



## 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 одёжка,  
То конструкция стройно  
Зовётся ... .  
**(1 балл)**
5. Если лист графена скручен  
Как ракушка у улиток,  
Нанотрубку мы получим  
Со структурой типа ... .  
**(1 балл)**

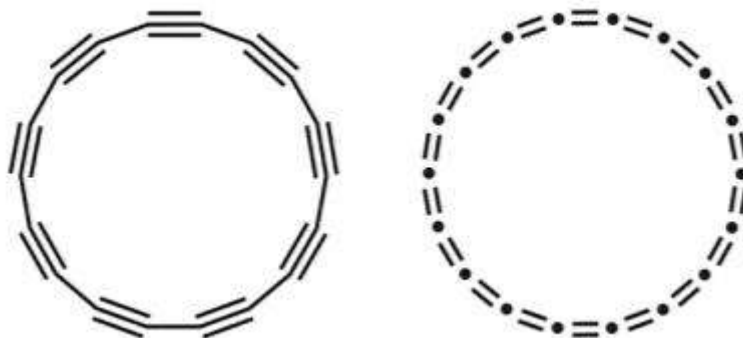
**Всего – 5 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

### 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:



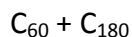
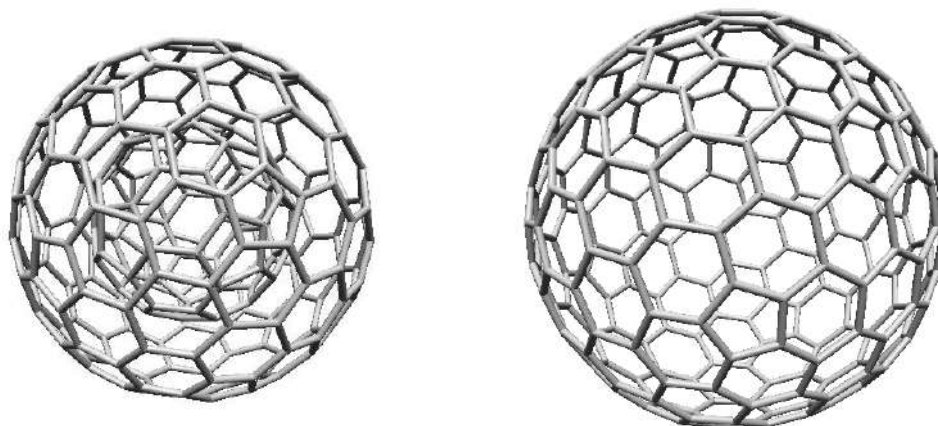
*Рис.1. Возможные структуры циклической молекулы из 18 атомов углерода.  
Katharina Kaiser et al. / Science, 2019*

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)  
Задача 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.

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)**  
**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)**

