



## Юный эрудит (заочный тур)

### Задача 1. Нанообъекты

Для объектов из приведенного ниже списка определите, относятся они к нанообъектам или нет. Кратко поясните ответ и приведите определение «нанообъекта», которым Вы пользовались.

- нанотрубка
- наноспутник
- наночастица
- наноалмаз
- наноробот
- наносалфетка
- нанокерамика
- наносим-карта
- наномойка
- нанореактор
- нанотела
- нанопицца
- нанокраски
- наноноски

**Всего – 7 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур) Решение задачи 1. Нанообъекты

Согласно [тезаурусу РОСНАНО](#), нанообъект – дискретная часть материи или, наоборот, ее локальное отсутствие (пустоты, пора), размер которой хотя бы в одном измерении находится в нанодиапазоне (как правило, 1-100 нм).

К нанообъектам могут быть отнесены как объекты, имеющие четкие пространственные границы и доступные для прямого наблюдения методами электронной и зондовой сканирующей микроскопии (наночастицы, нанопластины, нанотрубка, нанопора), так и прочие наноразмерные объекты, размер которых часто определяется косвенными методами (агрегаты, липосомы, мембраны, нанокapли и т.п.).

Являются нанообъектами:

- **нанотрубка:** форма частиц в виде полого наностержня;
- **наночастица:** изолированный твердофазный объект, имеющий отчетливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трех измерениях составляют от 1 до 100 нм;
- **наноалмаз:** алмаз с размерами от 1 до 10 нм;
- **наноробот:** 1) робот, размером сопоставимый с молекулой (менее 100 нм), обладающий функциями движения, обработки и передачи информации, исполнения программ; 2) машина, способная точно взаимодействовать с наноразмерными объектами или способная манипулировать объектами в наномасштабе (такой наноробот может и не являться нанообъектом);
- **нанокерамика:** керамический наноструктурный материал, состоящий из кристаллитов (зерен) со средним размером до 100 нм, то есть, не обязательно является нанообъектом, но может рассматриваться как совокупность нанообъектов;
- **нанореактор:** реактор для осуществления химических реакций в ограниченном объеме, размер которого не превышает 100 нм хотя бы по одному из измерений и применяется для получения наночастиц, размеры которых ограничиваются размерами реактора;
- **нанотела:** «упрощенная» форма антител, молекулы которых, в отличие от классических, состоят только из укороченных «тяжелых» цепей (такие антитела содержатся в крови лам и некоторых других животных (например, верблюдов и акул)). Их размер составляет примерно 2×4 нм.

Не являются нанообъектами. Приставка «нано»- наряду с другими десятичными приставками используется для условной классификации размеров:

- **наносим-карта:** в данном случае приставка «нано»- отвечает размеру 12,30×8,80×0,67 мм (в отличие от полноразмерных (85,60×53,98×0,76 мм), мини- (25,00×15,00×0,76 мм) и микро-SIM-карт (15,00×12,00×0,76 мм));

- **наноспутник:** в данном случае приставка «нано»- отвечает искусственным спутникам Земли с массой от 1 до 10 кг (в отличие от мини-спутников (100 – 500 кг), микро-спутников (10 – 100 кг) и пикоспутников (100 г – 1 кг)).

В этом списке:

- **наносалфетка, наномойка, нанопицца, нанокраски, наноноски**

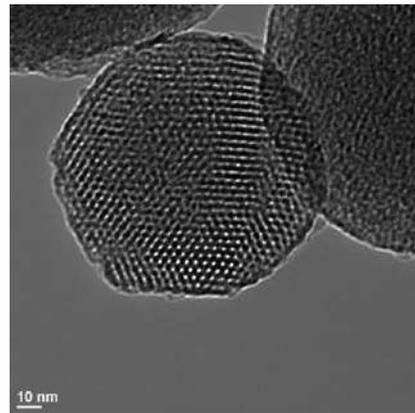
объекты по размерам мало отличаются от «не-нано» аналогов, приставка «нано»-, как правило, является рекламным ходом, зачастую, призванным подчеркнуть высокотехнологичность изделия либо заявить о наличии в его составе наночастиц или других нанообъектов.



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 2. Масштаб**

Наночастица и яблоко на изображениях кажутся одинаковыми.

1. А во сколько раз яблоко больше наночастицы? **(2 балла)**
2. Что будет, если яблоко увеличить во столько же раз? Какой объект имеет такие размеры? **(2 балла)**



**Всего – 4 балла**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 2. Масштаб**

1. Отношение  $3 \text{ см}/100 \text{ нм} = 300000 = 3 \cdot 10^5$ .
2. Размер яблока будет  $3 \text{ см} \cdot 3 \cdot 10^5 = 9 \text{ км}$ .



## Юный эрудит (заочный тур)

### Задача 3. Единицы измерения для наномира

Наномир – понятие, объединяющее совокупность объектов с линейными размерами от единиц до сотен нанометров. В качестве характерного примера рассмотрим кубик с длиной ребра 1 нм. Единицей объема для подобных объектов будет служить кубический нанометр ( $1 \text{ нм}^3$ ).

А в каких характерных дольных единицах СИ будет выражаться масса объектов наномира?

**Всего – 3 балла**



## Юный эрудит (заочный тур)

### Решение задачи 3. Единицы измерения для наномира

Масса, как известно, есть произведение объема объекта на плотность вещества, из которого он состоит. Плотность жидких и твердых веществ лежит обычно в диапазоне от единиц до десятков тысяч  $\text{кг}/\text{м}^3$ . В основных единицах СИ объем кубика с длиной ребра  $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$  равен  $(10^{-9})^3 = 10^{-27} \text{ м}^3$ . Домножая это значение на 1000 (множитель для плотности), получаем, что масса такого кубика будет находиться в диапазоне от единиц до десятков икг – иоктокилограммов ( $1 \text{ икг} = 10^{-24} \text{ кг}$ ). Однако, полученная таким образом единица массы содержит сразу две приставки (дольных и кратных единиц – иокто и кило), поэтому более корректным будет использование приставки «зепто» для выражения массы нанообъектов:  $1 \text{ зг} = 10^{-21} \text{ г}$ .



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 4. Нанозагадки**

Вставьте пропущенные слова.

1. Массы вовсе не имеет  
Да и не заряжен он,  
Но волною быть умеет.  
Это света квант – ... .
2. Обработай плёнку светом –  
Будет фотография.  
Строит принцип свой на этом  
... .
3. Разогретый с током провод  
И шарнира деградация.  
У обоих общий повод –  
Это ... .
4. Монослой из углерода,  
Но по свойствам рекордсмен.  
Такова его природа,  
А зовётся он ... .
5. Смеси лихо разделяет  
И фильтрует неустанно.  
В жизни очень помогает,  
Даже в клетках есть ... .

**Всего – 5 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 4. Нанозагадки**

1. Фотон.
2. Фотолитография.
3. Диссипация.
4. Графен.
5. Мембрана.



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 5. Нанозагадки про учёных**

Вставьте пропущенные фамилии и имена ученых.

1. Они впервые получили  
Графен из углеродных сколов,  
Его структуру изучили.  
Зовут их ... и ... .
2. «Места там, внизу, немало», –  
Он сказал прямолинейно.  
Эта мысль бессмертной стала,  
Как и физик ... .. .
3. Первый в мире ПЭМ сумели  
Довести до пуска,  
На всю Землю прогремели  
Немцы ... и ... .
4. – Кто «нанотехнологии»  
Впервые нам озвучил?  
– Согласно хронологии –  
Японец ... .
5. Фото это всем знакомо,  
Разлетелось как бестселлер:  
Ловко атомы ксенона  
Разложить смог ... .. .

**Всего – 5 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

### Решение задачи 5. Нанозагадки про учёных

1. Гейм и Новосёлов.
2. Ричард Фейнман.
3. Кноль и Руска.
4. Танигучи.
5. Дональд Эйглер.

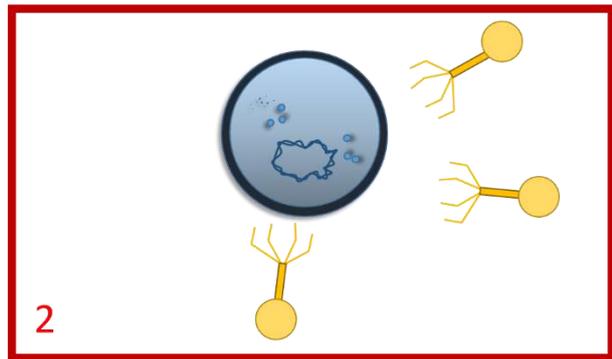
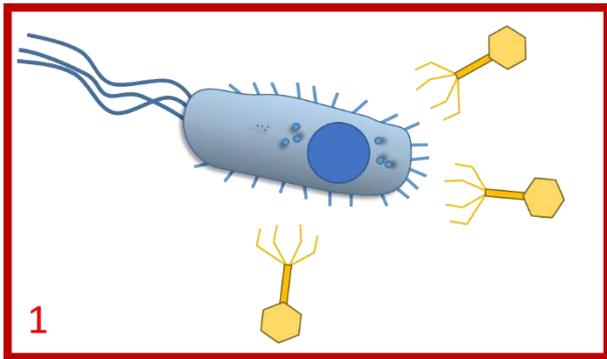


## Юный эрудит (заочный тур)

### Задача 6. Я художник, я так вижу

Одного художника попросили нарисовать иллюстрации к детской книжке по биологии. Но вот беда – он совсем забыл биологию! Боясь ошибиться, он сделал 2 наброска на сюжет “Фаги атакуют”, чтобы выбрать из них только правильные детали для конечного варианта.

