, а трусливые — прячутся и затем заболевают. При этом авторы подобных произведений обычно не задумываются, могла ли прививка на самом деле помочь тому герою, о котором шла речь.

1. Опишите механизм действия прививки, приводящий к выработке иммунитета к конкретному заболеванию. **(3 балла)** Что должно входить в состав прививки? С какими иммунными клетками связано приобретение иммунитета к возбудителю заболевания после прививки? **(2 балла)**
2. В некоторых мультфильмах прививки делают друзьям-насекомым: божьей коровке, кузнечiku и пчеле. Как Вы думаете, а на самом деле помогли бы им прививки выработать иммунитет к каким-то заболеваниям? Ответ поясните. **(3 балла)** Назовите группы животных, для которых прививки от болезней нужны и эффективны, и группы животных, прививки для которых совершенно бесполезны. **(2 балла)**

Всего – 10 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

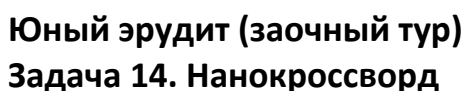
Решение задачи 13. Прививка для друзей

1. Механизм действия прививок заключается в активации клеток приобретенного иммунитета — В и Т-лимфоцитов — и образования так называемых клеток памяти, которые сохраняются в организме в течение нескольких лет или даже всей жизни, быстро активируются и быстро многократно делятся при попадании возбудителя болезни в организм. Благодаря быстрой активации клеток приобретенного иммунитета уничтожение возбудителя болезни происходит до того, как данные микроорганизмы размножились и привели к развитию болезни.

Основное содержимое прививки — это белки, выделенные из возбудителя болезни, части клеточной стенки (если это бактерии) или просто ослабленные возбудители заболевания. Кроме того, в прививке содержится специальная жидкая среда и консервант.

2. Насекомым прививки не нужны, поскольку они не имеют клеток приобретенного иммунитета и поэтому никакие клетки памяти в их организме образоваться не могут.

Приобретённый иммунитет появляется у позвоночных животных, а у беспозвоночных животных есть только система врожденного иммунитета.



- 3. Рис. 3г**, самый легкий металл, основа для **11г**.
4. Рис. 4г, лауреат Нобелевской премии по химии 2019 года, автор **12в** для **11г**.
6. Рис. 6г, материал для электрода в **11г**, противоположного **12в**.
11. Рис. 11г, неотъемлемый элемент большинства современных гаджетов.
13. Вырабатывается в ответ на дефицит **1в** в организме, в качестве инъекций – спортивный допинг.
14. Рис. 14г, вместе с **4г** «сделал наш мир перезаряжаемым» .
17. Рис. 17г, клетка – контейнер для **6в**.
18. Гном по-гречески.
19. Это и **4в**, и **15в**, и **13г**, и **6в** по своей природе.
20. Рис. 20г, лауреат Нобелевской премии 2019 года по физиологии и медицине, отмеченный «за открытие механизмов, посредством которых клетки воспринимают доступность **1в** и адаптируются к ней».