**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**



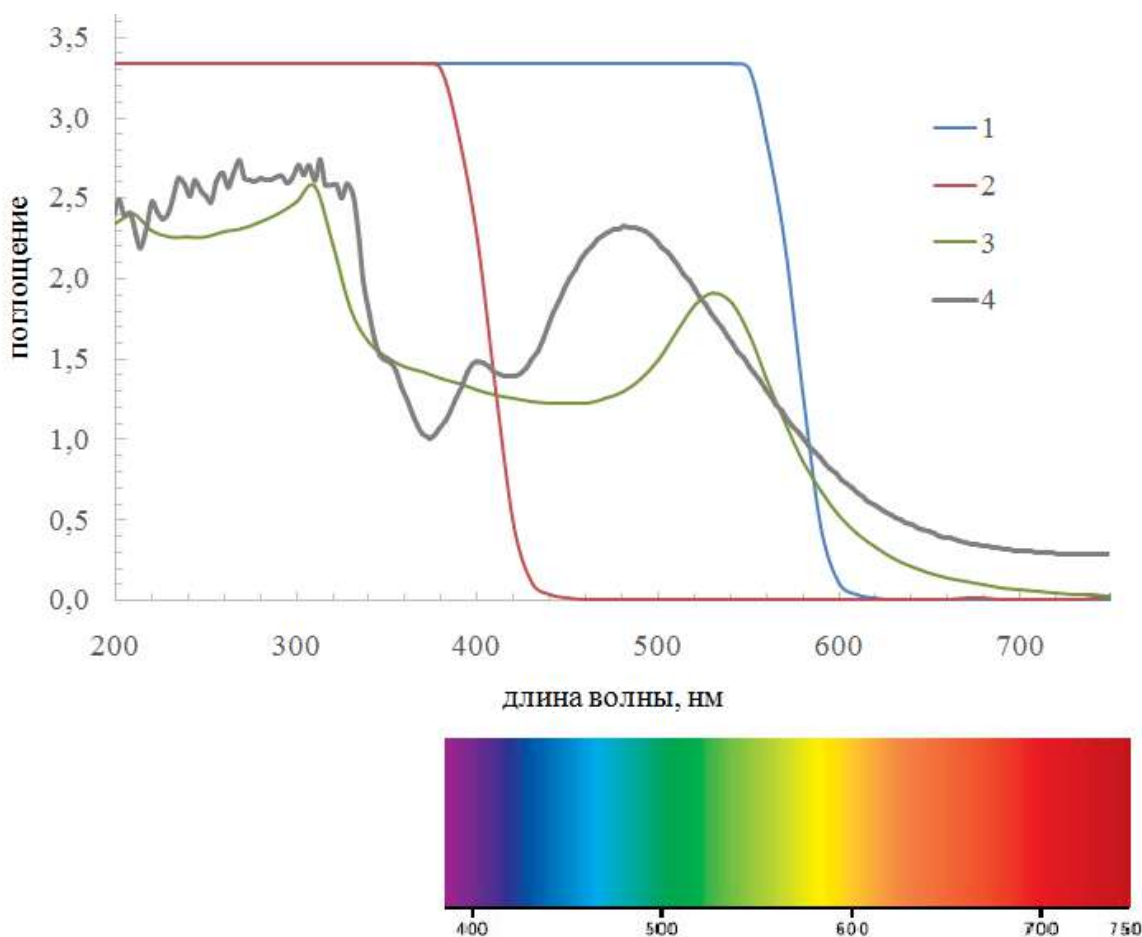
**В**



**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**



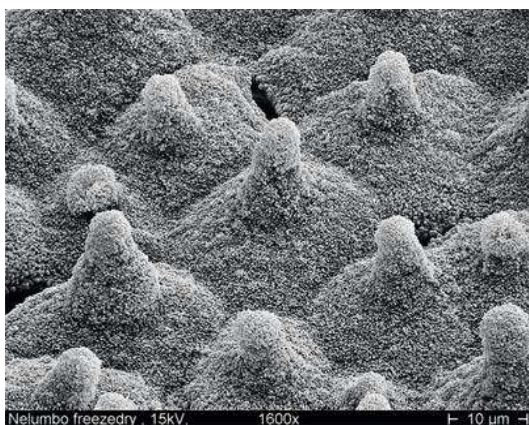
## Юный эрудит (заочный тур)

### Задача 6. Структура определяет свойства

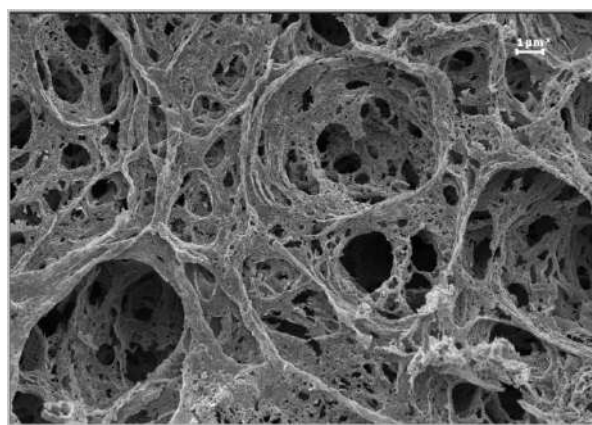
Перед вами два списка: первый содержит микрофотографии структуры неких материалов, а второй демонстрирует свойства, определяемые этой микроструктурой.

