

NANO > XII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

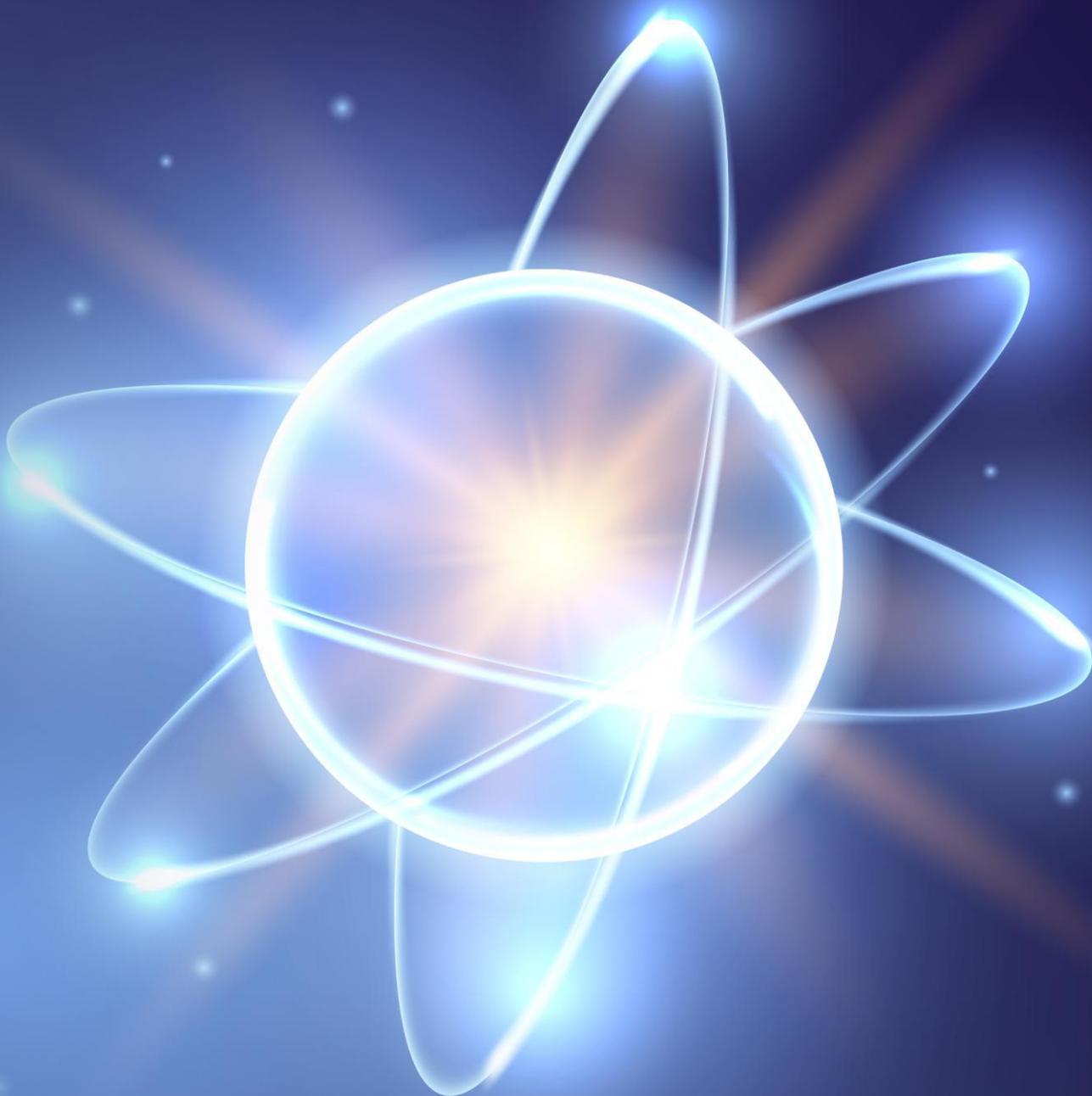


МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА



РОСНАНО

КОД: ИИИИИИИИИИИИ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ



**СБОРНИК
ЗАДАНИЙ**



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 1. Окрашенные предметы

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

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



Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

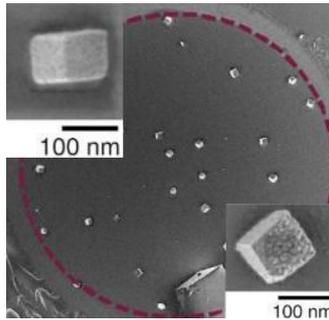
Решение задачи 1. Окрашенные предметы

Металл (элемент X) – золото, «аурум» **(1 балл)**

1 – Б, 2 – В, 3 – Г, 4 – А **(4 балла)**



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 2. Рост наночастиц



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

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

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур) Решение задачи 2. Рост наночастиц

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

2) Масса наночастицы в конечный момент времени равна

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

3) $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$, $3 \cdot 10^{-15} \text{ мг/с} = 3 \cdot 10^{-21} \text{ кг/с}$, $2.7 \text{ г/см}^3 = 2700 \text{ кг/м}^3$

Время роста составляет

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

4) Площадь поверхности кубической наночастицы вырастет в

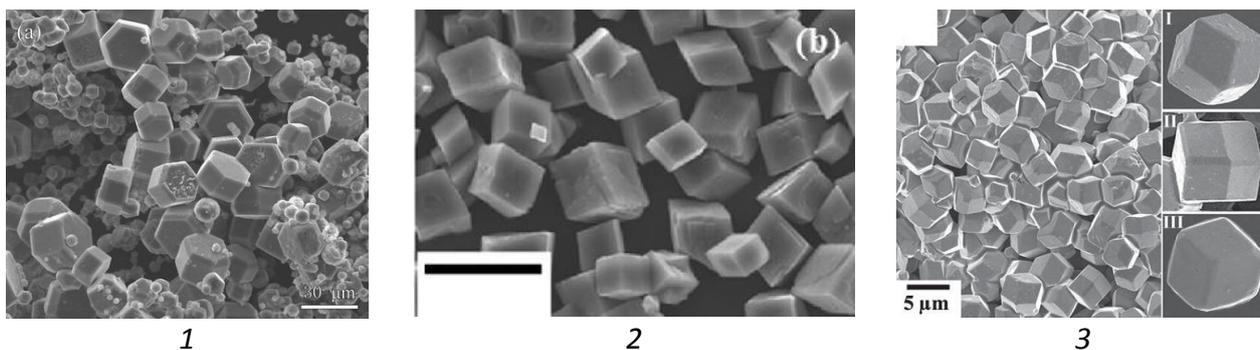
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{6a_2^2}{6a_1^2} = \frac{(100a_1)^2}{a_1^2} = 10000 \text{ раз.}$$



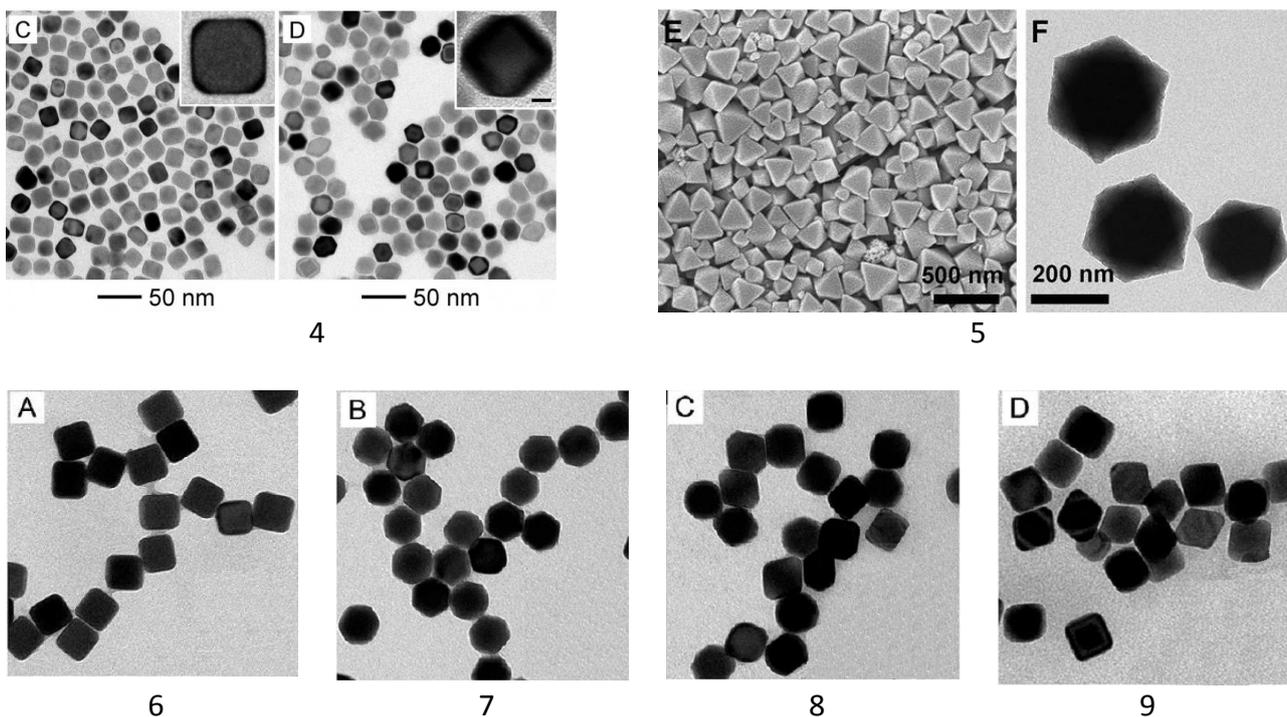
Юный эрудит (заочный тур)
Задача 3. В мире нанокристаллов

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

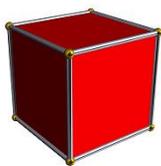
Сканирующая электронная микроскопия



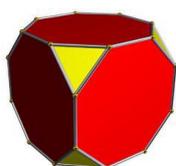
Просвечивающая электронная микроскопия



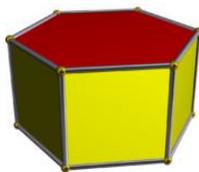
Сопоставьте изображения частиц и приведенные ниже многогранники. Учтите, при этом, что кристаллы на изображениях могут располагаться хаотически.



куб



усеченный куб



шестиугольная
призма



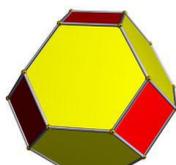
тетраэдр



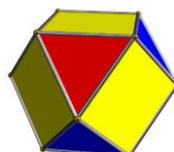
усеченный
тетраэдр



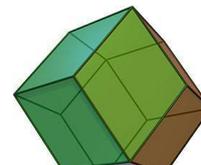
октаэдр



усеченный октаэдр



кубоктаэдр



ромбододекаэдр

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 3. В мире нанокристаллов

СЭМ

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

ПЭМ

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



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 4. Грибы и солнечная энергия



Превращение воды в пар – один из способов преобразования солнечной энергии. Оказалось, что для этой цели хорошо подходят некоторые виды грибов. Они отлично поглощают солнечный свет, а их пористая микроструктура способствует переносу воды по капиллярам к месту испарения. Для повышения эффективности грибы «карбонизируют» – превращают органическое вещество в пористый углерод путем длительного нагревания при 500 °С без доступа воздуха.

В эксперименте грибы освещали обычным солнечным светом мощностью 1 кВт/м² и измеряли скорость испарения воды, которая оказалась равна 1.1 и 1.4 кг/(м²·ч) для обычных и карбонизированных грибов, соответственно. Найдите КПД преобразования солнечной энергии в обоих случаях и решите, можно ли считать грибы эффективным преобразователем солнечной энергии. Теплота испарения воды 2.2 кДж/г.

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 4. Грибы и солнечная энергия

Для удобства примем время «работы» грибов 1 ч, а их общую поверхность 1 м^2 . За это время энергия поглощенного света составит

$$E_{\text{погл}} = 1000 \text{ Дж/с} \cdot 3600 \text{ с} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 3600 \text{ кДж.} \quad \text{(2 балла)}$$

На испарение воды обычными грибами будет израсходовано

$$E_{\text{исп}} = 1100 \text{ г} \cdot 2.2 \text{ кДж/г} = 2420 \text{ кДж} \quad \text{(2 балла)}$$

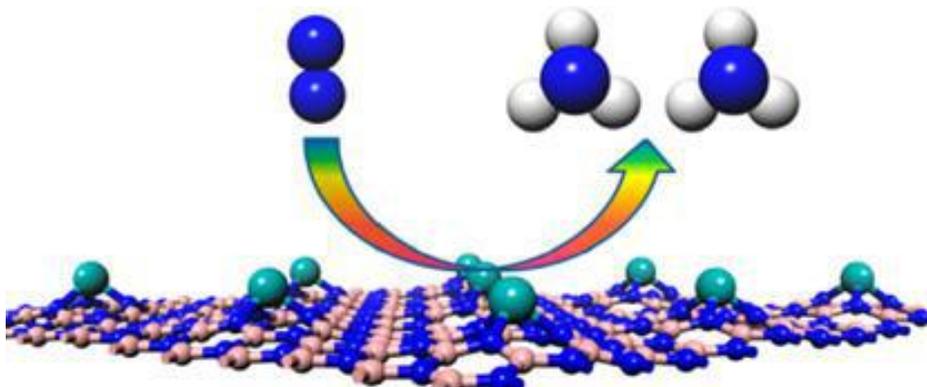
Коэффициент преобразования (кпд): $\eta = E_{\text{исп}} / E_{\text{погл}} = 0.67 = \mathbf{67\%}$. Для карбонизированных грибов он будет больше в 1.4/1.1 раза, т.е. **86% (1 балл)**. Грибы оказались довольно эффективными устройствами преобразования солнечной энергии.