Посмотрите на два варианта рисунка. Найдите 5 отличий. Для каждого из них напишите, какой вариант из двух является правильным, какой – неправильным, а в каком случае возможны оба варианта. Свой ответ поясните. **(по 2 балла за каждый правильный вариант)**



Всего – 10 баллов



## Юный эрудит (заочный тур)

### Решение задачи 6. Я художник, я так вижу

На рисунке изображены бактериофаги, атакующие бактерию.

- 1) В первом случае у бактерии есть ядро. Такого не может быть. На втором рисунке у бактерии есть нуклеоид – это правильно.
- 2) Форма бактерий. В первом случае – это бацилла, а во втором – кокки. Обе формы существуют.
- 3) Наличие жгутика и пилей в первом случае. Бактерии могут иметь один или несколько жгутиков и других отростков, а могут и не иметь их вовсе. Оба варианта возможны.
- 4) Клеточная стенка. В первом случае мы видим грамположительную бактерии без клеточной стенки, а во втором – грамотрицательную. Обе формы существуют. Но стоит оговориться, что бациллы всегда грамположительны, а кокки могут быть как грамположительными, так и грамотрицательными.

Форма головки бактериофага может быть как икосаэдрической, так и сферической. Оба варианта возможны.



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 7. Кто больше?**

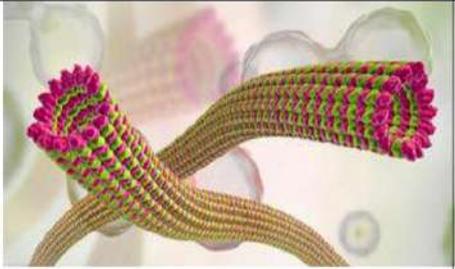
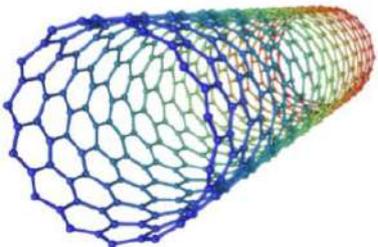
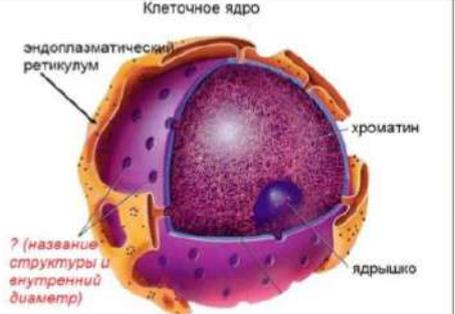
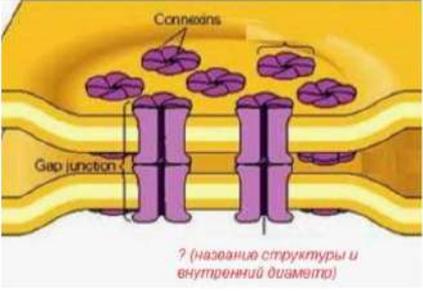
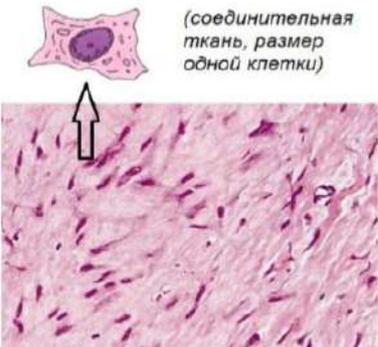
На рисунках изображены различные объекты – одни имеют отношение к живой клетке, другие – неорганического происхождения.

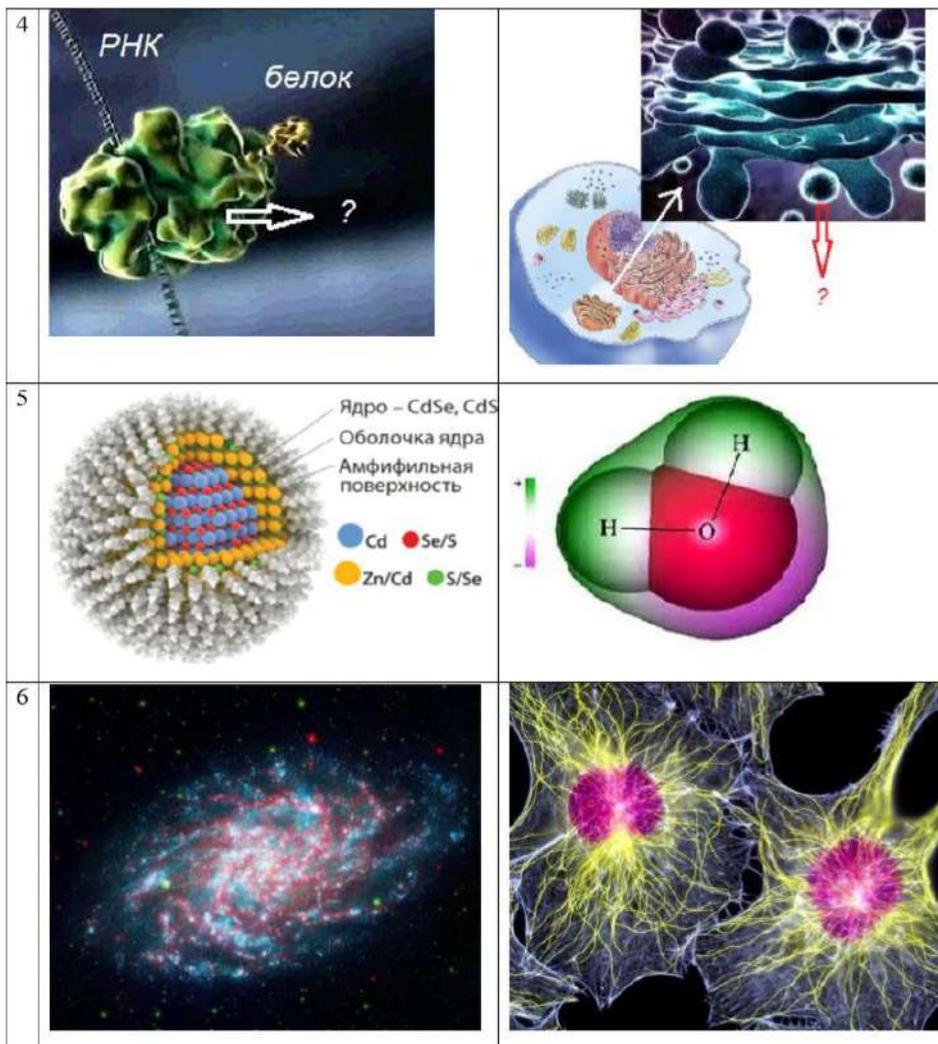
1. Отгадайте, что изображено на каждой картинке и сравните объекты в каждой строке таблицы по размерам. **(за каждую правильно описанную пару 1 балл)**

В качестве ответа заполните таблицу по образцу:

1	Яблоко, диаметр 8 см	меньше чем	Арбуз, диаметр 50 см
2	...		

2. Выберите те из объектов, которые являются предметом исследования в области нанотехнологий (являются «нанообъектами»). **(за каждый правильно выбранный объект 1 балл)**

1		
2	<p>Клеточное ядро</p>  <p>? (название структуры и внутренний диаметр)</p>	 <p>? (название структуры и внутренний диаметр)</p>
3	 <p>(размер одной клетки)</p>	 <p>(соединительная ткань, размер одной клетки)</p>



Всего – 12 баллов



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 7. Кто больше?**

1. За каждую правильно описанную пару ставится 1 балл (максимум 6 баллов).