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

#### Материалы:



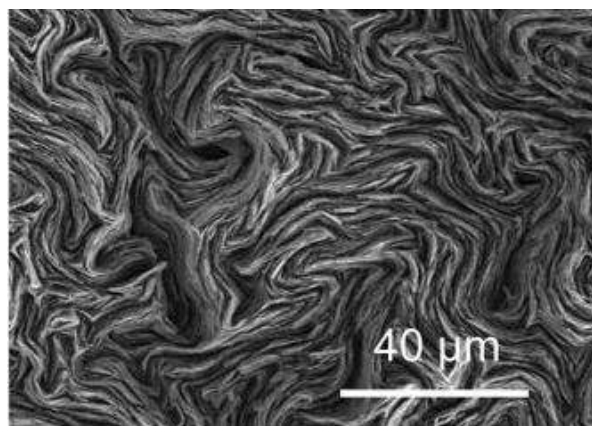
1



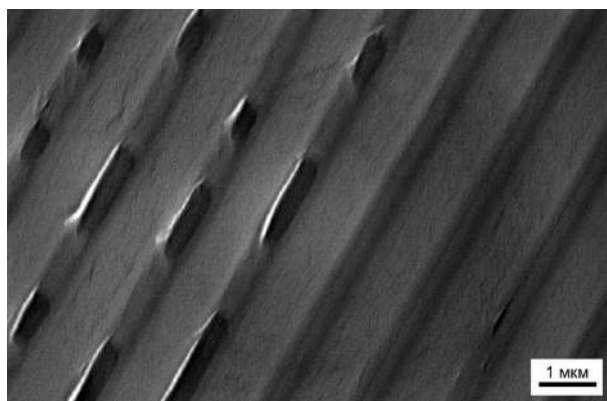
2



3



4



5

**Свойства:**



а



б



в



г



д

**Всего – 5 баллов**

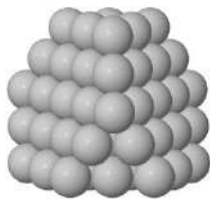


**Юный эрудит (заочный тур)**

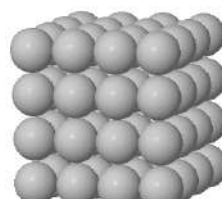
**Задача 7. Целочисленная наноматематика**



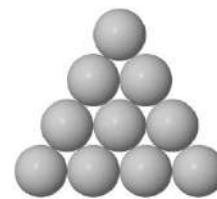
1



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  $x$  и  $y$ , 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

<b>а</b>	<b>б</b>	<b>в</b>	<b>г</b>	<b>д</b>	<b>е</b>	<b>ж</b>	<b>з</b>	<b>и</b>	<b>к</b>	<b>л</b>	<b>м</b>	<b>н</b>

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)**  
**Задача 8. Сокровища маленького гнома**

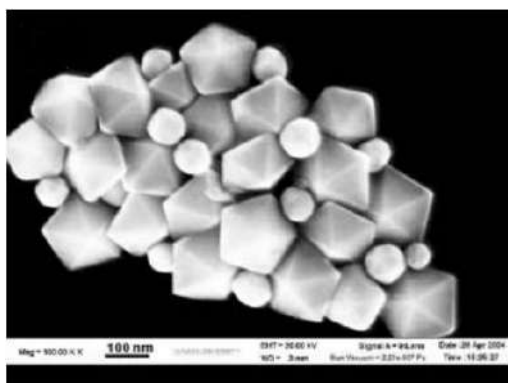


Наногномик Вася добыл нанокристаллы золота и серебра и, прежде чем поместить их в сокровищницу, решил узнать, нанокристаллы какой формы у него есть. Для этого он при помощи электронного микроскопа сделал микрофотографии новой партии.

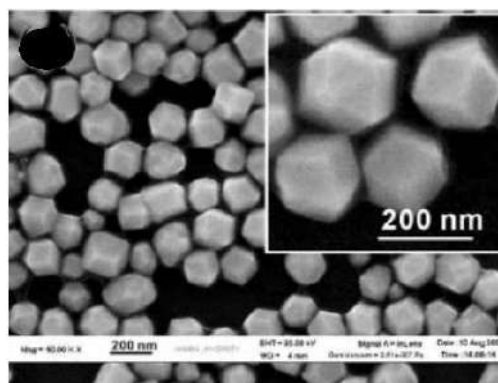
1. Помогите Васе рассортировать сокровища, выделив среди них:
  - а) самые симметричные, в виде Платоновых тел,
  - б) получившиеся из Платоновых тел при отсечении вершин,
  - в) все остальные.