Правда, энергию пара надо потом превращать в работу, а это приведет к дополнительным потерям, величина которых заранее неизвестна.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 5. Катализатор из одного атома



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

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

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

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

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 5. Катализатор из одного атома

1. NH_3 , N_2 , Fe, K_2O , CaO, Al_2O_3 , Mo, BN. (по 0.25 балла за формулу)
2. За год на одном атоме Mo прореагирует $365 \cdot 86400 / 20 = 1\,576\,800 \approx 1.6$ млн. молекул N_2 , из которых образуется $1.6 \cdot 2 = 3.2$ млн. молекул NH_3 . Найдем отношение масс:

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

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



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 6. Физический филворд

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

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

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

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 6. Физический филворд

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

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

Система оценивания

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



Юный эрудит (заочный тур) Задача 7. Закон Мура действует?..

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

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

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 7. Закон Мура действует?..

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

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

Очевидно, что закон Мура продолжает действовать до сих пор!



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 8. Одноэлектронный транзистор

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

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

Всего – 4 балла



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 8. Одноэлектронный транзистор

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

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



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 9. Так ли там много места?

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

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 9. Так ли там много места?

1. Найдём объём поры:

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

2. Количество вещества по уравнению Клапейрона-Менделеева:

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

3. Количество молекул:

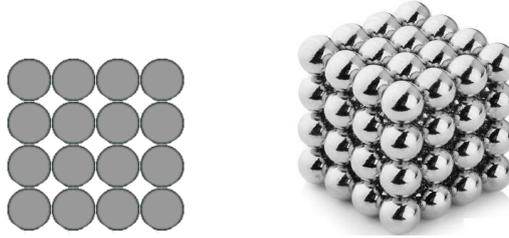
$$N = \nu N_A = 2.57 \cdot 10^{-18} \text{ моль} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} \approx 1.5 \text{ млн молекул}$$

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



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 10. Олимпиадные нанокластеры



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

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

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

Примечание: решения кубического уравнения являются делителями свободного члена.

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 10. Олимпиадные нанокластеры

$$(O + 1)^2 + (4O - 5)^2 = O^3 + 2O^2 + 2$$

$$O^2 + 2O + 1 + 16O^2 - 40O + 25 = O^3 + 2O^2 + 2$$

$$O^3 - 15O^2 + 38O - 24 = 0$$

$O = 2$ является решением, число шариков в наборе $2^3 + 2 \cdot 2^2 + 2 = 18$.

$O = 3$, $O = 4$, $O = 6$, $O = 8$ не являются решением.

$O = 12$ является решением, число шариков в наборе $12^3 + 2 \cdot 12^2 + 2 = \underline{2018}$.

Ответ:

$O = 2$ и 18

Число шариков – **12** и **2018**

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



Юный эрудит (заочный тур) Задача 11. Сложно быть жирафом



Жираф – самое высокое наземное животное. Высота самцов жирафа может превышать 6 метров (треть из которых приходится на шею), а вес может достигать двух тонн (в среднем немного выше тонны). Это позволяет жирафам питаться листьями с высоких крон деревьев. Однако наличие такого большого роста приводит к особенностям поведения и физиологии жирафа. Ниже мы предлагаем Вам ответить на несколько простых вопросов о жирафе. Укажите, истинны (и) или ложны (л) приведенные ниже утверждения. За каждый правильный ответ вы получаете 0.5 балла.

1. У жирафа шея состоит из 29 шейных позвонков.
2. Жирафы не общаются при помощи звуков.
3. Жирафы – обитатели тропических лесов.
4. Кровяное давление у жирафа гораздо выше, чем у человека.
5. Артериальная кровь жирафа насыщена кислородом так же, как и у человека.
6. Жирафы – «марафонцы» и способны пробегать на большие расстояния.
7. Жирафы редко пьют воду.
8. В кровеносных сосудах шеи у жирафов есть специальные клапаны, защищающие его мозг от чрезмерного потока крови при опускании головы (отсутствие таких клапанов могло привести к смерти животного).
9. Высокий рост жирафа приводил бы к постоянным отекам ног, поэтому в его организме существует ряд адаптационных механизмов (в сердечно-сосудистой системе и коже), препятствующих этому.
10. Жирафы всегда поднимаются медленно, поскольку при резком подъеме может возникнуть недостаток кислорода в мозге, что приведет к обмороку животного.

Представим, что были разработаны специальные нанороботы, которые не отвергаются иммунной системой жирафа и способны переносить кислород. Прокомментируйте, изменится ли истинность или ложность вышеприведённых утверждений. Учтите, что комментарий будет зачитываться только, если вы приведете аргументы за или против (не нужно писать подробно, но постарайтесь делать логичные утверждения!), за каждый правильный комментарий вы получаете **0,5 баллов**.

Всего – 10 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 11. Сложно быть жирафом

1. Ложное (у жирафа 7 больших шейных позвонков)
2. Ложное (общаются, но используют для этого низкочастотные звуки, практически не различимые человеческим ухом)
3. Ложное (жирафы обитатели саванн, это особые лесостепи, в лесу они слишком уязвимы для хищников)
4. Истинное утверждение (иначе было бы невозможно снабжать кислородом различные органы)
5. Ложное (несмотря на ряд адаптационных приспособлений из-за больших размеров и роста животного, а также особенностей дыхательной системы, содержание кислорода в артериальной крови обычно ниже чем в человеческой)
6. Ложное (хотя жирафы способны достаточно быстро бегать на короткие расстояния бегать на длинные они неспособны)
7. Истинное утверждение (поскольку из-за длинной шеи и высокого роста питье воды достаточно сложный и медленный процесс, это приводит к высокой уязвимости животного в процессе водопоя)
8. Истинное утверждение
9. Истинное утверждение
10. Истинное утверждение

Если бы у жирафа в крови были особые нанороботы, способные переносить кислород

1. Присутствие таких нанороботов не повлияет на это утверждение.
2. Присутствие таких нанороботов не повлияет на это утверждение.
3. Присутствие таких нанороботов не повлияет на это утверждение, жирафы в лесу будут по-прежнему уязвимы.
4. Здесь возможны различные варианты ответа. Весь организм жирафа, вся его сосуды и сердце адаптировано к чрезвычайно высоким давлениям. Появление нанороботов, возможно снизит потребность в кислороде и соответственно уменьшится необходимость в таком высоком давлении, однако для снижения давления придется проводить серьезную перестройку организма жирафа, что мало вероятно, по крайней мере, в обозримом будущем. Поэтому наличие нанороботов не изменит смысл данного утверждения.
5. В присутствии нанороботов данное утверждение, скорее всего, станет истинным.
6. Если дополнительный кислород, переносимый нанороботами, будет усваиваться тканями, то данное утверждение, скорее всего, станет истинным.
7. В первом приближении наличие нанороботов не повлияет на истинность или ложность данного утверждения.
8. Клапаны будут необходимы, причем, по-видимому, при наличии нанороботов данная проблема только усугубится и опускать голову жирафу придется еще медленнее.
9. В первом приближении наличие нанороботов не повлияет на истинность или ложность данного утверждения.
10. В этом случае утверждение должно поменяться (хотя насколько быстро жирафы преодолеют свои безусловные рефлексы, это большой вопрос).



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 12. Это животное обитает в ...

Ниже представлены фотографии 10 животных, обитающих в разных регионах мира. Под каждой фотографией приведено утверждение, касающееся места обитания этого животного. Укажите, истинны (и) или ложны (л) приведенные ниже утверждения. За каждый правильный ответ вы получаете 0.5 балла.

1. Это животное обитает в Латинской Америке.



2. Это животное обитает в Арктике.



3. Это животное обитает в Евразии и Северной Америке.



4. Это животное обитает в Австралии.



5. Это животное обитает в Африке.



6. Это животное обитает в Евразии и Северной Америке.



7. Это животное обитает в Африке.



8. Это животное обитает в Папуа Новой Гвинее и Австралии.



9. Это животное обитает в Австралии.



10. Это животное обитает в центральной Азии (юго-западе Китая).



Одно из этих животных может модифицировать свою окраску, используя наноструктуры. Укажите это животное (**2 балла**), кратко объясните, в результате чего это происходит (**1 балл**). Укажите источник информации, который вы использовали для ответа на этот вопрос (академичность ссылок приветствуется). (**2 балла**)

Всего – 10 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 12. Это животное обитает в ...

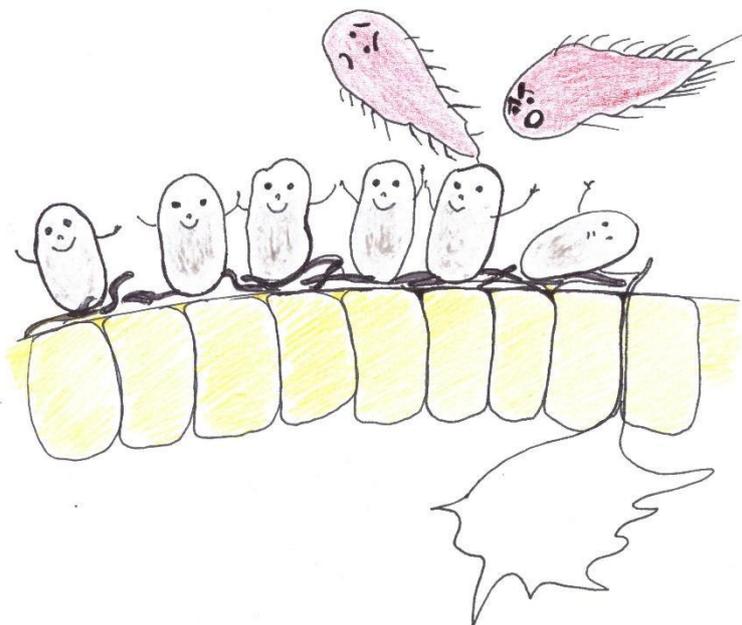
1. Истинно. Это трехпоясный броненосец.
2. Ложно. Это пингвин.
3. Истинно. Это россомаха.
4. Ложно. Это поркупин – североамериканский дикобраз.
5. Ложно. Это азиатский (индийский) слон.
6. Ложно. Это (евразийская) сойка.
7. Ложно. Это гребнистый (морской) крокодил.
8. Истинно. Это казуар.
9. Истинно. Это динго.
10. Истинно. Это малая (красная панда).

Животное, у которого может изменяться окраска некоторых перьев, – сойка. Цвет некоторых перьев сойки способен изменяться в диапазоне от синего к белому не за счет пигмента, а за счет наноструктур, формируемых из кератина. Эти структуры способны к самоорганизации, в результате изменения структур происходит изменение преломления света и, соответственно, изменение окраски пера.

Parnell A.J., Washington A.L., Mykhaylyk O.O., Hill C.J., Bianco A., Burg S.L., Dennison A.J.C., Snape M., Cadby A.J., Smith A., et al. // 2015. V.5: P. 18317. <https://www.nature.com/articles/srep18317>



Юный эрудит (заочный тур) Задача 13. Все о микрофлоре



С экранов телевизоров, рекламных щитов и просто в разговоре мы можем часто услышать: "Это нарушена микрофлора кишечника". Пострадавшим советуют пить живые йогурты, ряженку и кефир, чтобы эту самую микрофлору восстановить. Пожалуйста, ответьте на следующие вопросы:

1. Что это такое, микрофлора кишечника? Из чего (или кого) она состоит и какие функции выполняет? Откуда микрофлора в кишечнике берется?
2. Почему йогурты и кефир помогают восстановить микрофлору?
3. Какие воздействия на человеческий организм негативно влияют на микрофлору кишечника?
4. Что такое "патогенная" и "полезная" микрофлора?
5. Почему для подавления "патогенной" микрофлоры на слизистых носоглотки иногда используют раствор коллоидного серебра, а для кишечника – нет?

