



## 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.

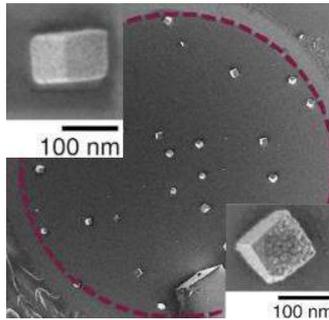
- (1) Рубиновое стекло содержит наночастицы X размером 10 – 50 нм.
- (2) Пурпурный цвет краски для росписи фарфора и фаянса также вызван частицами X размером менее 100 нм.
- (3) Металл X обладает высокой пластичностью – его можно раскатать в тончайшую фольгу. Тонкая пленка X, вплавленная в стекловидную 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)**  
**Задача 2. Рост наночастиц**



В некотором растворе в начальный момент времени присутствуют кубические наночастицы кальцита ( $\text{CaCO}_3$ ) 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  $2,7 \text{ г/см}^3$ .

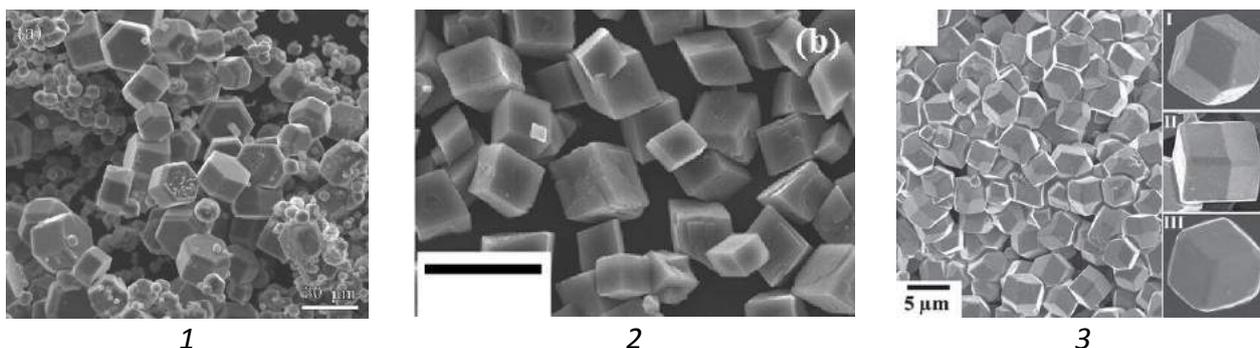
**Всего – 5 баллов**



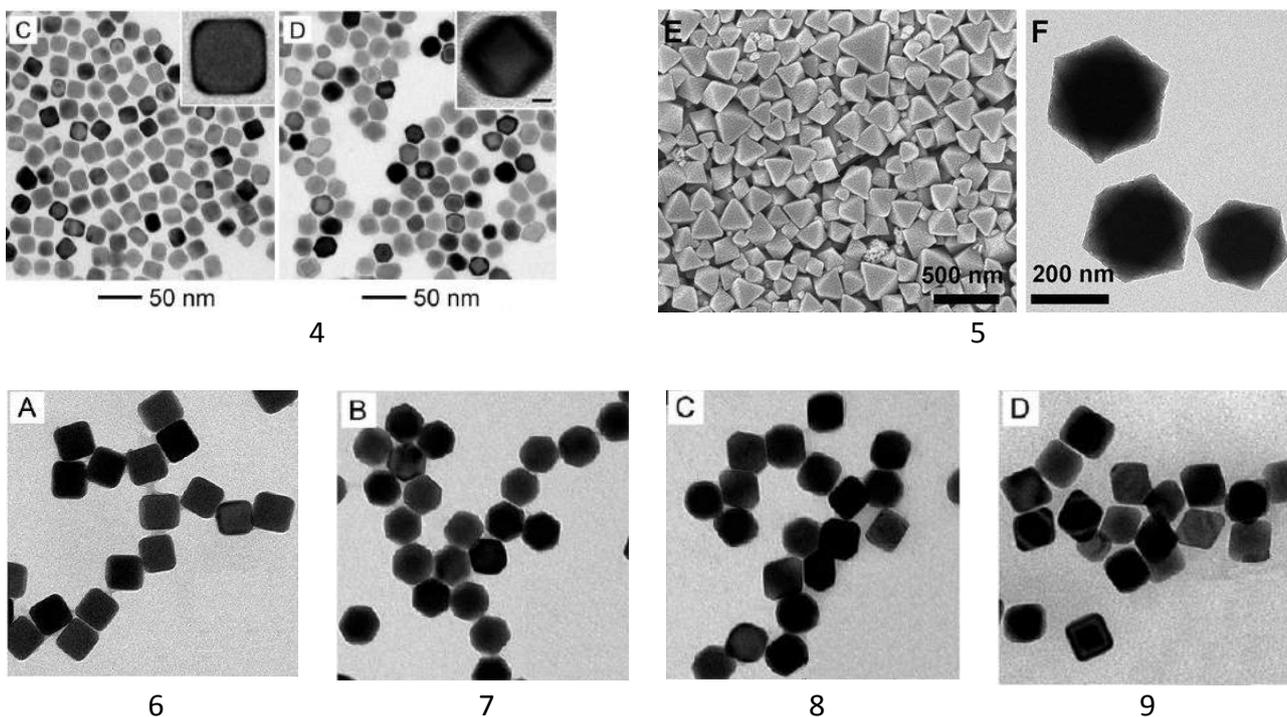
**Юный эрудит (заочный тур)**  
**Задача 3. В мире нанокристаллов**