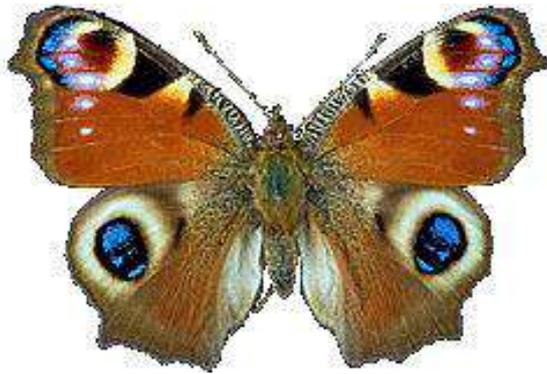
Микротрубочки, 25 нм	Примерно равны	Углеродные нанотрубки, от <1 нм до 50 нм
Ядерные поры, диаметр внутреннего канала до 25 нм	Больше чем	Коннексоны, диаметр внутреннего канала 2 нм.
Бактерия E.coli, 1x3 мкм	Меньше чем	Фибробласты, 20-50 мкм
Рибосома, 30 нм	Меньше чем	Лизосомы, клеточные везикулы, 0.2-1 мкм
Квантовая точка, до 30 нм	Больше чем	Молекула воды 0.3 нм
Спиральная галактика, 16—800 тысяч световых лет	Больше чем	Фибробласты (окрашенные флуоресцентным красителем) 20-50 мкм

2. Микротрубочки, углеродные нанотрубки, ядерные поры, коннексоны, рибосомы, квантовые точки (6 баллов, по 1 за каждый правильный ответ).



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 8. Бабочки**

На рисунке изображены два вида бабочек: капустница (а) и павлиний глаз (б). Оба вида используют нанотехнологии для придания характерных цветов своим крыльям. Одна из этих бабочек умеет также использовать свои «нанотехнологические» крылья, чтобы направлять поток солнечного света на тело, быстрее «согреть» летательные мускулы и быстрее начать полет в непогожие холодные дни.



а



б



1. Какая это бабочка? Постарайтесь назвать 2-3 видимых на фотографии особенности, которые подтверждают это. Назовите еще одну-две особенности этой бабочки, которые помогают ей сохранять полученное тепло. **(4 балла)**
2. С какой целью окраска используется второй бабочкой? **(1 балл)**

**Всего – 5 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 8. Бабочки**

1. Капустница.

- а) Направить и сконцентрировать поток света на теле могут только бабочки со светлыми крыльями, поскольку черные крылья поглощают солнечный свет, а не направляют его на тело (при этом больше нагревается окружающий бабочку воздух, а не тело бабочки).
- б) На фотографиях видно, что верх тела капустницы очень черный – чтобы сильнее нагреваться от солнца, а также поглощать собираемое крыльями излучение. При этом ее крылья у основания становятся темнее (сверху, но не снизу) – чтобы нагреваться и передавать тепло летательным мускулам.
- в) Чтобы «согревающаяся» капустница меньше охлаждалась от холодной земли, ее тело снизу покрыто густыми белыми «волосками» - своеобразным теплым мехом. Черные лапки покрыты белыми чешуйками, чтобы меньше терять тепло.

2. «Глаза» павлиньего глаза используются для отпугивания хищников. Потрясенная бабочка может быстро складывать и раскрывать крылья, при этом возникает иллюзия моргающих глаз большого животного.

Яркая окраска также может использоваться у самцов и самок в поиске и выборе друг друга.



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 9. Окраска стекол**

Окраска стекол, содержащих наночастицы металлов, обусловлена поглощением света поверхностью наночастицы. Стекло приобретает окраску дополнительную к той, которая поглотилась. Дополнительные цвета расположены друг на против друга в цветовом круге.

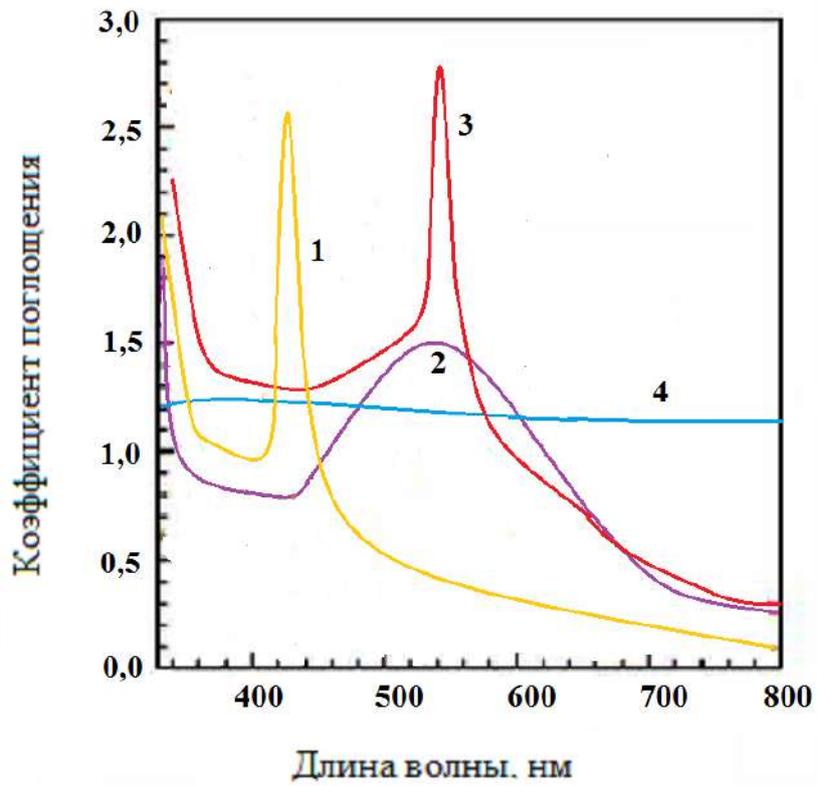
1. Используя эти сведения, выберите из предложенных шести фотографий стекол, три стекла, окрашенных наночастицами.
2. Соотнесите их со спектрами поглощения света стекол, приведенными на рисунке. Какому из стекол, приведенных на фотографии, соответствует оставшийся спектр?

Ответ оформите в виде таблицы:

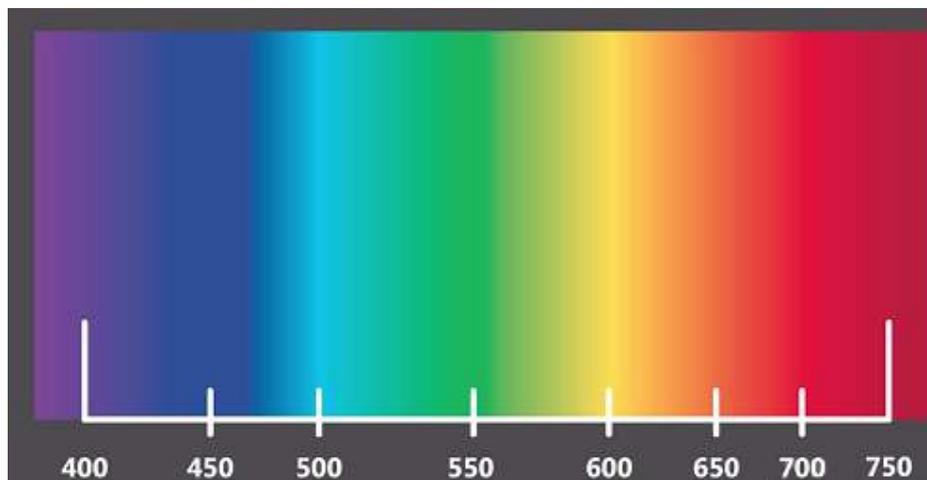
Номер спектра	1	2	3	4
Буква, обозначающая стекло, на рисунке				