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 13. Все о микрофлоре

1. Микрофлора или микробиом кишечника состоит, в основном, из лакто-и бифидобактерий, кроме того, в кишечнике есть некоторое количество бактерий – кишечных палочек и стрептококков. Функции полезных бактерий – самые разнообразные: бактерии расщепляют молочный белок на аминокислоты и пептиды, которые человек легко усваивает. Кроме того, бактерии сбраживают молочный сахар в молочную кислоту, которая легко используется организмом. Лактобактерии и бифидобактерии бактерии, содержащиеся в кишечнике, потребляя часть нашей еды, делают для нас некоторые витамины, аминокислоты – кирпичики для строения новых белков – и еще не дают развиваться вредным, болезнетворным бактериям. Это особенно важно для новорожденных детей, иммунная система которых сформировалась, но еще не активна. Именно за такую активацию иммунитета отвечают полезные бактерии, попадающие в кишечник новорожденного ребенка. В этом им помогают компоненты грудного молока – олигосахариды молока, которые обеспечивают прикрепление “хороших” бактерий к стенкам кишечника. Кусочки полезных бактерий захватывают особые специализированные, так называемые, М-клетки стенок кишечника и “показывают” их иммунным клеткам, вызывая активацию иммунитета. Благодаря этому иммунные клетки смогут эффективно “сражаться” с болезнетворными бактериями в случае их попадания в кишечник. Самые первые бактерии появляются у новорожденных детей при их рождении, а потом они продолжают поступать в организм ребенка с грудным молоком. Появляется все больше данных о том, что некоторое количество бактерий может быть в кишечнике развивающегося ребенка еще внутриутробно, а также они могут быть в плаценте.
2. Йогурты и другие кисломолочные продукты помогают полезным бактериям прикрепляться к стенкам кишечника за счет олигосахаридов молока и тем самым способствуют быстрому размножению бактерий. Существует точка зрения, что за счет бактерий кисло-молочного продукта может происходить восстановление микрофлоры, но это до конца не доказано.
3. Прием антибиотиков, несбалансированное питание, некоторые заболевания, сопровождающиеся диареей и нарушением пищеварения.
4. Болезнетворные, или патогенные, бактерии – это те бактерии, которые в норме не присутствуют в кишечнике и которые могут вызвать различные заболевания, начиная от расстройства пищеварения до более серьезных нарушений.
5. Раствор коллоидного серебра при попадании в кишечник может быть токсичным для человека. Облепляя ворсинки кишечника, наночастицы могут физически препятствовать всасыванию питательных веществ в кишечнике. Кроме того, наночастицы серебра могут подавлять жизнедеятельность не только патогенных бактерий, но и полезных бактерий собственной микрофлоры организма.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 14. Кроссворд

По горизонтали

1. Способ создания сложного путем объединения простого (рис. 1г).
8. Длинный и тонкий материал (рис. 8г).
10. «Гроздь» атомов (рис. 10г).
11. Нано-... – один из самых распространенных объектов нанотехнологий.
12. рис. 2в, а также **18г**.
13. Способ защиты организма от подобных **12г** объектов.
14. Мера на 9 порядков меньше.
16. Плоская и тонкая.
17. Широко известный **4в** (рис. 17г).
18. Размером 80 нм, иногда «устраивает» **6в** (рис. 18г).

По вертикали

2. **12г** для бактерий (рис. 2в).
3. Нанопоглотитель (рис. 3в).
4. Наночар из **7в**, за его открытие вручена Нобелевская премия по химии (рис. 4в).
5. Единица наследственной информации.

6. Внеплановые «каникулы» из-за **12г** (и **18г**).
7. За его получение тоже дали Нобелевскую премию, но по физике.
9. Белковая «одежда» **12г, 18г** и **2в**, (рис. 9в).
10. Рис. 10в.
15. «Домашний» источник наночастиц (рис.15в).
16. Узкий туннель в веществе (рис. 16в).

Всего – 10 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 14. Кроссворд

По горизонтали

1. Самосборка – способ создания сложного путем объединения простого (рис. 1г).
8. Волокно – длинный и тонкий материал (рис. 8г).
10. Кластер – «гроздь» атомов (рис. 10г).
11. Нано-Частица – один из самых распространенных объектов нанотехнологий.
12. Вирус – (рис. 2в), а также 18г.
13. Иммунитет – способ защиты организма от подобных 12г объектов.
14. Нано – мера на 9 порядков меньше.
16. Пленка – плоская и тонкая.
17. Бакибол – широко известный 4в (рис. 17г).
18. Грипп – размером 80 нм, иногда «устраивает» 6в (рис. 18г).

По вертикали

2. Бактериофаг – 12г для бактерий (рис. 2в).
3. Адсорбент – нанопоглотитель (рис. 3в).
4. Фуллерен – наносар из 7в, за его открытие вручена Нобелевская премия по химии (рис. 4в).

5. **Ген** – единица наследственной информации.
6. **Карантин** – внеплановые «каникулы» из-за **12г** (и **18г**).
7. **Графен** – за его получение тоже дали Нобелевскую премию, но по физике.
9. **Капсид** – белковая «одежда» **12г**, **18г** и **2в**, (рис. 9в).
10. **Кристалл** – рис. 10в.
15. **Сажа** – «домашний» источник наночастиц (рис.15в).
16. **Пора** – узкий туннель в веществе (рис. 16в).



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 15. Нанofilворд

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

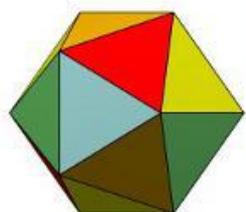
На поле размером 12 на 16 букв зашифрованы 14 слов, имеющих то или иное отношение к нанотехнологиям. Способ поиска показан на примере слова «олимпиада» (горизонтально слева направо или вертикально сверху вниз, диагональных слов и слов с обратным порядком букв, а также пересечений слов здесь нет).

Ваша цель – найти эти 14 слов и написать, какое именно отношение зашифрованные здесь понятия имеют к нанотехнологиям. А помогут Вам в поиске картинки, размещенные рядом с полем филворда.

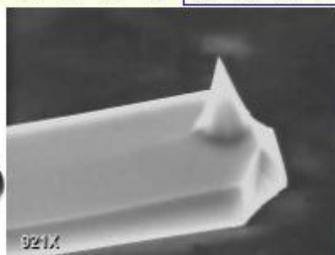
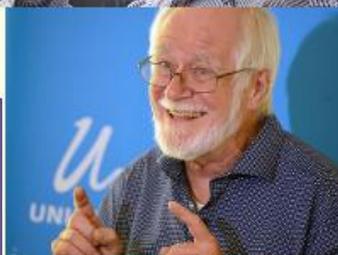
Всего – 7 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 15. Нанofilворд

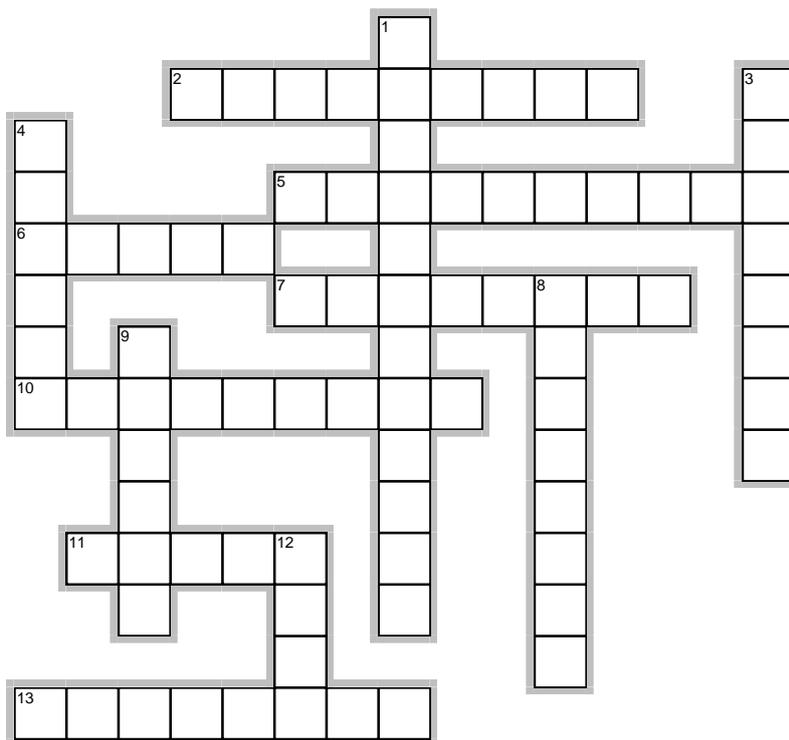


С Ъ Ю Т А Н И Г У Ч И Л О Ж К А
 А Ж Р Б С В Е Т О Д И О Д Ц Ц В
 Б Д Ц О Л И М П И А Д А Ы Щ Ч Т
 А Ъ М Е Т А М А Т Е Р И А Л Ю Р
 К Л О Т О С Т А Р Е Л К А Ъ П А
 А Г М И С К А Н Т И Л Е В Е Р Н
 Т Г Р А Ф Е Н Ч А Ш К А Л Х Г З
 Е П Ь Е З О Э Ф Ф Е К Т П Ц Ы И
 Н О П А Л Д Ю Б О Ш Е Х В Э Г С
 А Ч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





Юный эрудит (заочный тур)
Задача 16. Генетический кроссворд



По горизонтали

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

По вертикали

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

Всего – 7 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Решение задачи 16. Генетический кроссворд

По горизонтали

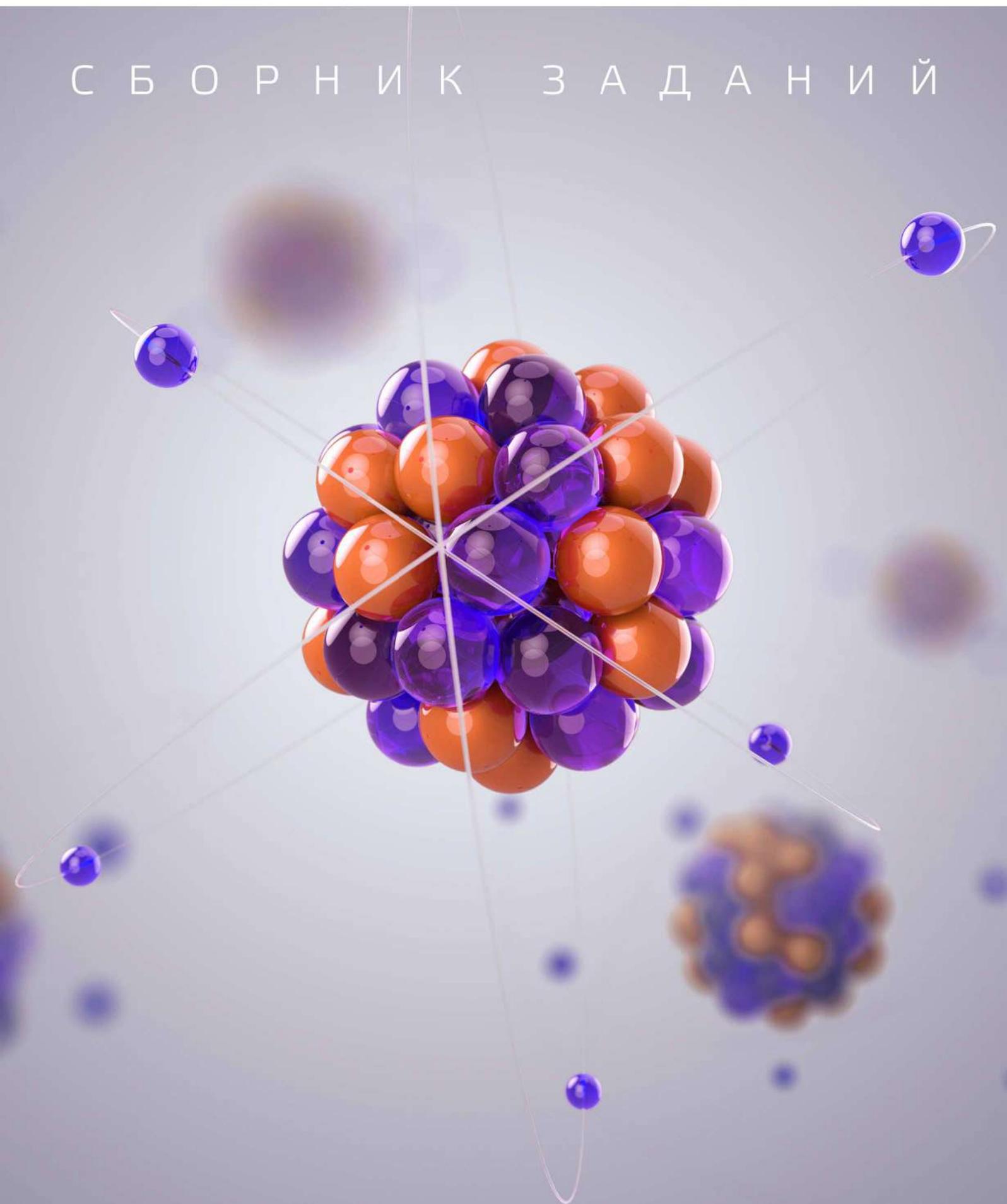
2. Репарация.
5. Центромера.
6. Кодон.
7. Нуклеаза.
10. Репрессия.
11. Локус.
13. Промотор.

По вертикали

1. Транскрипция.
3. Плазмида.
4. Вектор.
8. Аутосома.
9. Оперон.
12. Сайт.



С Б О Р Н И К З А Д А Н И Й





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**

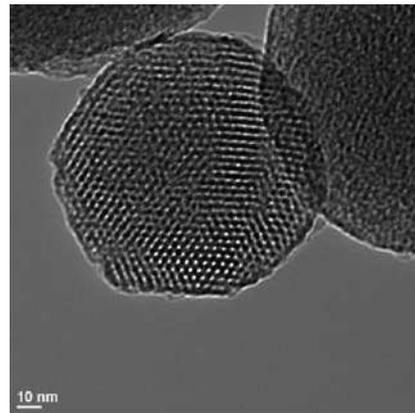
объекты по размерам мало отличаются от «не-нано» аналогов, приставка «нано»-, как правило, является рекламным ходом, зачастую, призванным подчеркнуть высокотехнологичность изделия либо заявить о наличии в его составе наночастиц или других нанообъектов.