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

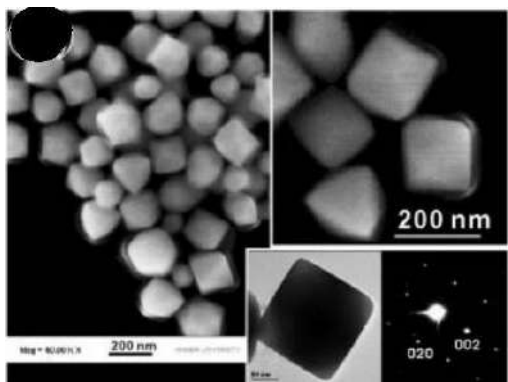
**Золото**



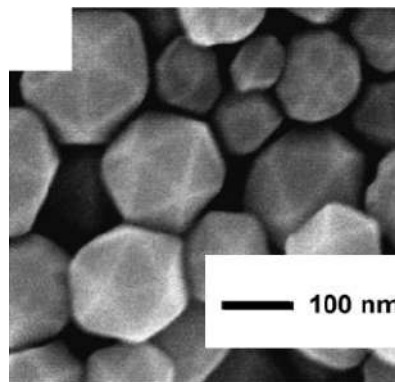
1



2

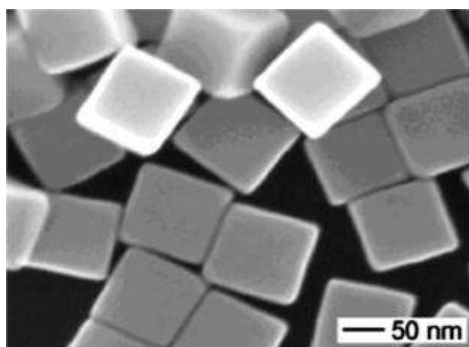


3

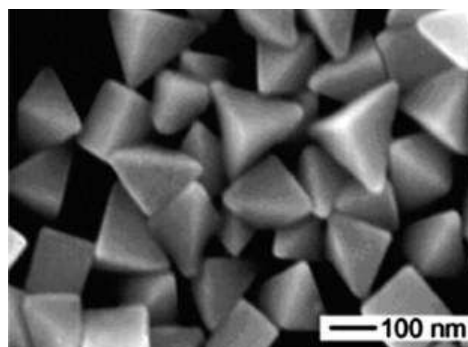


4

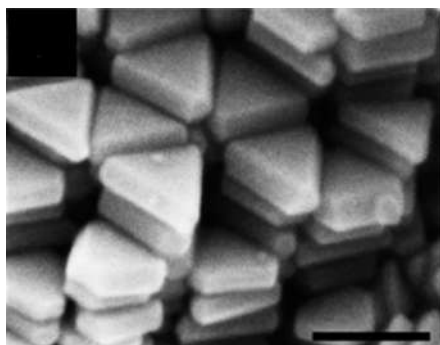
**Серебро**



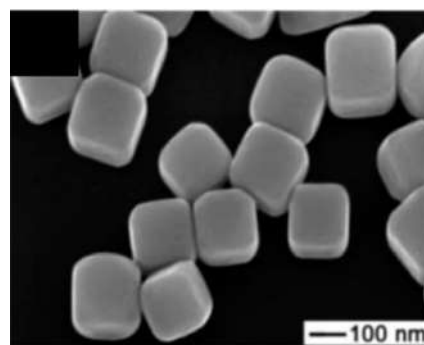
5



6

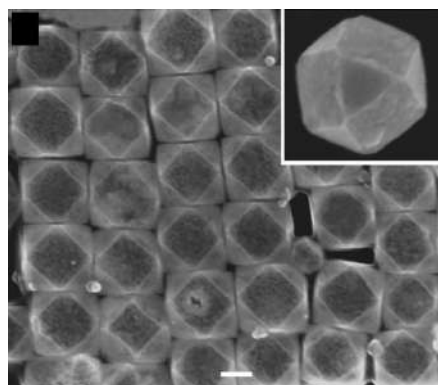


7

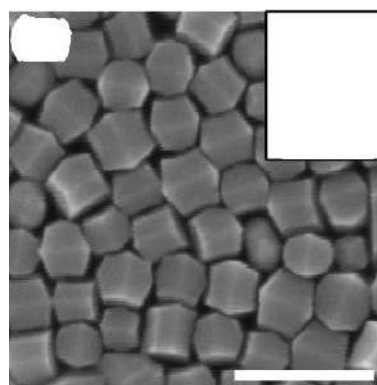


8

**Серебро / золото**



9

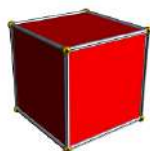


10

**Платоновы тела**



тетраэдр



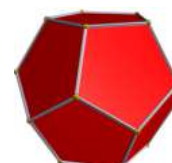
куб



октаэдр



икосаэдр



додекаэдр

**Всего – 5 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**

**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)

### 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:

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

Для расчетов плотность стекла примите равной  $2500 \text{ кг/м}^3$ , а плотность золота  $19300 \text{ кг/м}^3$ .