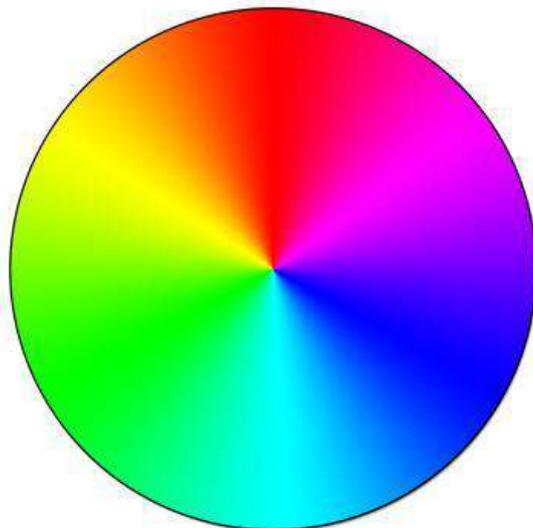
*Фотографии стекол*



Спектры поглощения стекол



Спектр видимого цвета



*Цветовой круг*

**Всего – 4 балла**

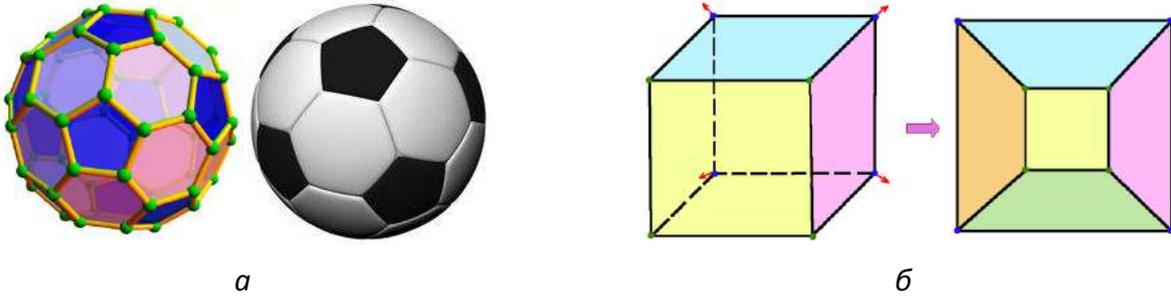


**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 9. Окраска стекол**

Номер спектра	1	2	3	4
Буква, обозначающая стекло, на рисунке	E	A	F	D



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 10. Плоский бакибол**

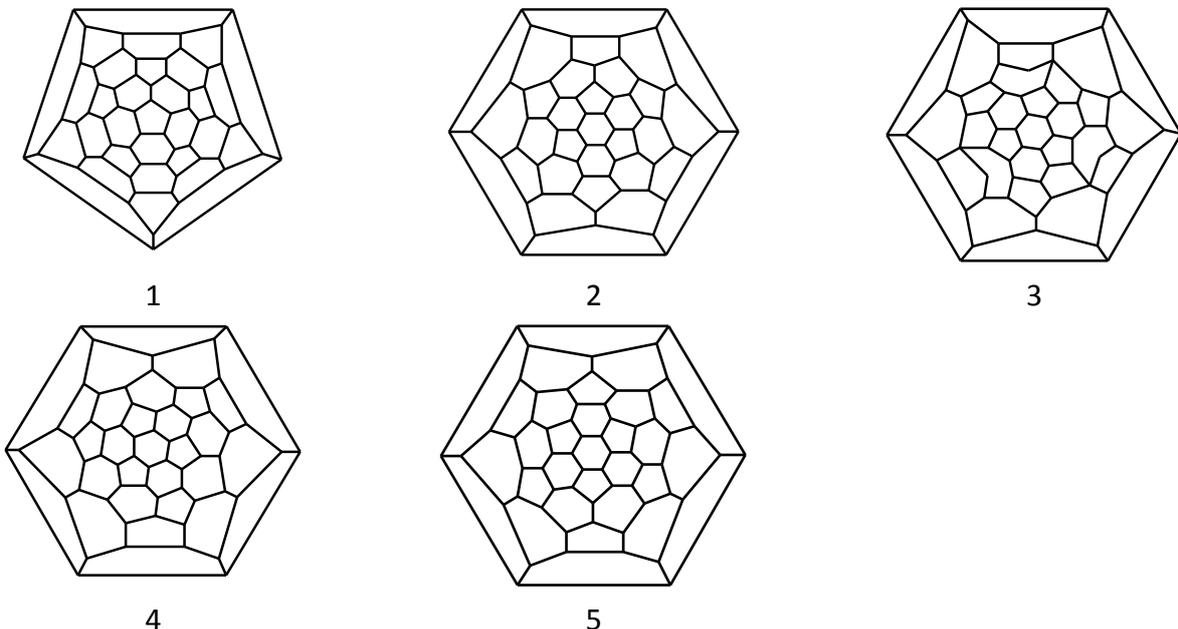


Фуллерены – это многогранники, собранные из пяти- и шестиугольных граней, в вершинах которых находятся атомы углерода. У каждого атома углерода по три соседа. Самый известный фуллерен – это изображенный на рисунке бакибол (или молекула – футбольный мяч) из 60 атомов углерода.

Чтобы удобно изобразить многогранник на плоскости, можно одновременно «потянуть» в разные стороны вершины одной из его граней (как показано на рисунке для куба): в какой-то момент мы сможем «распрямить» на бумаге все его ребра и вершины – получим его плоскую проекцию.

Ниже нарисованы пять плоских проекций неких многогранников.

1. Сколько атомов углерода (то есть вершин) они содержат?
2. Определите, какие из них – это фуллерены.
3. Укажите номера проекций, которые получили из бакибола.
4. Сколько разных (отличающихся строением) фуллеренов здесь представлено?

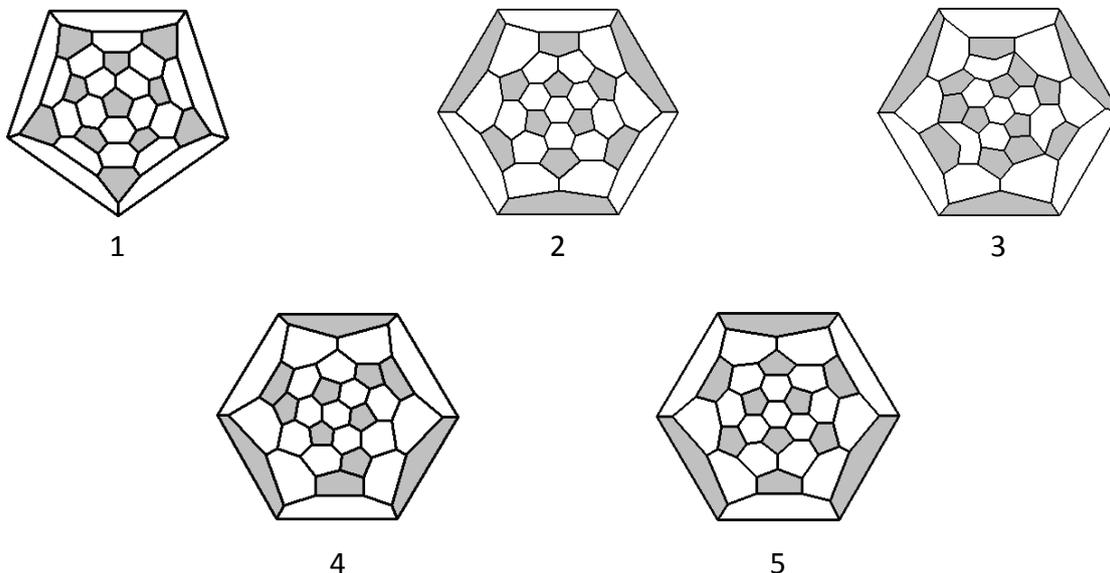


**Всего – 5 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 10. Плоский бакибол**

Мы видим, что у бакибола, как и у мяча, нет ни одного пятиугольника, который касается соседнего. Поэтому на всех приведенных рисунках для удобства закрасим все пятиугольники:



Все проекции принадлежат 60-вершинникам.

Видно, что на проекциях 1, 2 и 5 все пятиугольники являются изолированными, каждая вершина принадлежит одному пятиугольнику и двум шестиугольникам, все вершины эквивалентны – это бакибол  $C_{60}$  (усеченный икосаэдр).

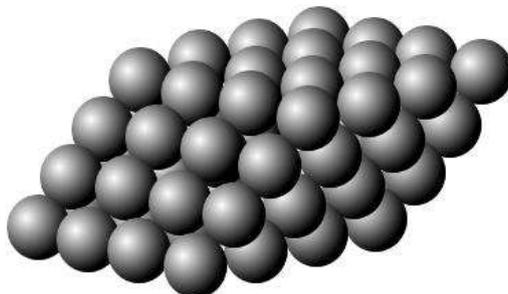
На проекции 4 изображен другой фуллерен  $C_{60}$ , он содержит 3 пары граничащих друг с другом пятиугольников.

Проекция 3 не соответствует ни один фуллерен, так как она содержит вершины с двумя и четырьмя соседями, а также семиугольники.



## Юный эрудит (заочный тур)

### Задача 11. Ромбоэдр



Представим, что атомы металла складываются в кластер в форме ромбоэдра – многогранника с шестью гранями-ромбами.

1. Сколько атомов (**M**) приходится на одну грань ромбоэдра, представленного на рисунке? Чему равна величина **M** для ромба, на сторону которого приходится а) 6, б) 15, в) **n** атомов? **(2.5 балла)**
2. Каково общее число атомов **N** в ромбоэдре, изображенном на рисунке? Чему равна величина **N** для ромбоэдра, на ребро которого приходится: а) 6, б) 15, в) **n** атомов? **(2.5 балла)**
3. Кластер в форме какого Платонова тела можно получить, переложив без остатка атомы любого ромбоэдра? **(1 балл)**

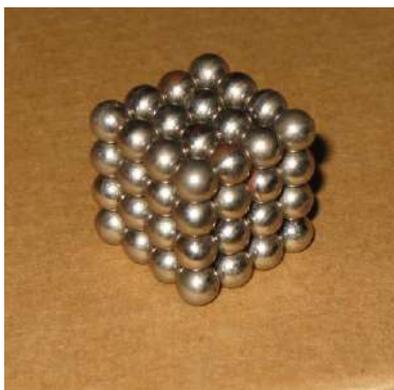
Ответ подтвердите расчетами и/или рисунками.