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 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 кг/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.

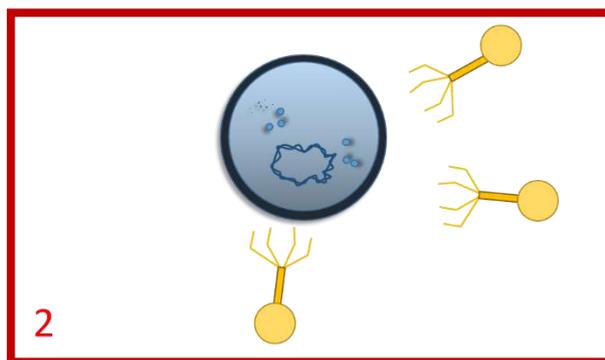
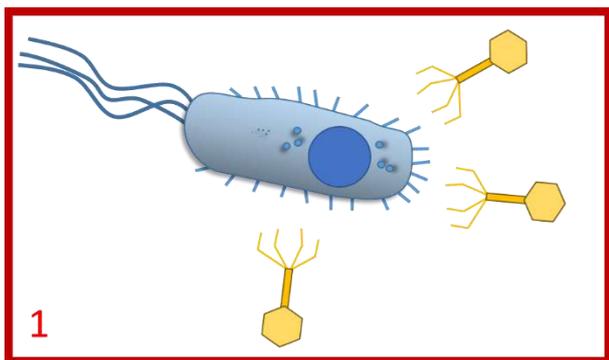


Юный эрудит (заочный тур)

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.

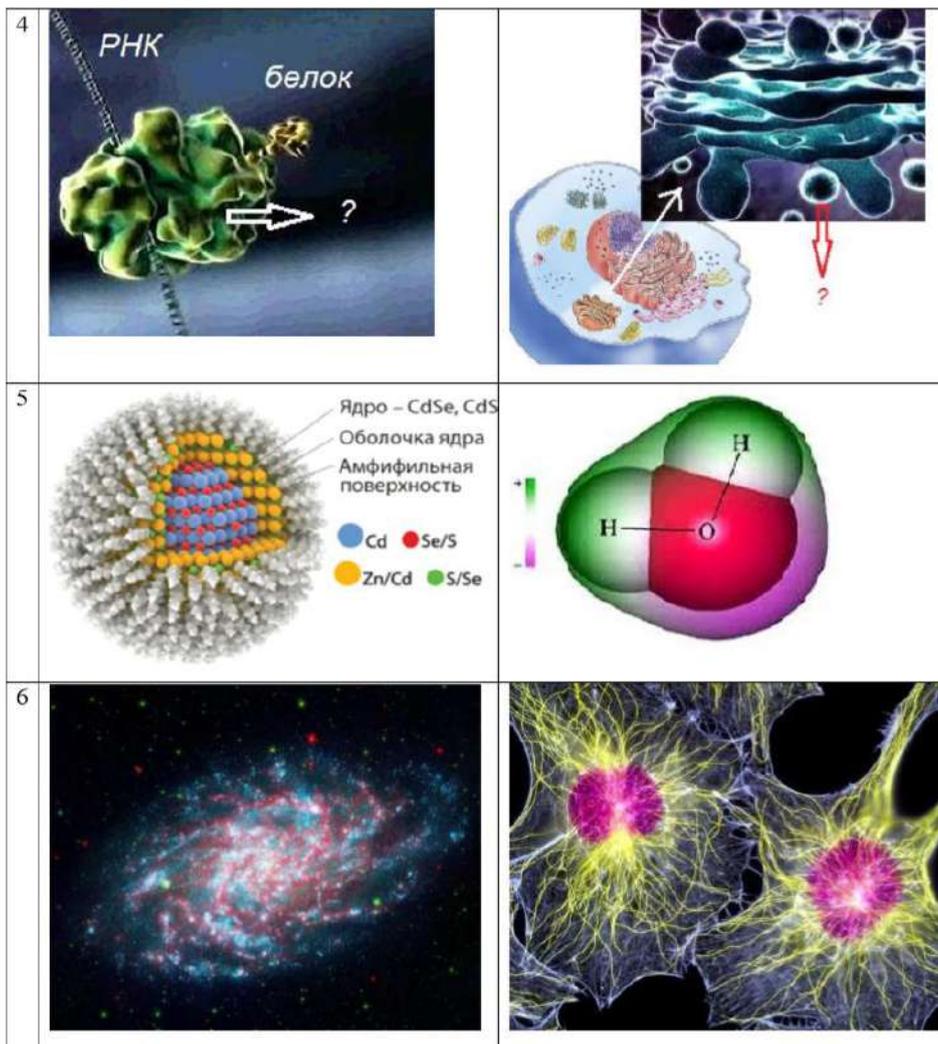
1. Отгадайте, что изображено на каждой картинке и сравните объекты в каждой строке таблицы по размерам. **(за каждую правильно описанную пару 1 балл)**

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).

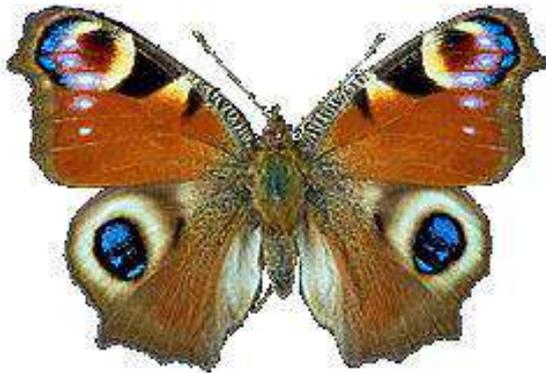
Микротрубочки, 25 нм	Примерно равны	Углеродные нанотрубки, от <1 нм до 50 нм
Ядерные поры, диаметр внутреннего канала до 25 нм	Больше чем	Коннексоны, диаметр внутреннего канала 2 нм.
Бактерия E.coli, 1x3 мкм	Меньше чем	Фибробласты, 20-50 мкм
Рибосома, 30 нм	Меньше чем	Лизосомы, клеточные везикулы, 0.2-1 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. Потрявоженная 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.

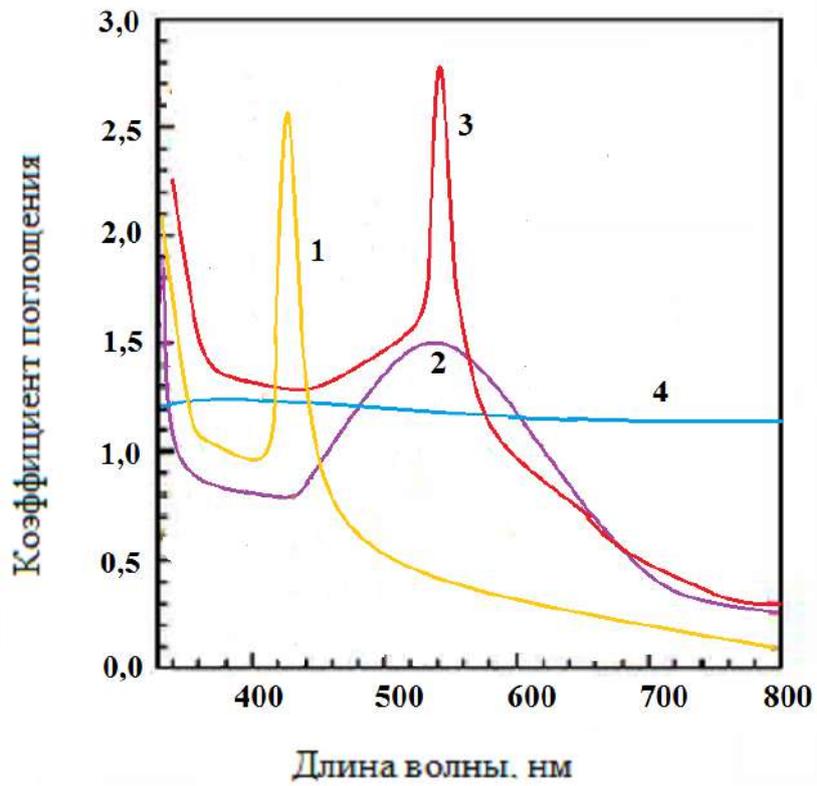
1. Используя эти сведения, выберите из предложенных шести фотографий стекол, три стекла, окрашенных наночастицами.
2. Соотнесите их со спектрами поглощения света стекол, приведенными на рисунке. Какому из стекол, приведенных на фотографии, соответствует оставшийся спектр?

Ответ оформите в виде таблицы:

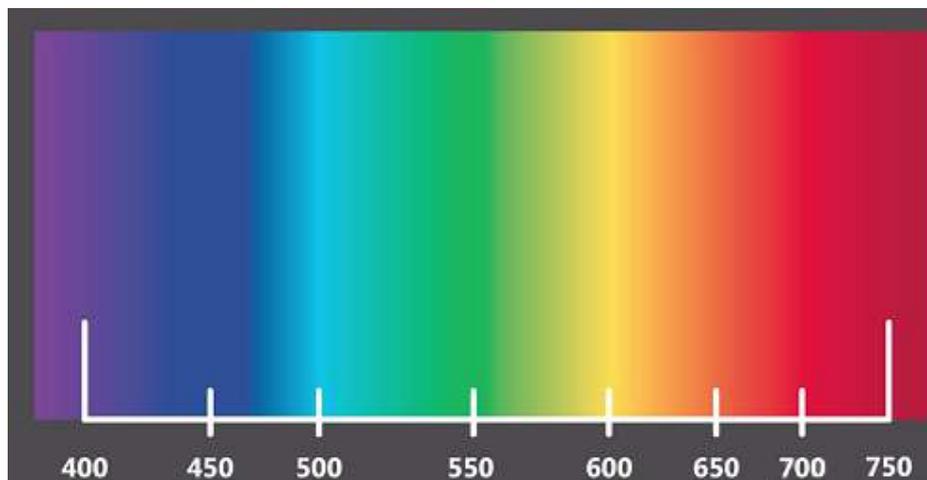
Номер спектра	1	2	3	4
Буква, обозначающая стекло, на рисунке				