**Всего – 8 баллов**





**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 11. Животные – нанотехнологи**



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

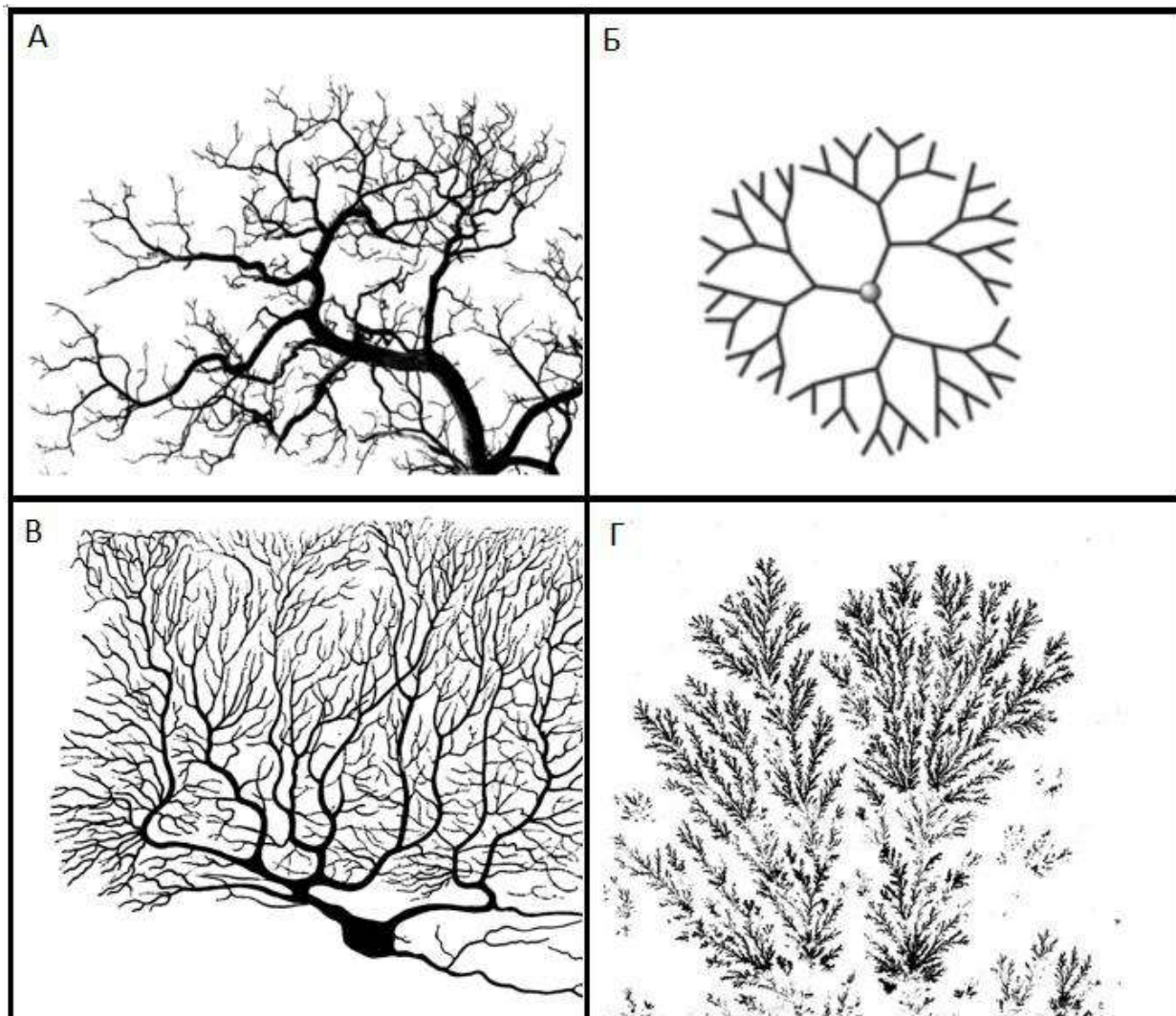
Представьте ответ в виде таблицы:

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

**Всего – 9 баллов**



Юный эрудит (заочный тур)  
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) 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**



**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.
- 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».