**Всего – 6 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 11. Ромбоэдр**

1.  $M = 1 + 2 + 3 + 4 + 3 + 2 + 1 = 16$   
 $M(6) = 36, M(15) = 225, M(n) = n \cdot n = n^2$ . ( $n$  рядов по  $n$  атомов в каждом)
2.  $N = 64$   
 $N(6) = 216, N(15) = 3375, N(n) = n \cdot n^2 = n^3$
3. Куб





**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 12. Самосборка**

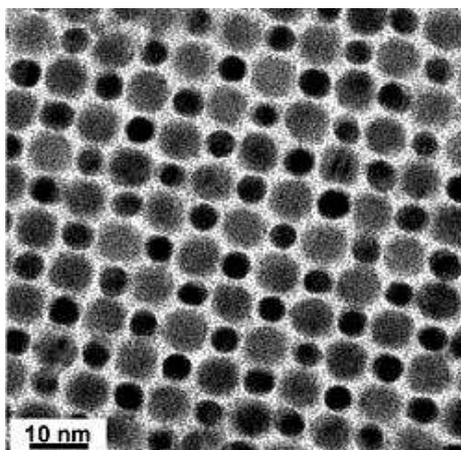
Самосборка – процесс формирования высокоупорядоченных массивов наноструктур (например, сверхрешеток). Это – типичный метод получения наноматериалов «снизу-вверх». Если в системе присутствуют наночастицы двух размеров, то в результате самосборки возможно образование сверхрешеток с расположением наночастиц, подобным расположению атомов в кристаллах.

Ниже приведен ряд микрофотографий сверхрешеток, сделанных при помощи туннельного просвечивающего микроскопа, на которых мы можем видеть высокоупорядоченное взаимное расположение темных областей двух размеров – «теней» наночастиц, формирующих сверхрешетки. Сопоставьте каждой из микрофотографий трехмерную структуру упаковки атомов в кристаллах.

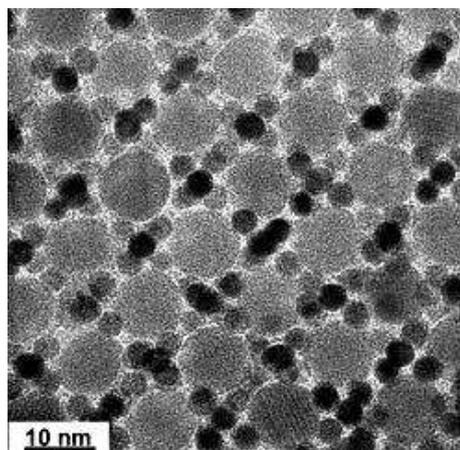
Ответ представьте в виде таблицы:

Микрофотография	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Структура										

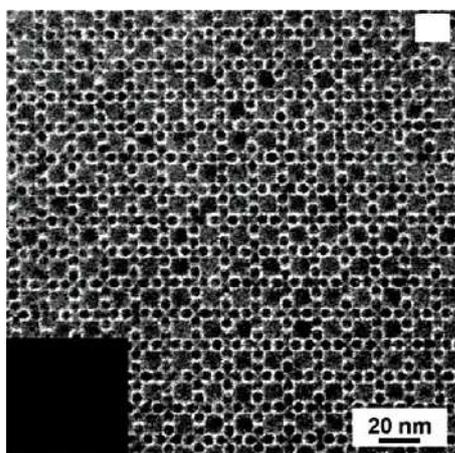
Микрофотографии:



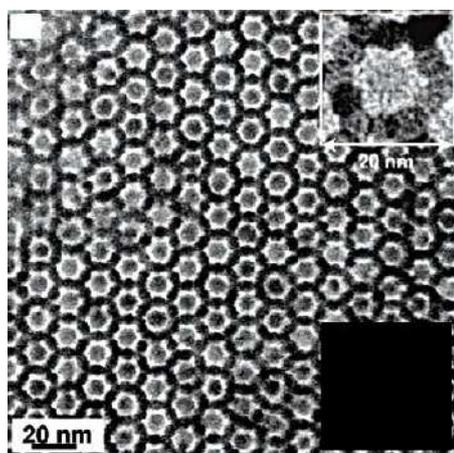
1



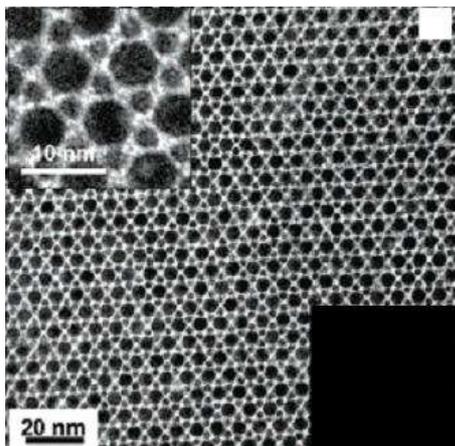
2



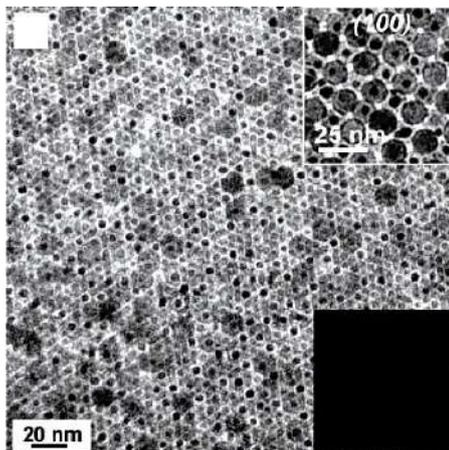
3



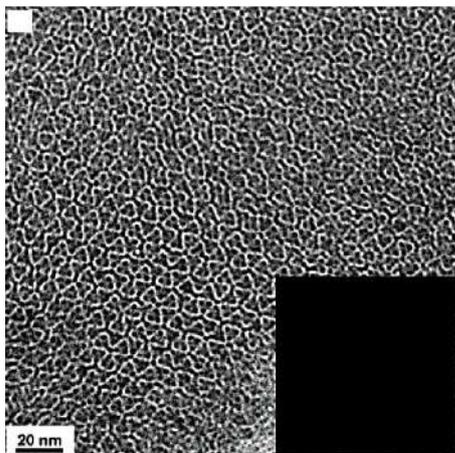
4



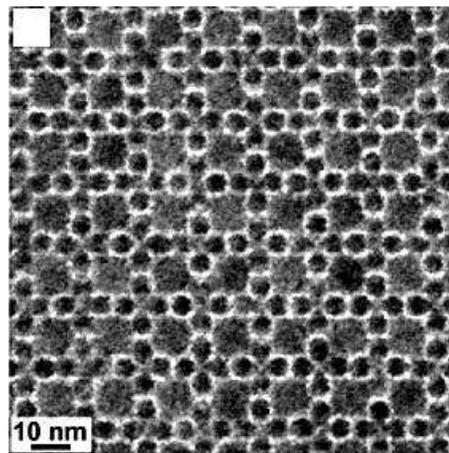
5



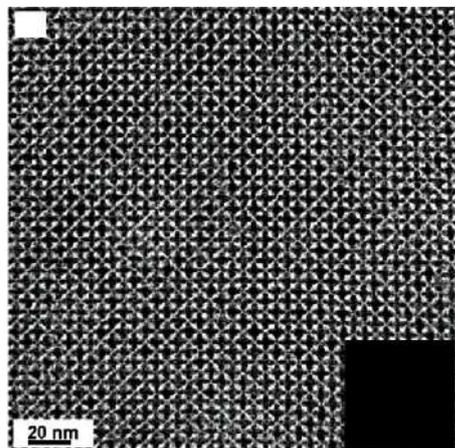
6



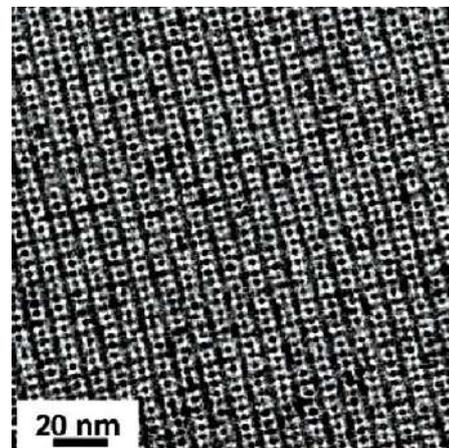
7



8

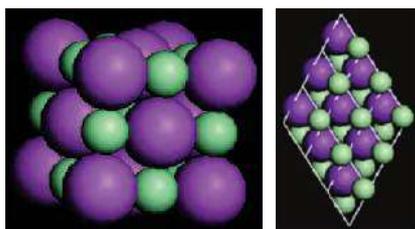


9

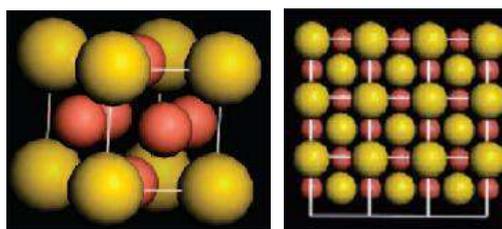


10

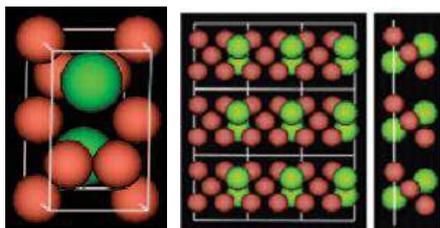
Структуры:



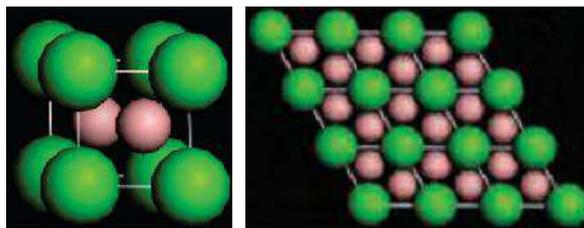
а) NaCl



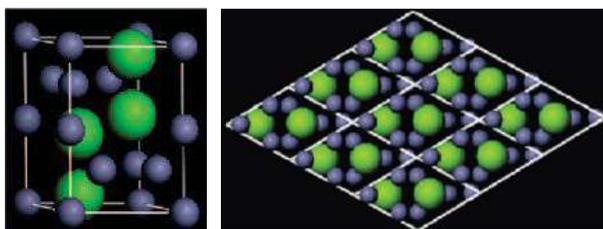
б) CuAu



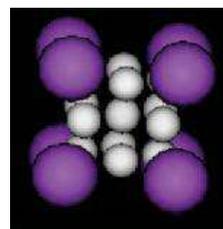
в) ортор. АВ



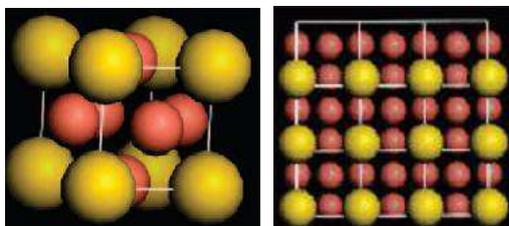
г) AlB<sub>2</sub>



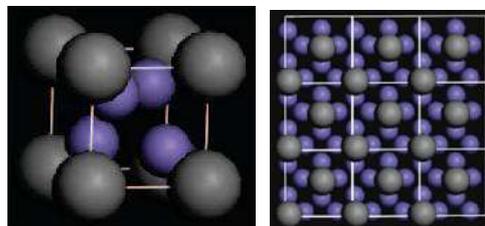
д) MgZn<sub>2</sub>



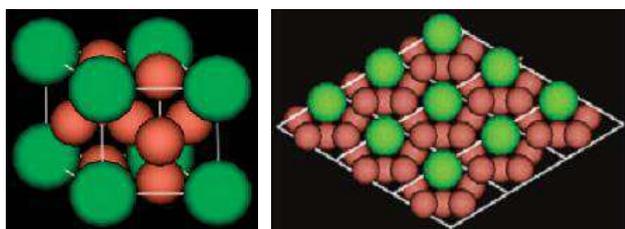
е) AB<sub>13</sub>



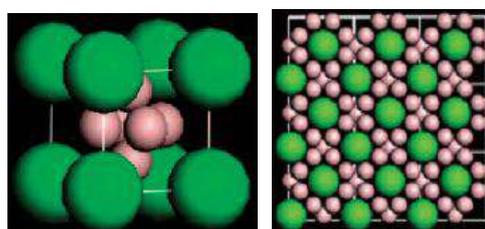
ж) Cu<sub>3</sub>Au



з) Fe<sub>4</sub>C



и) CaCu<sub>5</sub>



к) CaB<sub>6</sub>

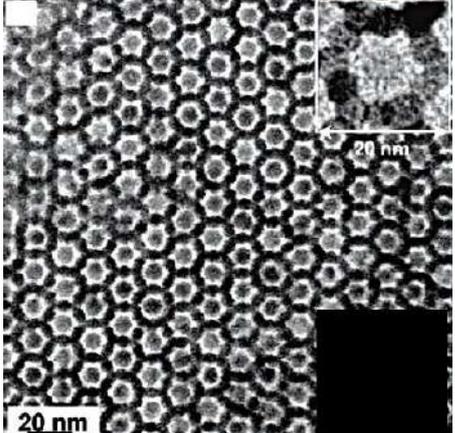
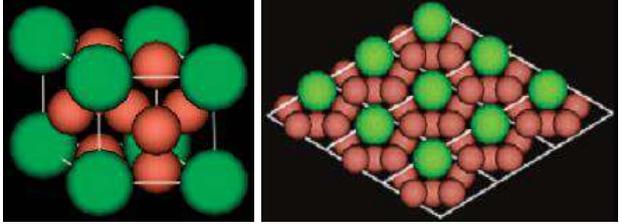
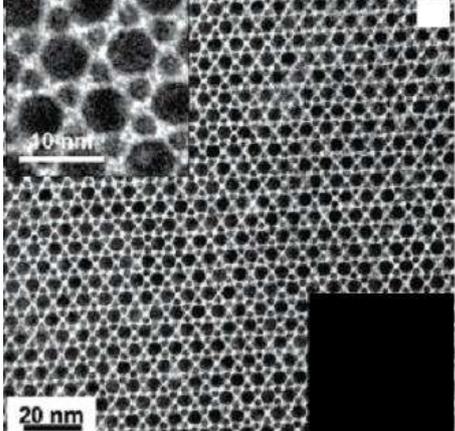
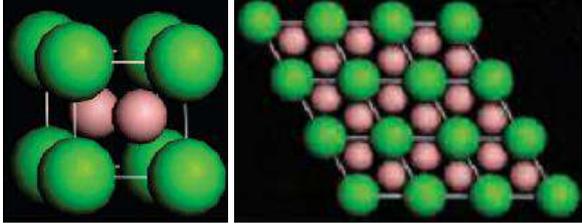
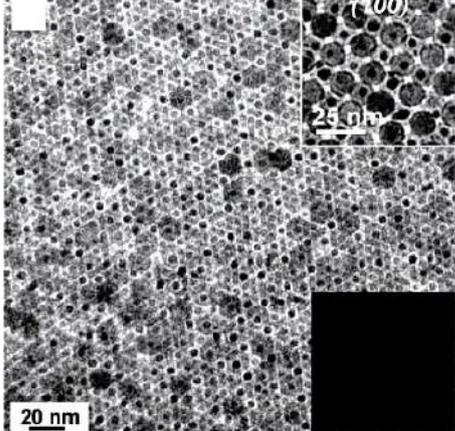
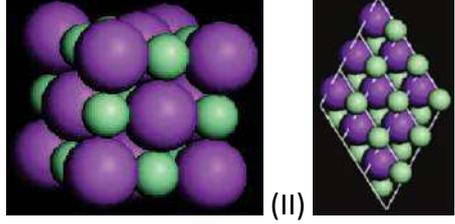
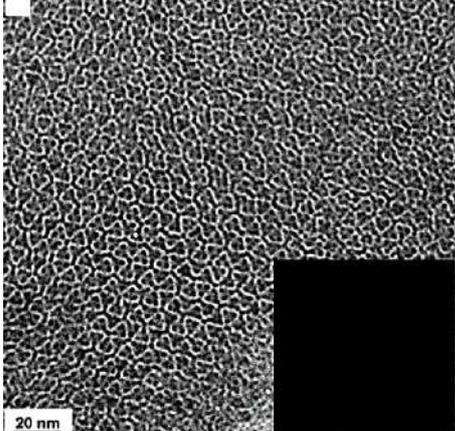
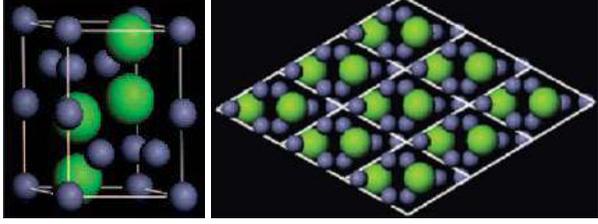
Всего – 10 баллов