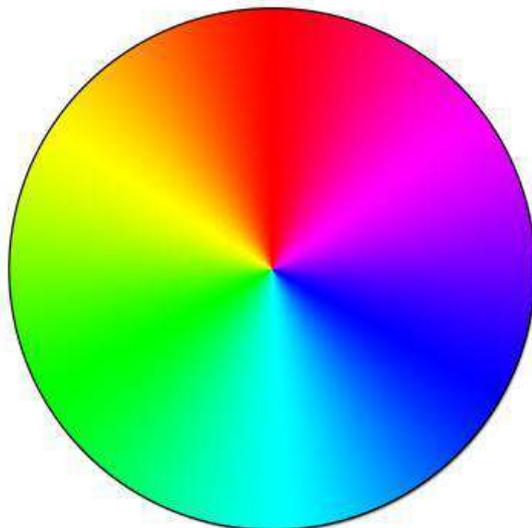
Фотографии стекол



Спектры поглощения стекол



Спектр видимого цвета



Цветовой круг

Всего – 4 балла

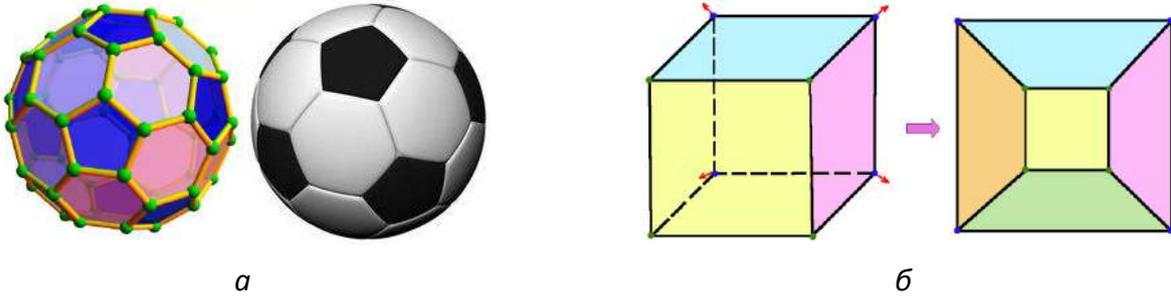


Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 9. Окраска стекол

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



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 10. Плоский бакибол

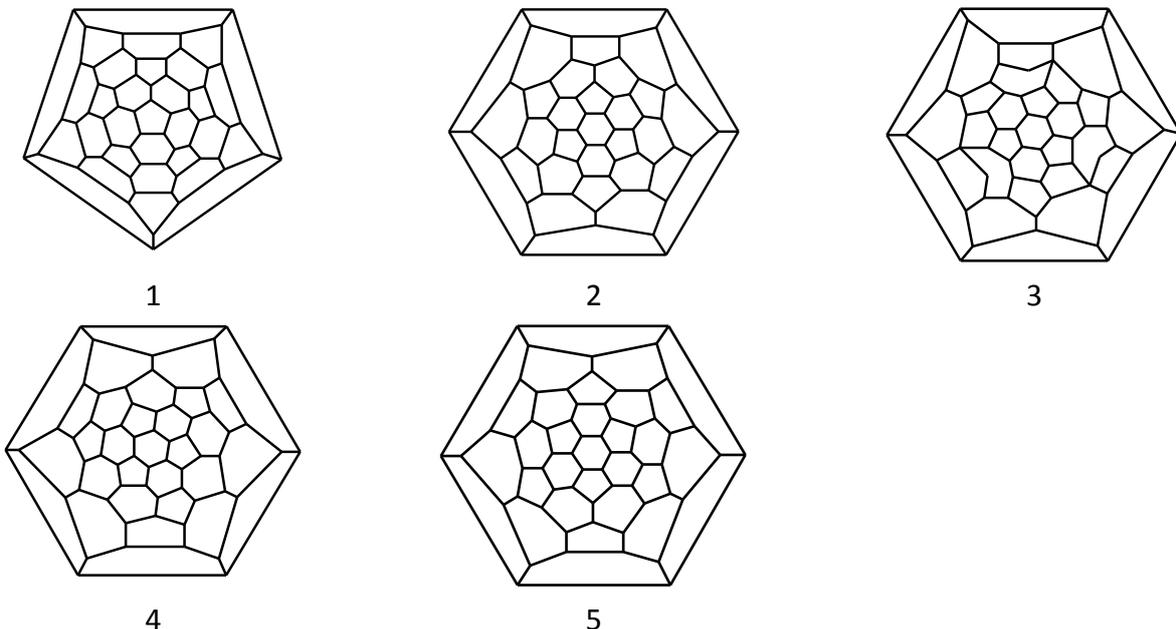


Фуллерены – это многогранники, собранные из пяти- и шестиугольных граней, в вершинах которых находятся атомы углерода. У каждого атома углерода по три соседа. Самый известный фуллерен – это изображенный на рисунке бакибол (или молекула – футбольный мяч) из 60 атомов углерода.

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?

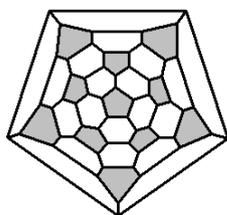


Всего – 5 баллов

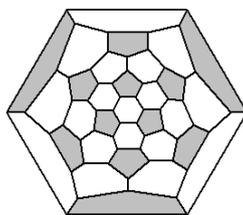


Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 10. Плоский бакибол

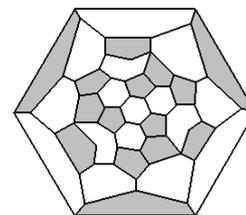
Мы видим, что у бакибола, как и у мяча, нет ни одного пятиугольника, который касается соседнего. Поэтому на всех приведенных рисунках для удобства закрасим все пятиугольники:



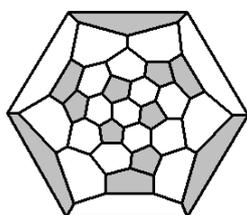
1



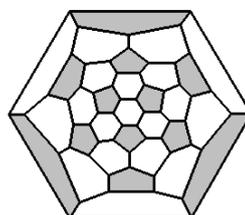
2



3



4



5

Все проекции принадлежат 60-вершинникам.

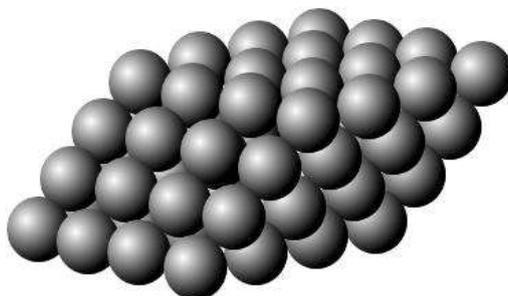
Видно, что на проекциях 1, 2 и 5 все пятиугольники являются изолированными, каждая вершина принадлежит одному пятиугольнику и двум шестиугольникам, все вершины эквивалентны – это бакибол C_{60} (усеченный икосаэдр).

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)**

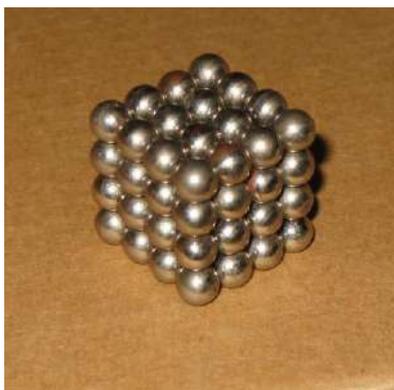
Ответ подтвердите расчетами и/или рисунками.

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

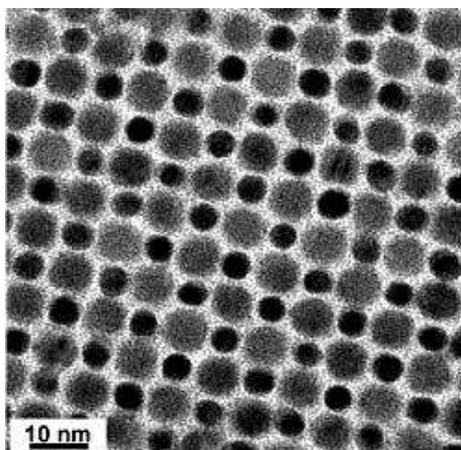
Самосборка – процесс формирования высокоупорядоченных массивов наноструктур (например, сверхрешеток). Это – типичный метод получения наноматериалов «снизу-вверх». Если в системе присутствуют наночастицы двух размеров, то в результате самосборки возможно образование сверхрешеток с расположением наночастиц,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

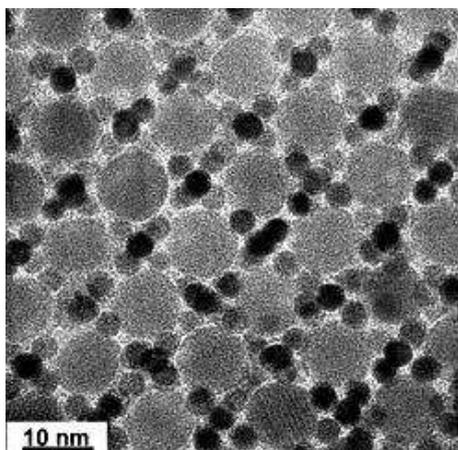
Ответ представьте в виде таблицы:

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

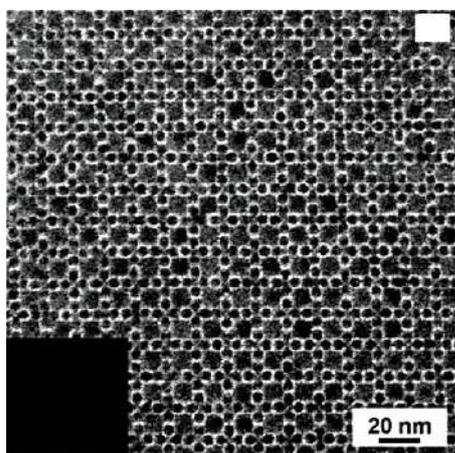
Микрофотографии:



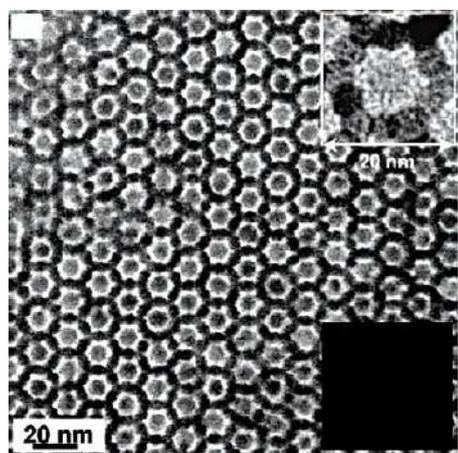
1



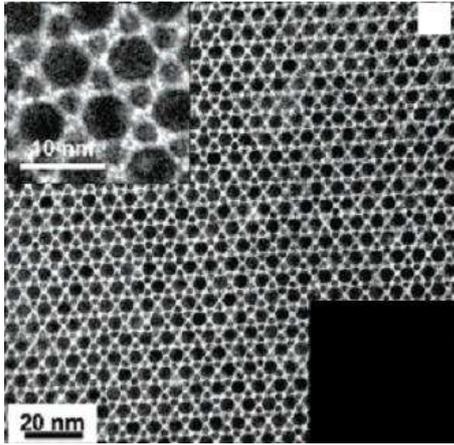
2



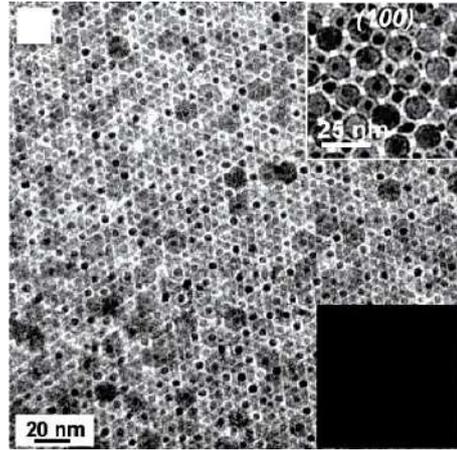
3



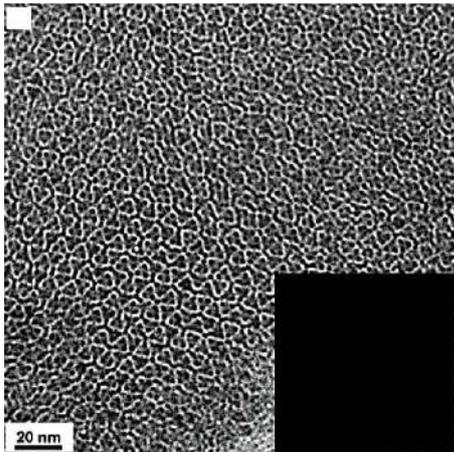
4



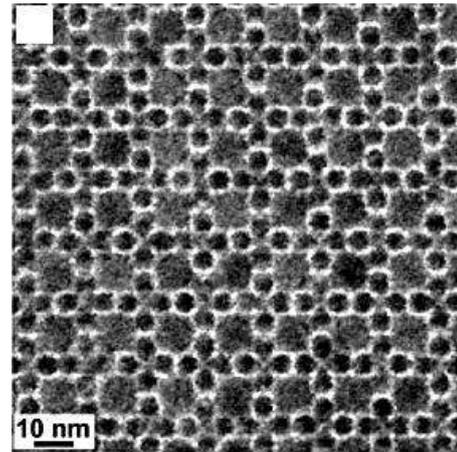
5



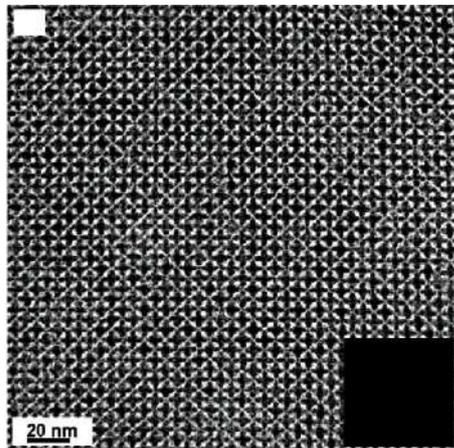
6



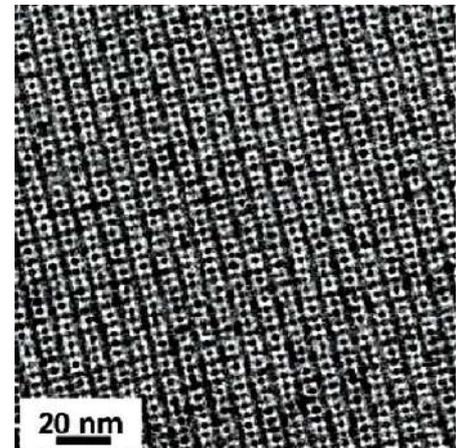
7



8

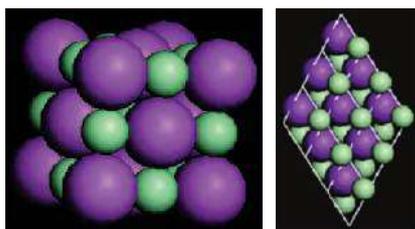


9

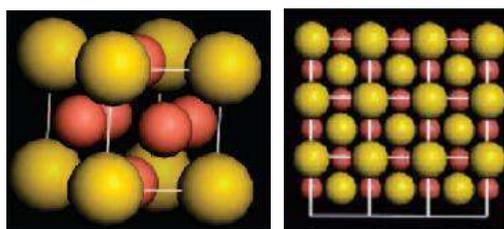


10

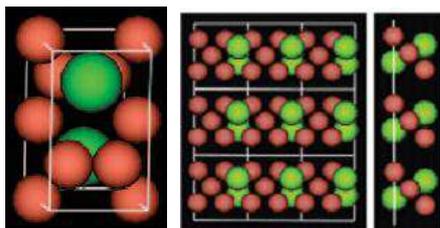
Структуры:



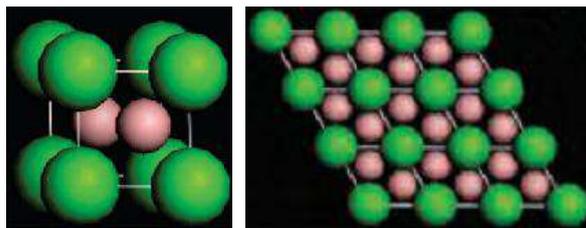
а) NaCl



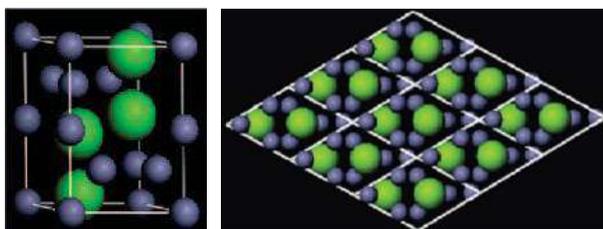
б) CuAu



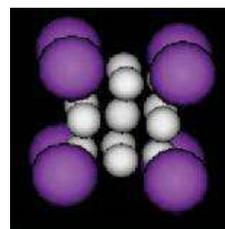
в) ортор. АВ



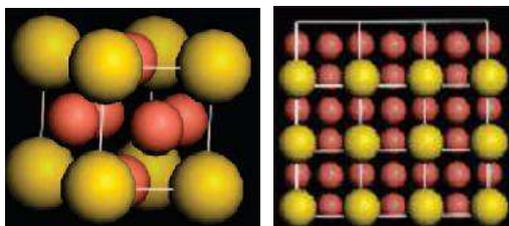
г) AlB₂



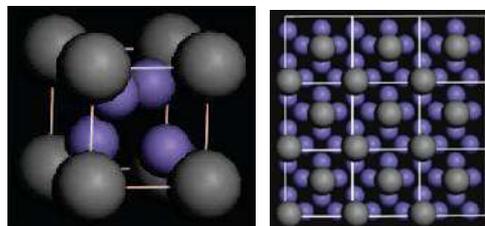
д) MgZn₂



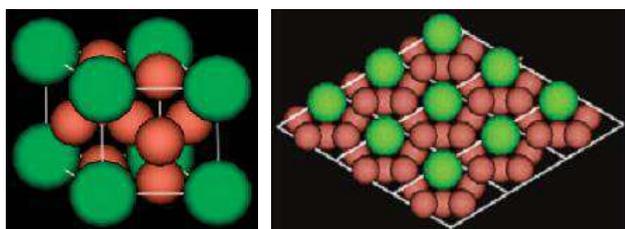
е) AB₁₃



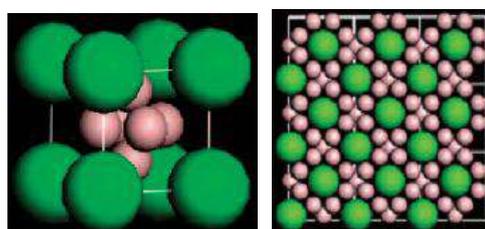
ж) Cu₃Au



з) Fe₄C



и) CaCu₅



к) CaB₆

Всего – 10 баллов

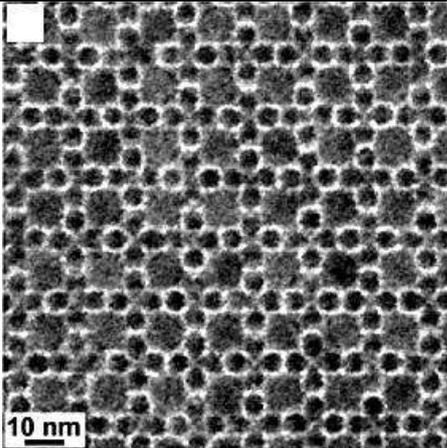
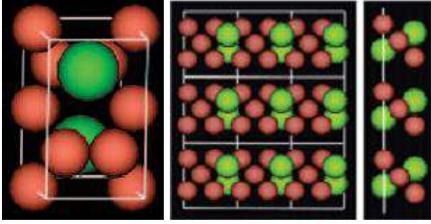
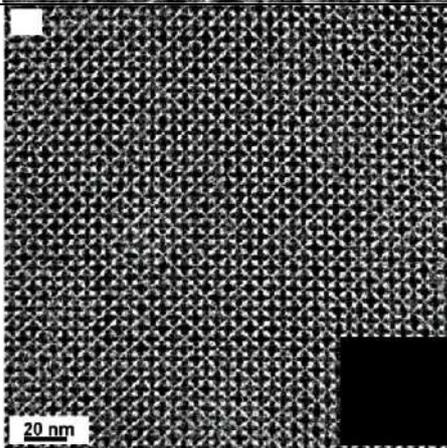
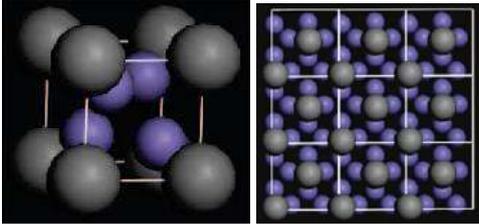
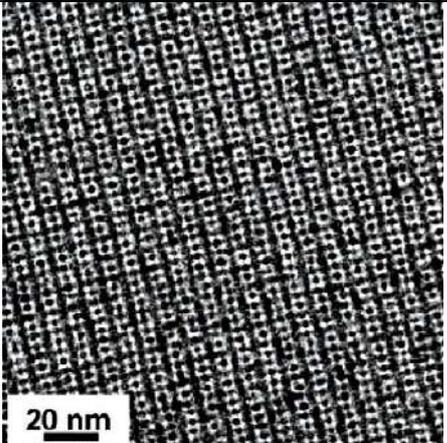
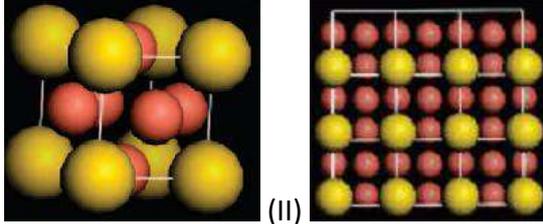


Юный эрудит (заочный тур)
Решение задачи 12. Самосборка

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

1		<p>б CuAu</p> <p>(I) микрофотография соответствует (II), повернутому на угол 45°</p>
2		<p>к CaB₆</p>
3		<p>е AB₁₃</p>

4		и	<p>CaCu_5</p>
5		г	<p>AlB_2</p>
6		а	<p>NaCl</p> <p>(I) (II)</p> <p>микрофотография на врезке соответствует виду сбоку на (I), повернутому на угол 45°</p>
7		д	<p>MgZn_2</p>

8		<p>В orthorhombic AB</p> 
9		<p>з Fe₄C</p> 
10		<p>ж Cu₃Au</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)

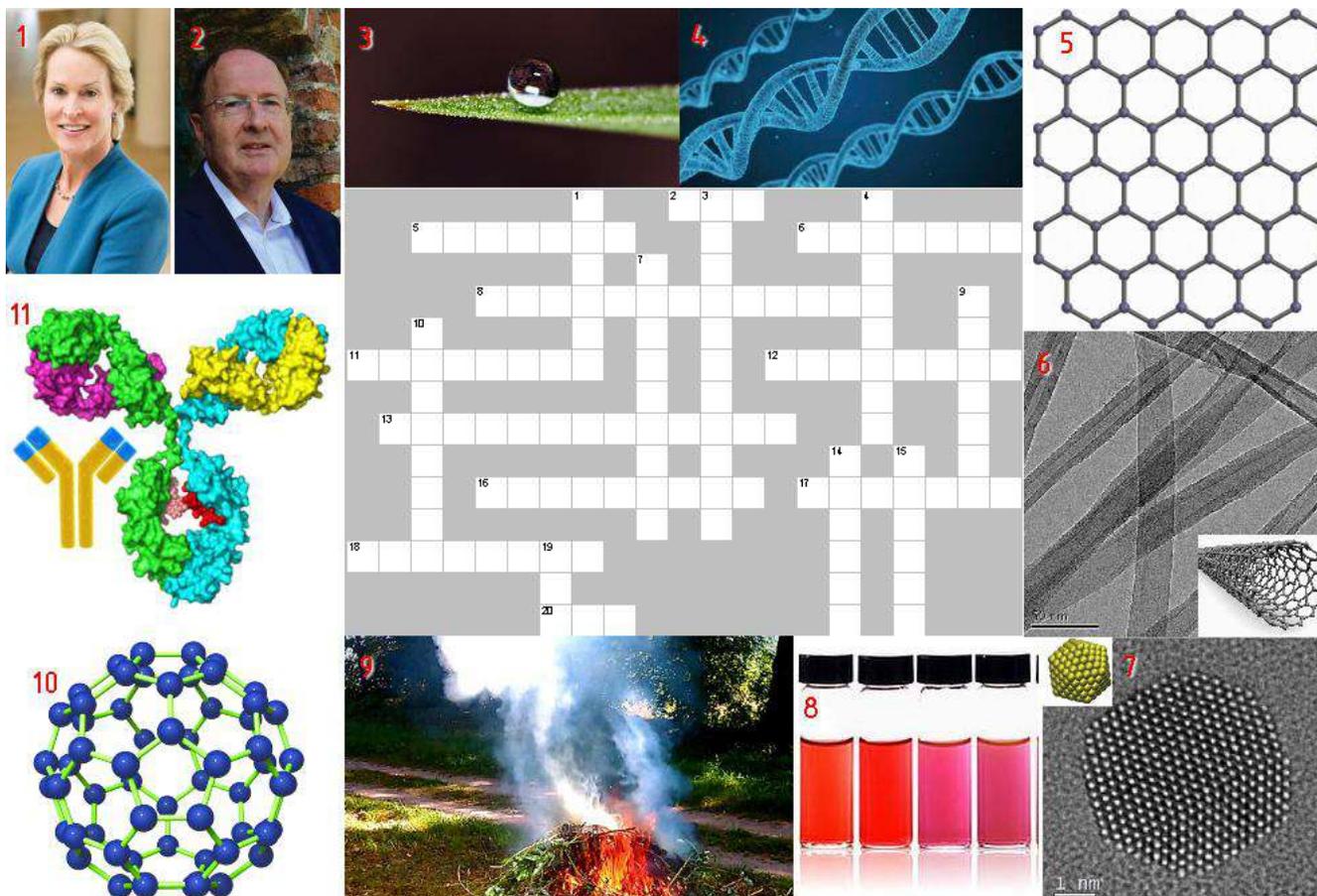
Решение задачи 13. Авария на нанофабрике

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. Иммунолог – 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.

-NANO >XIV
НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

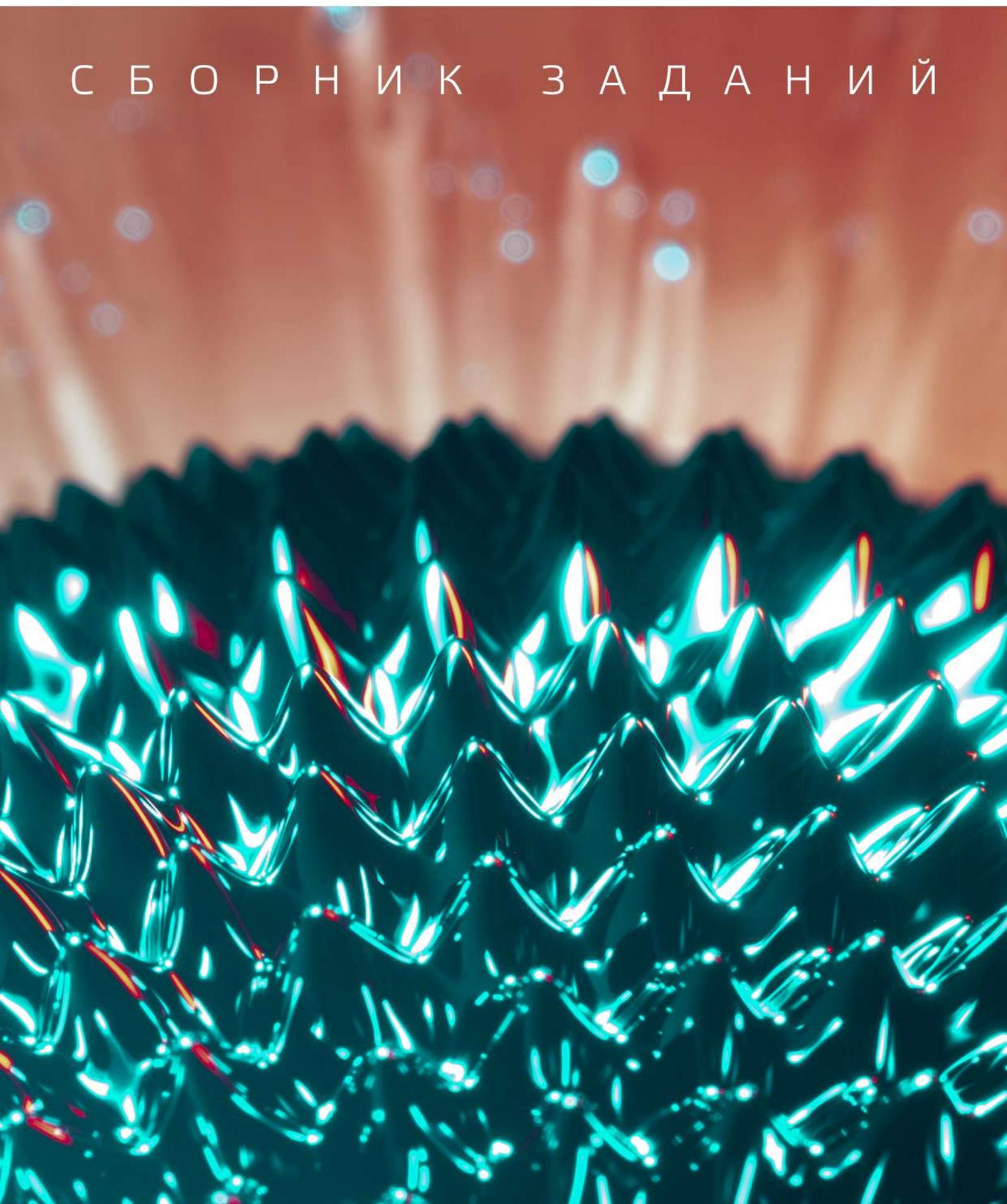


МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА



ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
Группа РОСНАНО

СБОРНИК ЗАДАНИЙ





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)

Решение задачи 1. Нанотрубки в стихах

Завершите каждое четверостишие.