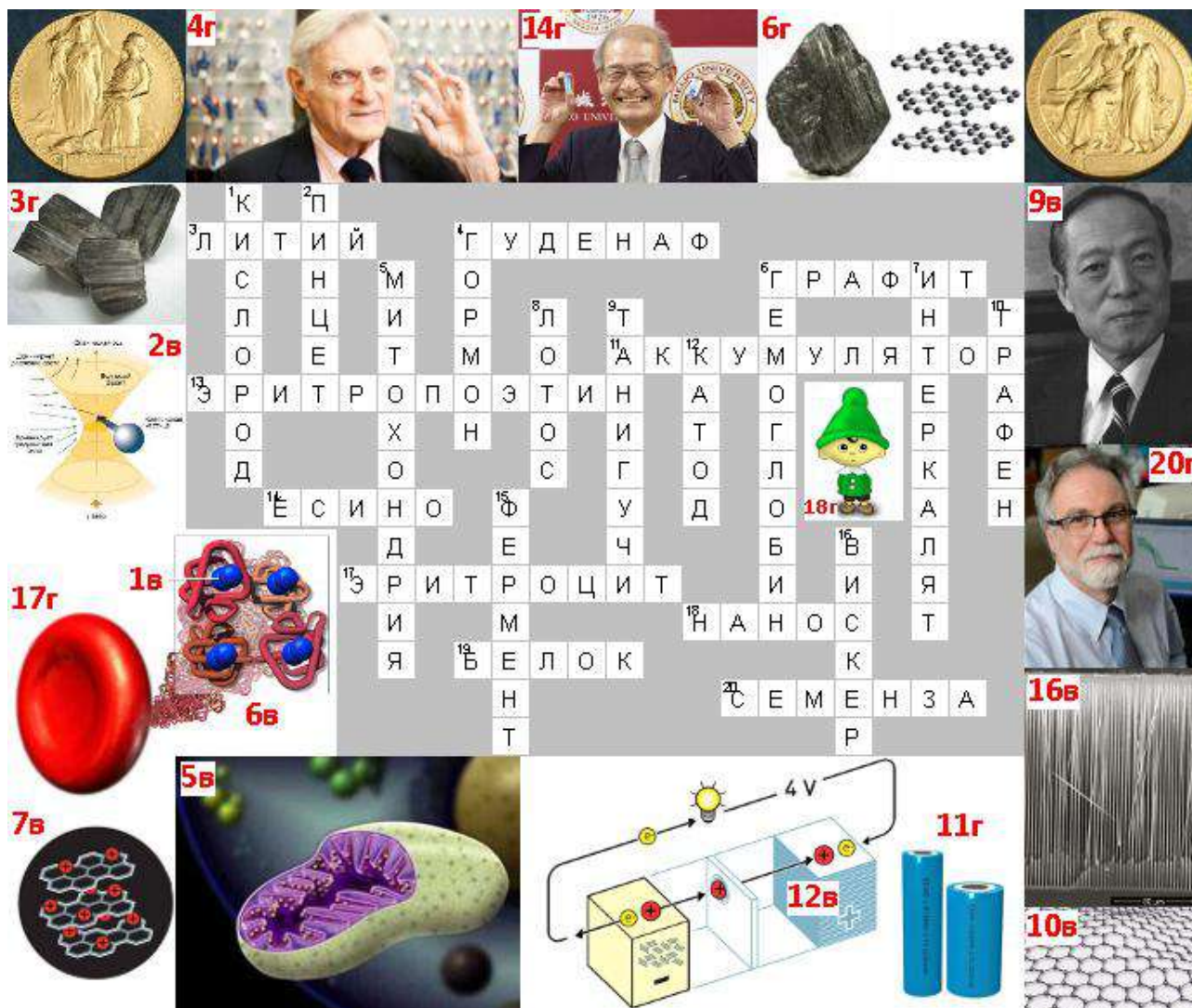
По вертикали

1. **Рис. 1в**, необходим для дыхания.
2. **Рис. 2в**, микроманипулятор, за изобретение и применение которого для изучения биологических систем присуждена Нобелевская премия по физике 2018 года.
4. Биорегулятор, например, **13г**.
5. **Рис. 5в**, биофабрика, которая для производства энергии использует **1в**.
6. **Рис. 6в**, нанопереносчик **1в** в организме.
7. **Рис. 7в**, соединение внедрения **3г** в **6г**, используется в **11г**.
8. Является символом чистоты в Азии на протяжении более 2000 лет.
9. **Рис. 9в**, предложил термин «нанотехнологии».
10. **Рис. 10в**, «плоский» углерод, единичный слой **6г**.
12. **Рис. 12в**, электрод в **11г**.
15. Ускоритель биологических процессов.
16. Очень тонкий и длинный кристалл, например, кремниевый (**рис. 16в**) – как материал для электрода в **11г**, противоположного **12в**.

Всего – 11 баллов



Юный эрудит (заочный тур) Решение задачи 14. Нанокроссворд



По горизонтали

3г. Литий – рис. 3г, самый легкий металл, основа для аккумулятора (11г).

4г. Джон Гуденаф – рис. 4г, лауреат Нобелевской премии по химии 2019 года, автор катода (12в) для аккумулятора (11г).

6г. Графит – рис. 6г, материал для электрода в аккумуляторе (11г), противоположного катоду (12в).

11г. Аккумулятор – рис. 11г, неотъемлемый элемент большинства современных гаджетов.

13г. Эритропоэтин – вырабатывается в ответ на дефицит кислорода (1в) в организме, в качестве инъекций – спортивный допинг.

14г. Акира Ёсино – рис. 14г, вместе с Джоном Гуденафом (4г) «сделал наш мир перезаряжаемым».

17г. Эритроцит – рис. 17г, клетка – контейнер для гемоглобина (6в).

18г. Нанос – гном по-гречески.

19г. Белок – это и гормон (4в), и фермент (15в), и эритропоэтин (13г), и гемоглобин (6в) по своей природе.

20г. Грегг Семенза – *рис. 20г*, лауреат Нобелевской премии 2019 года по физиологии и медицине, отмеченный «за открытие механизмов, посредством которых клетки воспринимают доступность кислорода (1в) и адаптируются к ней».

По вертикали

1в. Кислород – *рис. 1в*, необходим для дыхания.

2в. Пинцет¹ – *рис. 2в*, микроманипулятор, за изобретение и применение которого для изучения биологических систем присуждена Нобелевская премия по физике 2018 года.

4в. Гормон – биорегулятор, например, эритропоэтин (13г).

5в. Митохондрия – *рис. 5в*, биофабрика, которая для производства энергии использует кислород (1в).

6в. Гемоглобин – *рис. 6в*, нанопереносчик кислорода (1в) в организме.

7в. Интеркалят – *рис. 7в*, соединение внедрения лития (3г) в графит (6г), используется в аккумуляторе (11г).

8в. Лотос – является символом чистоты² в Азии на протяжении более 2000 лет.

9в. Норио Танигучи – *рис. 9в*, предложил термин «нанотехнологии».

10в. Графен – *рис. 10в*, «плоский» углерод, единичный слой графита (6г).

12в. Катод – *рис. 12в*, электрод в аккумуляторе (11г).

15в. Фермент – ускоритель биологических процессов.

16в. Вискер – очень тонкий и длинный кристалл, например, кремниевый (*рис. 16в*) – как материал для электрода в аккумуляторе (11г), противоположного катоде (12в).

¹См. оптический пинцет

²Вода, попадая на листья лотоса, не смачивает их, а собирается в капли и скатывается, унося с собой все загрязнения, благодаря особой структуре поверхности, которая имеет малую площадь контакта как с водой, так и с загрязнениями.