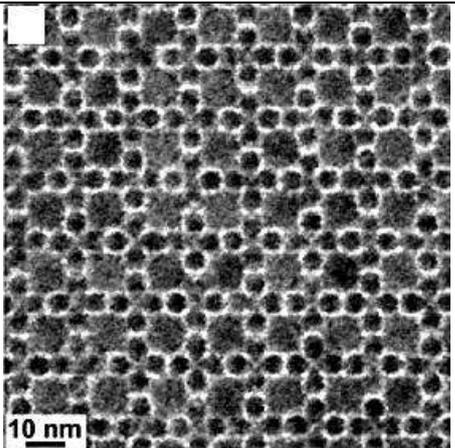
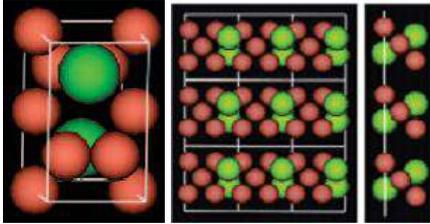
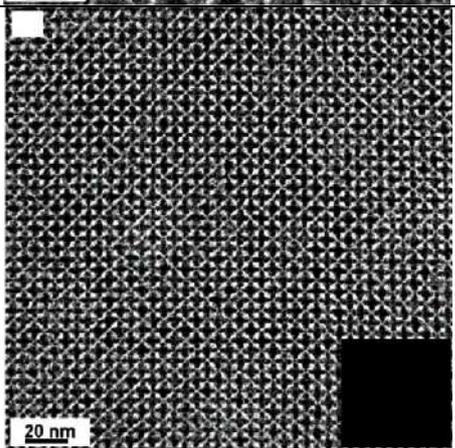
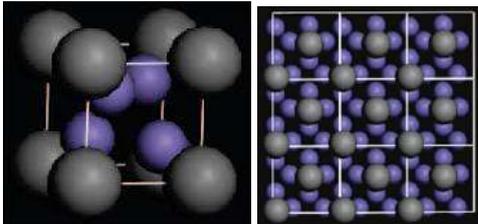
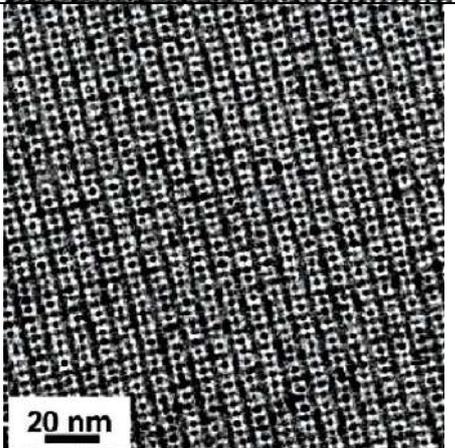
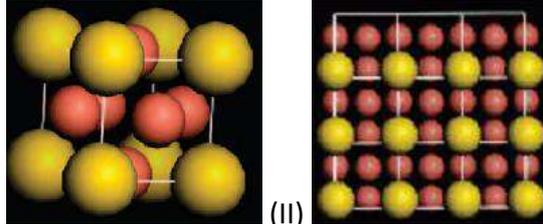


**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 12. Самосборка**

Микро-фотография	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Структура	CuAu	CaB <sub>6</sub>	AB <sub>13</sub>	CaCu <sub>5</sub>	AlB <sub>2</sub>	NaCl	MgZn <sub>2</sub>	AB	Fe <sub>4</sub> C	Cu <sub>3</sub> Au

1		<p>б CuAu</p> <p>(I) микрофотография соответствует (II), повернутому на угол 45°</p>
2		<p>к CaB<sub>6</sub></p>
3		<p>е AB<sub>13</sub></p>

4		и	<p><math>\text{CaCu}_5</math></p> 
5		г	<p><math>\text{AlB}_2</math></p> 
6		а	<p><math>\text{NaCl}</math></p>  <p>(I) (II)</p> <p>микрофотография на врезке соответствует виду сбоку на (I), повернутому на угол <math>45^\circ</math></p>
7		д	<p><math>\text{MgZn}_2</math></p> 

8		В	<p>orthorhombic AB</p> 
9		з	<p><math>Fe_4C</math></p> 
10		ж	<p><math>Cu_3Au</math></p>  <p>(I) микрофотография соответствует (II), повернутому на небольшой угол</p>



## Юный эрудит (заочный тур)

### Задача 13. Авария на нанофабрике

На заводе по производству наночастиц случилась авария и, прежде чем аварию удалось ликвидировать, большой объем синтезированных серебряных наночастиц попал в грунтовые воды. Анализ распределения грунтовых вод показал, что в водоканал наночастицы не проникли, однако какая-то их часть могла попасть в подземные воды, питающие соседний сельскохозяйственный участок. Для того, чтобы проверить, могут ли наночастицы с водой поступать в выращиваемые растения, экологи предложили высадить на тестовой делянке несколько видов растений — подсолнечник и овес (со стержневой и мочковатой корневой системами, соответственно), а потом проанализировать, накопились ли наночастицы в различных тканях.

1. В чем отличие этих двух корневых систем? **(0.5 балла)** Как Вы думаете, почему экологи предложили эти два вида растений? **(1.5 балла)**
2. А как бы Вы предложили проверить, возможно ли попадание наночастиц из грунтовых вод в растения? **(2 балла)**
3. Предположите, зачем в промышленности (легкой, фармакологической, косметической и т. д.) могли бы понадобиться серебряные наночастицы. **(1 балл)**

**Всего – 5 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

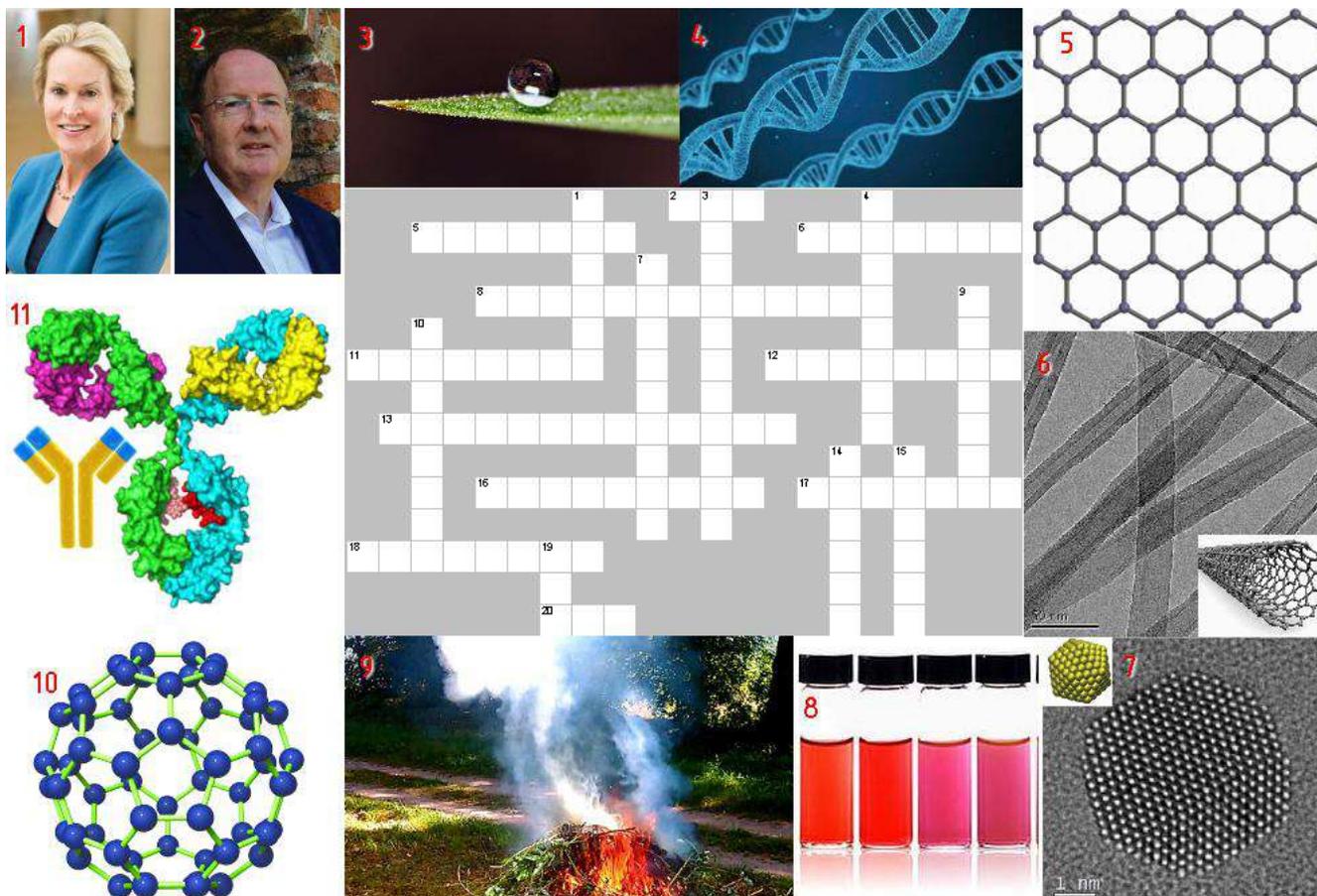
### Решение задачи 13. Авария на нанофабрике

В стержневой корневой системе есть четко выделяемый основной корень, от которого отходят более мелкие. В мочковатой корневой системе нет выделенного основного корня, а присутствует много равнозначных корней. Растения со стержневой корневой системой могут получать воду из более глубоких слоев почвы, а растения с мочковатой корневой системой – из более поверхностных слоев. Экологи предложили использовать подсолнечник, поскольку из всех сельскохозяйственных растений он способен получать воду из наиболее глубоких слоев почвы, а овес — как один из примеров растений, получающих воду с относительно большой территории поверхностных слоев почвы. Таким образом, можно было установить, будут ли проникать в растения наночастицы из воды с разных слоев почвы.