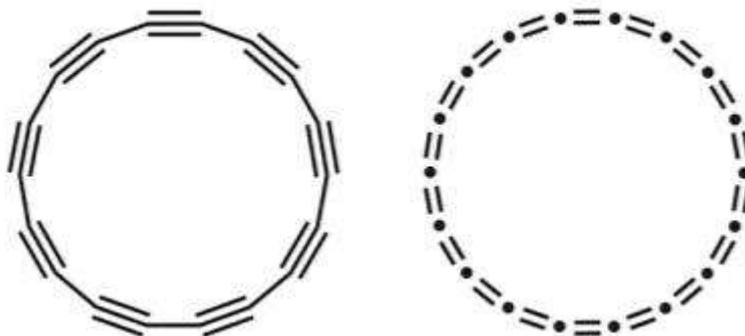
1. Нанотрубке она
Придаёт уникальность.
Это свёртки длина,
Что зовётся **хиральность**.
2. Как на свойства влияет
Можно выразить так:
Слабо ток пропускает –
Тип у трубки – **зигзаг**.
3. Проводимость металла
Детектируют если,
Про источник сигнала
Говорят, как о **кресле**.
4. Если трубки послойно
Сидят 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)

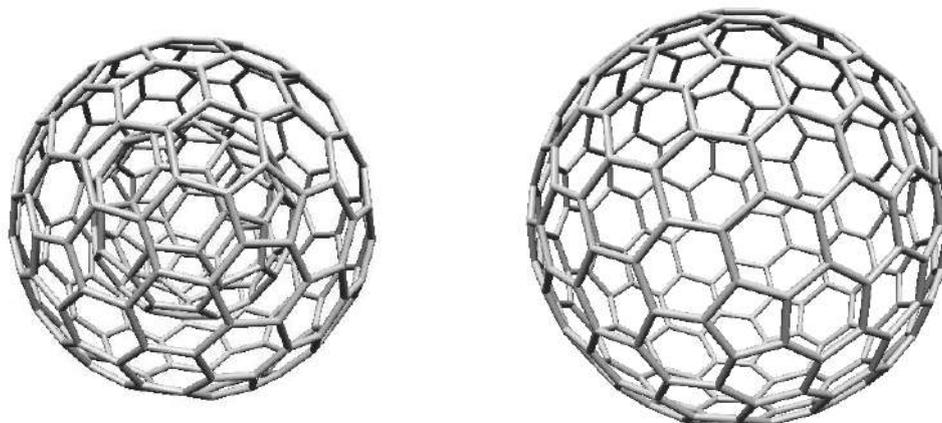
Решение задачи 2. Углеродный многоугольник

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

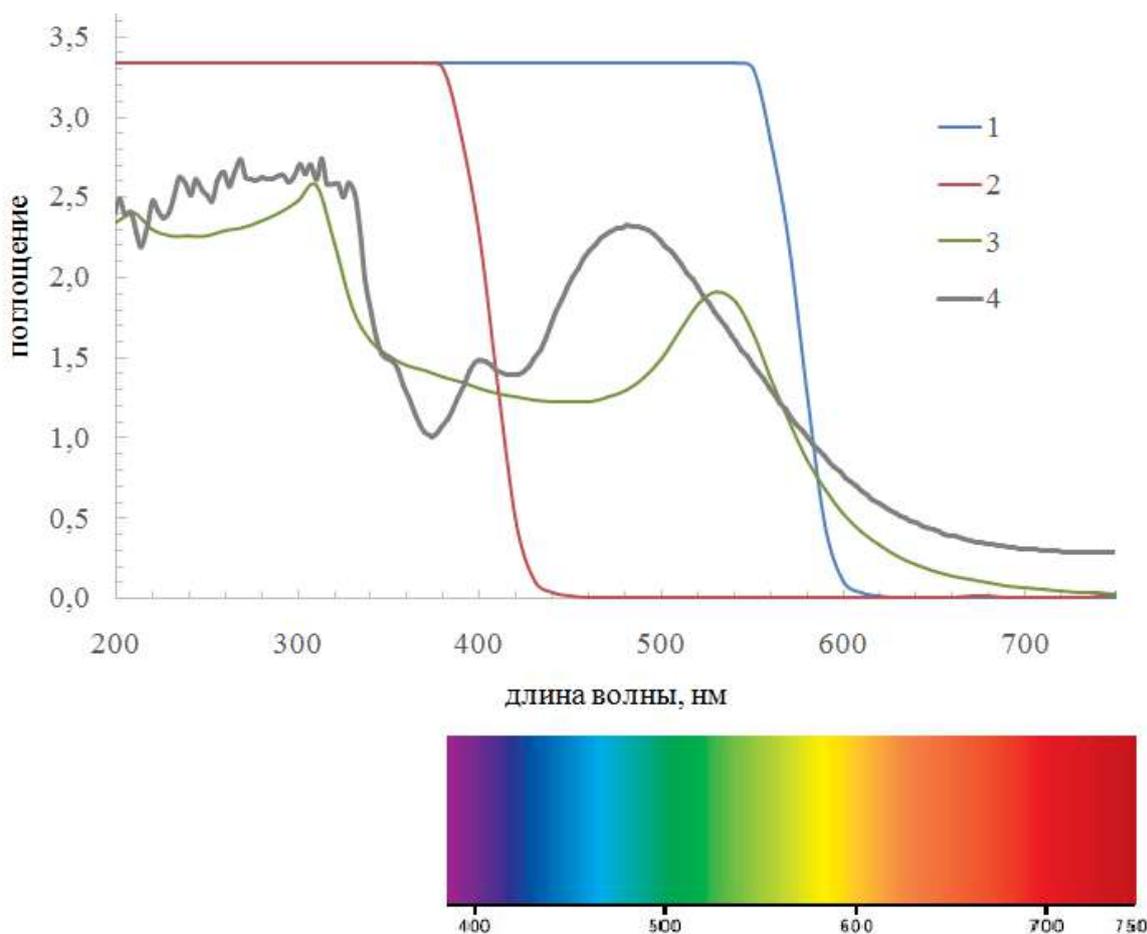


В



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



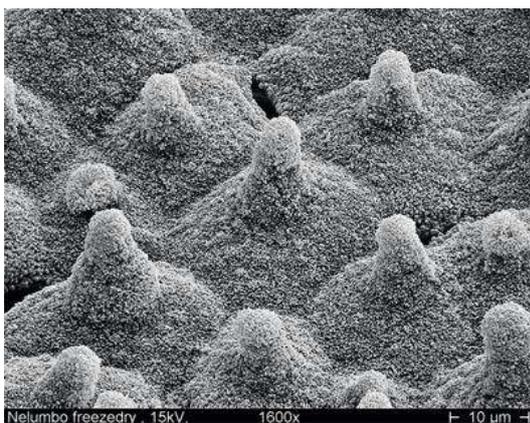
Юный эрудит (заочный тур)

Задача 6. Структура определяет свойства

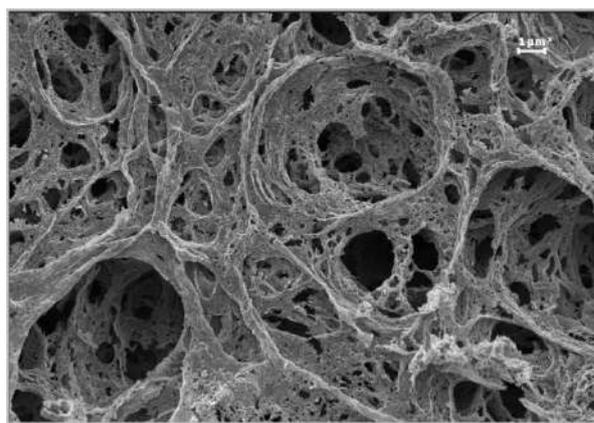
Перед вами два списка: первый содержит микрофотографии структуры неких материалов, а второй демонстрирует свойства, определяемые этой микроструктурой.

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

Материалы:



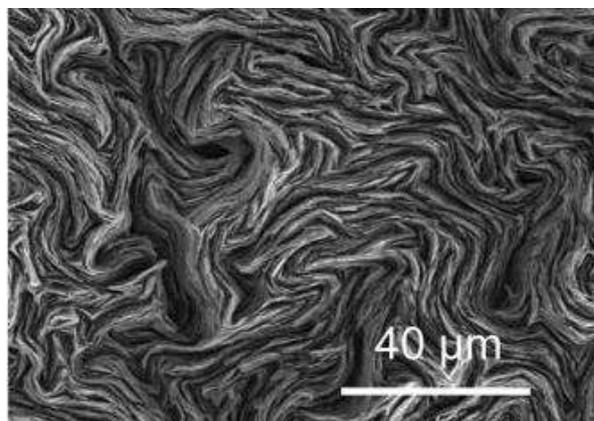
1



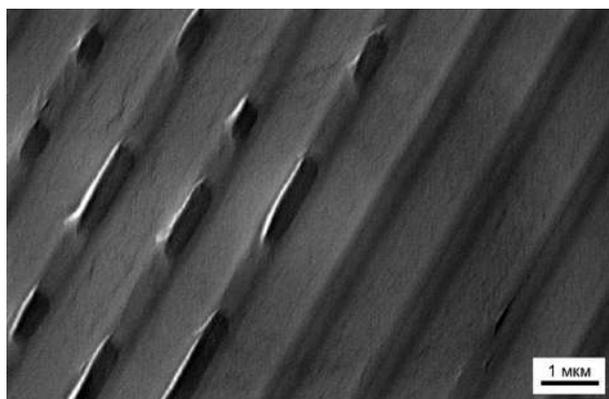
2



3



4



5

Свойства:



а



б



в



г



д

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

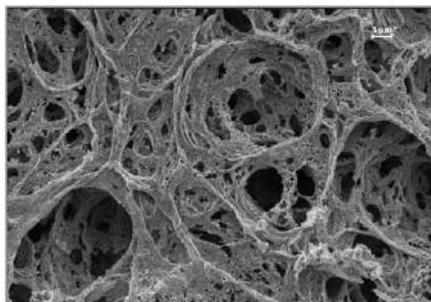
Решение задачи 6. Структура определяет свойства

1	2	3	4	5
д	а	б	в	г

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



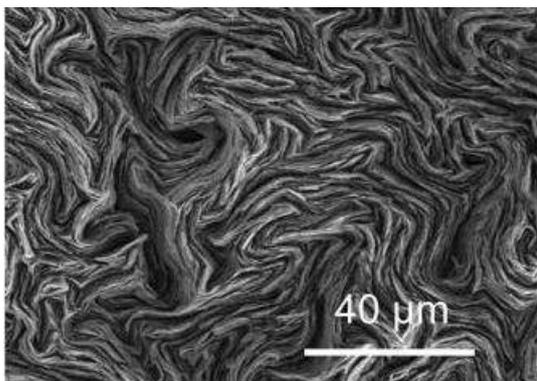
- Тонкие стенки и большие поры в объеме аэрогеля, наполненные воздухом (2), определяют его очень низкую теплопроводность и делают его превосходным термоизолятором (а):



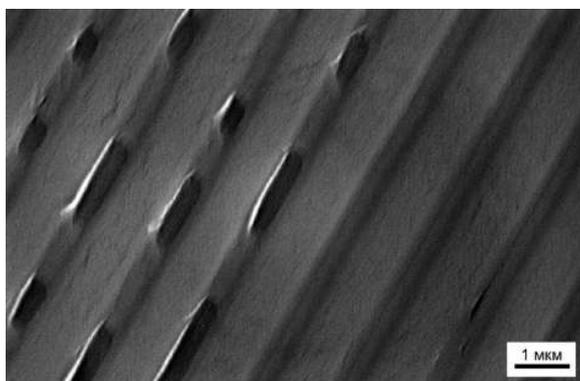
- Молекулярно бездефектная полая (трубчатая) структура (3) углеродных нанотрубок приводит к экстремальной прочности (б) при малой плотности материалов из них (трос космического лифта):



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



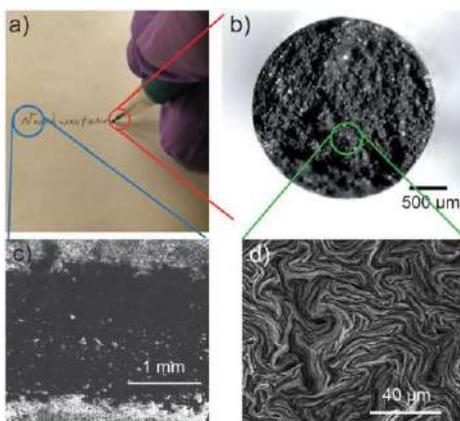
- Параллельные «канавки» CD-диска (5) определяют переливы цвета за счет интерференции на его поверхности (радужная окраска) (г):



Примечания:

¹см. Эффект лотоса на [Тезаурус РОСНАНО](#).

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



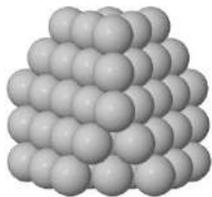


Юный эрудит (заочный тур)

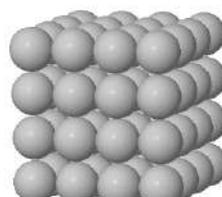
Задача 7. Целочисленная наноматематика



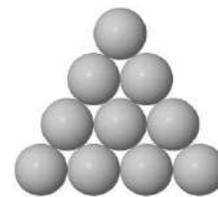
1



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 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

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

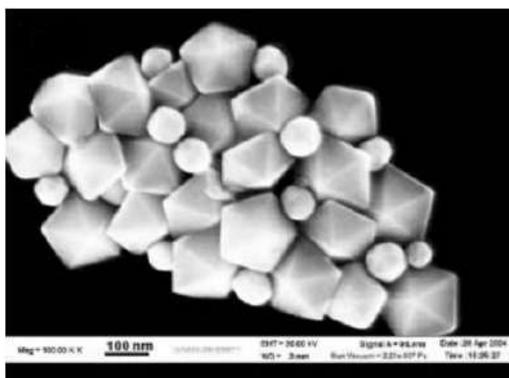


Наногномик Вася добыл нанокристаллы золота и серебра и, прежде чем поместить их в сокровищницу, решил узнать, нанокристаллы какой формы у него есть. Для этого он при помощи электронного микроскопа сделал микрофотографии новой партии.

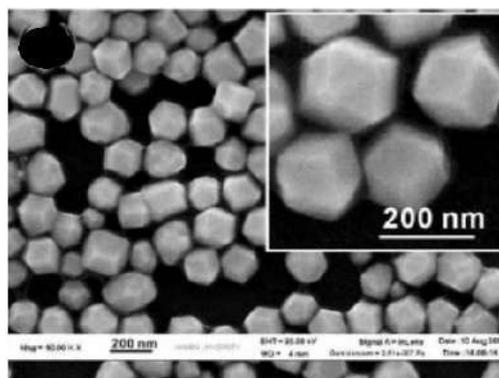
1. Помогите Васе рассортировать сокровища, выделив среди них:
 - а) самые симметричные, в виде Платоновых тел,
 - б) получившиеся из Платоновых тел при отсечении вершин,
 - в) все остальные.

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

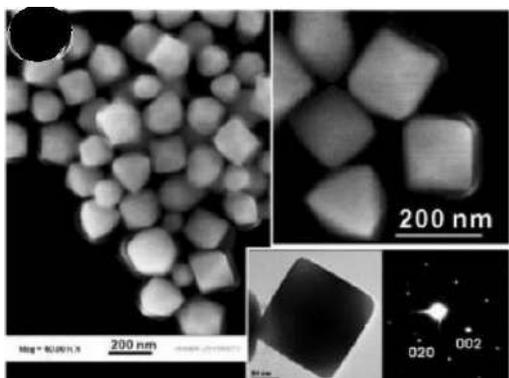
Золото



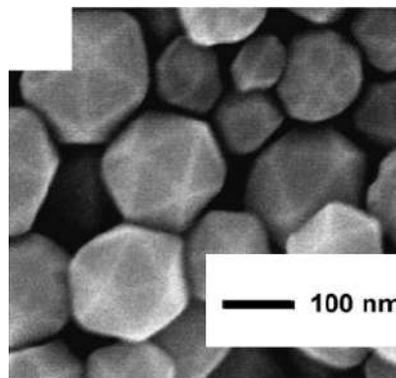
1



2

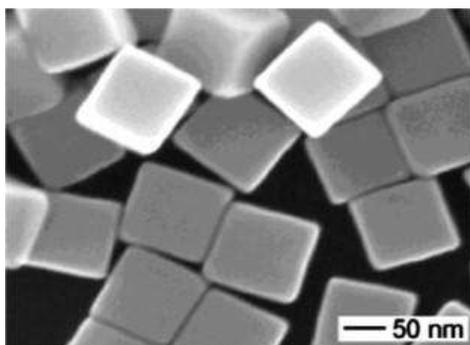


3

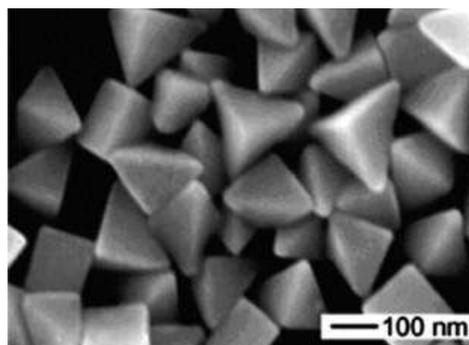


4

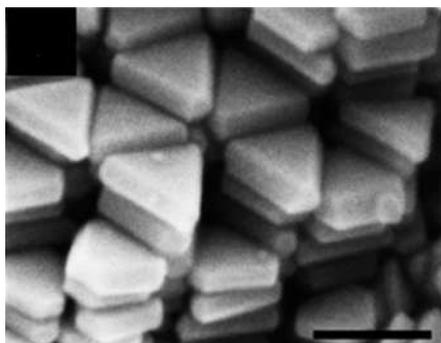
Серебро



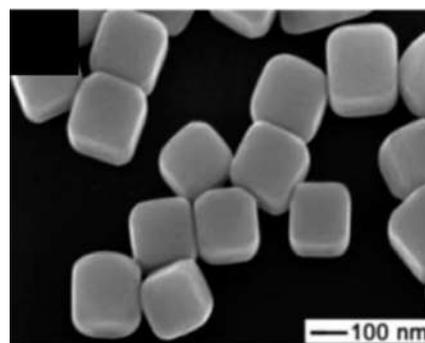
5



6

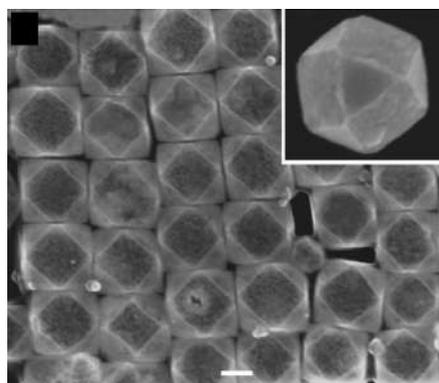


7

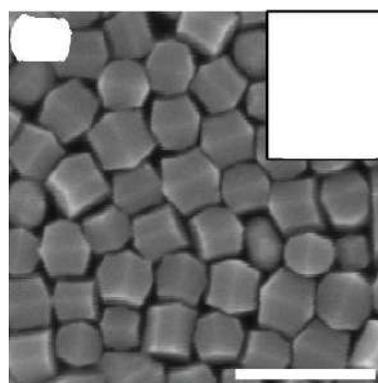


8

Серебро / золото



9

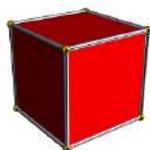


10

Платоновы тела



тетраэдр



куб



октаэдр



икосаэдр



додекаэдр

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

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:

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

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)

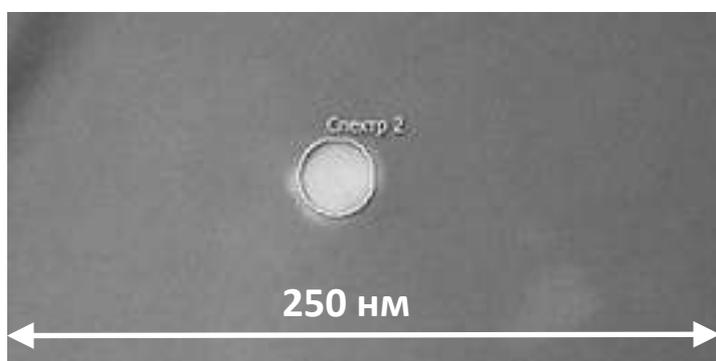
Задача 10. Золото в стекле

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:

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

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 – 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)

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.

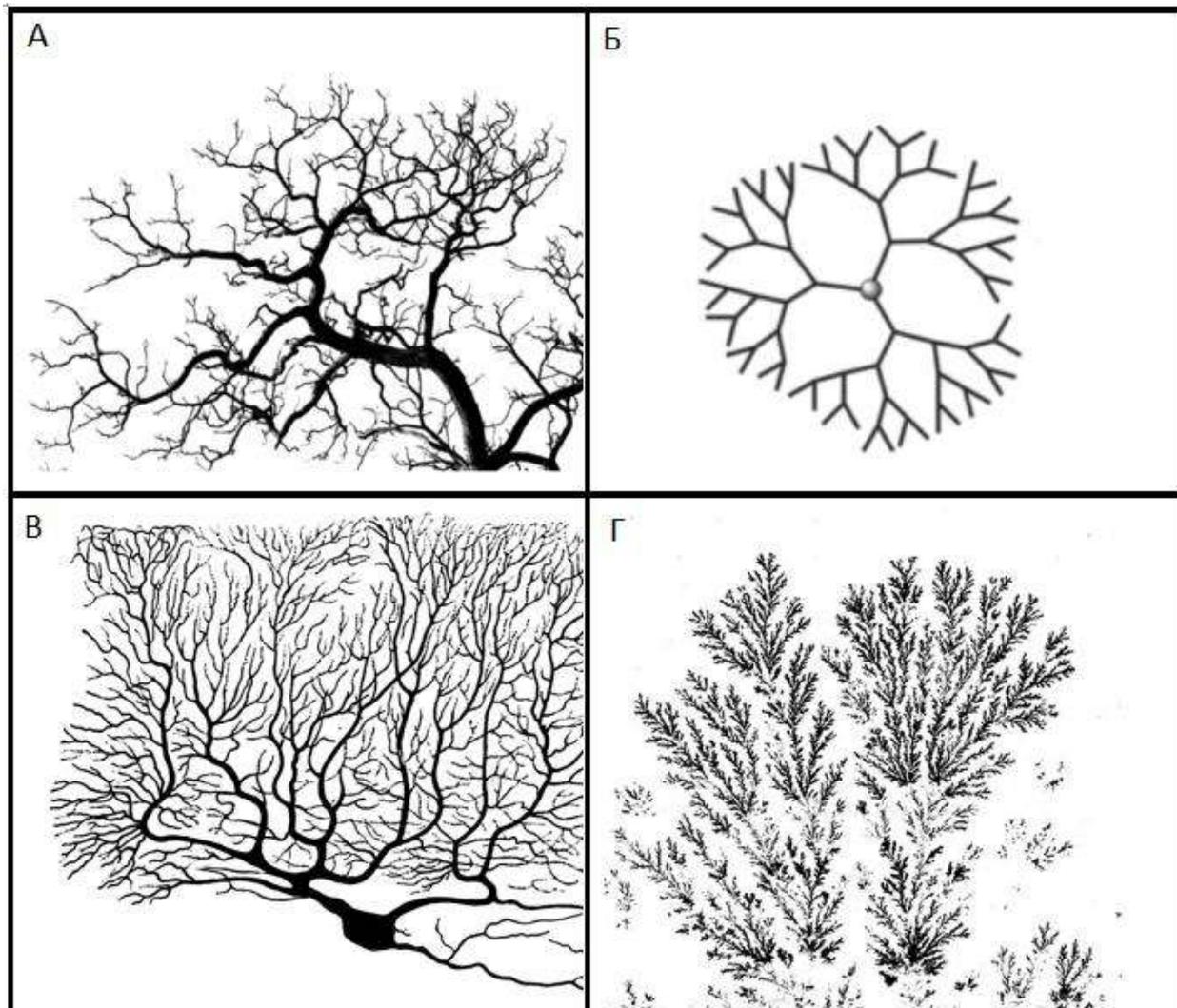
За каждое правильно определенное животное – 0.5 балла (максимум 3 балла).

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, кузнечику 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.



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 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.
- 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.