В фармакологической промышленности коллоидный раствор серебра используют для производства некоторых лекарственных препаратов от насморка, в косметической промышленности – для различных кремов, в легкой промышленности какое-то время назад в Штатах наночастицы серебра использовали для покрытия нитей, используемых для производства армейских носков. За правильные ответы засчитываются любые обоснованные гипотетические варианты.



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 14. Кроссворд**



**По горизонтали**

- 2. Молекула, рис. 4.
- 5. Играет ведущую роль в **12г.**
- 6. Биокатализатор.
- 8. Главный структурный мотив графена (рис. 5.).
- 11.  $10^{-9}$  метра.
- 12. Формулировка Нобелевской премии по химии – 2018 для **17г:** «за направленную ... **6г**».
- 13. Свойство поверхности, рис. 3.
- 16. Одним из главных его компонентов является **10в.**
- 17. Лауреат Нобелевской премии по химии – 2018, см. **12г** (рис. 1.).
- 18. Его симметрией обладает и рис. 7. и рис. 10.
- 20. Предмет, имеющий такую же форму, как рис. 10.

**По вертикали**

- 1. Лауреат Нобелевской премии по химии – 2018 за разработку метода получения **10в**, (рис. 2.).
- 3. Рис. 7.
- 4. Автор апокалиптического сценария превращения всего на Земле в серую слизь под действием неуправляемых самовоспроизводящихся нанороботов.
- 7. Смесь **3в** с водой (рис. 8.).

- 9. Форма **2г** (рис. 4).
- 10. Рис. 11.
- 14. Форма рис. 6.
- 15. Благородный металл, часто применяется в нанотехнологиях (рис. 7, 8).
- 19. Аэрозоль, источником которого является костер (рис. 9).

**Всего – 10 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 14. Кроссворд**

**По горизонтали**

- 2. ДНК – молекула, рис. 4.
- 5. Мутация – играет ведущую роль в **12г**.
- 6. Фермент – биокатализатор.
- 8. Шестиугольник – главный структурный мотив графена (рис. 5).
- 11. Нанометр –  $10^{-9}$  метра.
- 12. Формулировка Нобелевской премии по химии – 2018 для **17г**: «за направленную эволюцию **6г**».
- 13. Гидрофобность – свойство поверхности, рис. 3.
- 16. Иммуни-тет – одним из главных его компонентов является **10в**.
- 17. Арнольд – лауреат Нобелевской премии по химии – 2018, см. **12г** (рис. 1).
- 18. Икосаэдр – его симметрией обладает и рис. 7, и рис. 10.
- 20. Мяч – предмет, имеющий такую же форму, как рис. 10.

**По вертикали**

- 1. Уинтер – лауреат Нобелевской премии по химии – 2018 за разработку метода получения **10в**, (рис. 2).
- 3. Нанокластер – рис. 7.
- 4. Дрекслер – автор апокалиптического сценария превращения всего на Земле в серую слизь под действием неуправляемых самовоспроизводящихся нанороботов.

- 7. Суспензия – смесь **Зв** с водой (рис. 8).
- 9. Спираль – форма **2г** (рис. 4).
- 10. Антитело – рис. 11.
- 14. Трубка – форма рис. 6.
- 15. Золото – благородный металл, часто применяется в нанотехнологиях (рис. 7, 8).
- 19. Дым – аэрозоль, источником которого является костер (рис. 9).



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 15. Нанofilворд**

Ю Т Е М П Л А Т Ц Е О Л И Т О  
 Ч Н А Н О М О Т О Р Б О К А Л  
 Ч А Й Н И К Д В Е К Т О Р З Г  
 М Х А Э Р О Г Е Л Ь П Н Б И И  
 Е У Л Ф Е Р И Н Г А Ф Б Й Г Н  
 З Г В К С Е Р О Г Е Л Ь А З З  
 О Е Б А К Т Е Р И О Ф А Г А Б  
 П К Н С В Е Т О Д И О Д У Г У  
 О К И Н Т Е Р К А Л Я Ц И Я Р  
 Р О А Д С О Р Б Е Н Т А Е С Г  
 Ы Н Б У Л И П О С О М А У Я Ф  
 П О Л К А Ж Г Р А Ф Е Н Р П  
 А Ъ Ё С Т А К А Н С М О Л Л И  
 Е Т С У М К А М В И С К Е Р Ж

Найдите 18 «нанотехнологических» слов, зашифрованных на буквенном поле, и напишите, какое именно отношение зашифрованные здесь понятия имеют к нанотехнологиям. **(0.2 балла за слово и 0.3 балла за определение)** Каждое слово проиллюстрировано одной (реже – двумя) картинками, размещенными рядом с полем филворда, одной картинке может соответствовать несколько слов. Способ поиска показан на примере слова «вектор» (горизонтально слева направо или вертикально сверху вниз, диагональных слов и слов с обратным порядком букв, а также пересечений слов здесь нет).

**Всего – 9 баллов**



**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Решение задачи 15. Нанofilворд**



1. **Адсорбент** – материал с большой удельной (то есть, приходящейся на единицу массы) поверхностью, на которой происходит адсорбция (поглощение) веществ из соприкасающихся с ней газов или жидкостей. Самые эффективные адсорбенты состоят из наночастиц, поскольку чем меньше радиус, тем больше удельная площадь поверхности.
2. **Аэрогель** – высокопористый материал, расстояние между стенками соседних пор в котором, как правило, составляет 4 – 10 нм. Он представляет собой гель, в котором жидкая фаза (например, вода) полностью заменена воздухом без нарушения структуры геля.
3. **Бактериофаг** – вирус, избирательно поражающий бактериальные клетки. Его оболочка состоит из головки диаметром 45 – 140 нм и хвоста толщиной 10 – 40 и длиной 100 – 200 нм.
4. **Вискер** – нитевидный нанокристалл, у которого длина более чем в 100 раз превышает диаметр.

5. **Геккон** – ящерица, способная бегать по стенам и потолку. «Липучка» на пальцах геккона состоит из большого числа щетинок, каждая из которых оканчивается более маленькими ворсинками с лопатообразными кончиками, что обеспечивает большую площадь контакта с поверхностью. Ворсинки «прилипают» к поверхности за счет сил Ван-дер-Ваальса, которые действуют лишь на очень маленьких расстояниях.
6. **Гинзбург**, Виталий Лазаревич – советский и российский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике (2003, вместе с А.А. Абрикосовым и Э. Леггетом) «за вклад в развитие теории сверхпроводимости и сверхтекучести».
7. **Графен** – форма углерода, представляющая собой расположенные в одной плоскости атомы углерода, связи между которыми образуют шестиугольную сетку.
8. **Зигзаг** – один из структурных мотивов углеродных нанотрубок (УНТ). Представляет собой замкнутую цепочку атомов углерода, повторением которой можно получить зигзагообразные УНТ.
9. **Интеркаляция** – обратимое включение атома, молекулы или группы молекул между слоями материала. Например, вхождение натрия между слоями графита.
10. **Ксерогель** – высушенный гель. В отличие от аэрогеля, в его структуре преобладают мезопоры.
11. **Липосома** – пузырьки, заполненные жидкостью, стенка которых состоит из двойных липидных слоев. Диаметр липосом составляет примерно от 20 нм до 10 – 50 мкм.
12. **Мезопоры** – поры размером от 2 до 50 нм.
13. **Наномотор** (молекулярный мотор) – молекулярное устройство, способное преобразовывать энергию в движение. За его «проектирование» Бернарду Феринга в 2016 году была вручена Нобелевская премия по химии.
14. **Светодиод** – полупроводниковый прибор с электронно-дырочным (*p-n*-) переходом, излучающий свет при пропускании через него электрического тока. Толщина *p-n*-перехода в современных светодиодах, а, иногда, и размер всего светодиода, лежат в нанометровом диапазоне.
15. **Смолли**, Ричард – американский физик, лауреат Нобелевской премии по химии (1996, совместно с Робертом Керлом и Харольдом Крото) «за открытие новой формы углерода – фуллеренов».
16. **Темплат** (*иначе матрица, шаблон*) – частица или структура, задающая форму и направляющая рост получаемых на ней наноструктур.
17. **Феринга**, Бернард – нидерландский химик, лауреат Нобелевской премии по химии (2016, совместно с Жаном-Пьером Соважем и Фрейзером Стоддартом) «за проектирование и синтез молекулярных машин».
18. **Цеолит** – группа алюмосиликатных минералов со структурой в виде трехмерного каркаса, пронизанного полостями и каналами (окнами) размером 0,2 – 1,5 нм.