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



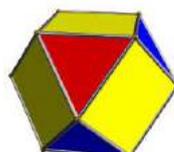
усеченный  
тетраэдр



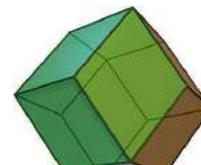
октаэдр



усеченный октаэдр



кубоктаэдр



ромбододекаэдр

**Всего – 6 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

### 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.

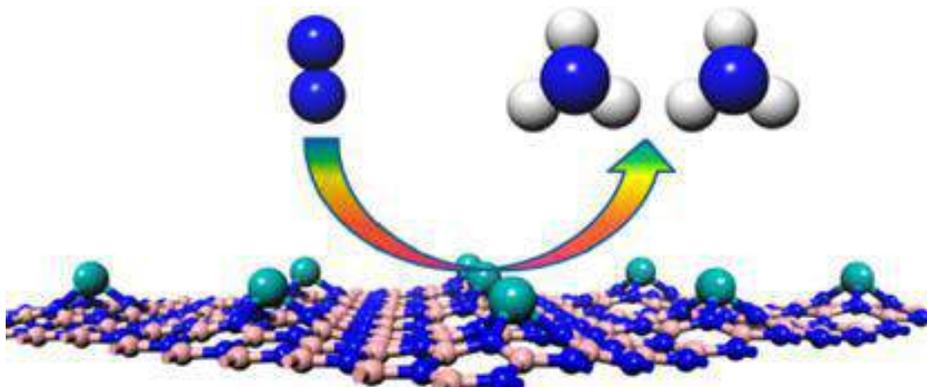
В эксперименте грибы освещали обычным солнечным светом мощностью 1 кВт/м<sup>2</sup> и измеряли скорость испарения воды, которая оказалась равна 1.1 и 1.4 кг/(м<sup>2</sup>·ч) для обычных и карбонизированных грибов, соответственно. Найдите КПД преобразования солнечной энергии в обоих случаях и решите, можно ли считать грибы эффективным преобразователем солнечной энергии. Теплота испарения воды 2.2 кДж/г.

**Всего – 5 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

### 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)**  
**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) 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)

### 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)

### Задача 9. Так ли там много места?

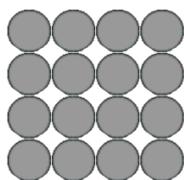
Известно, что молекулы газа способны проникать в поры довольно малого размера. Рассчитайте количество таких молекул в цилиндрической поре длиной 100 мкм и диаметром 40 нм, если давление в ней равно 0.5 атм, а температура комнатная (298 К). Газ считать идеальным.

**Всего – 5 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

### 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) 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)

### 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.

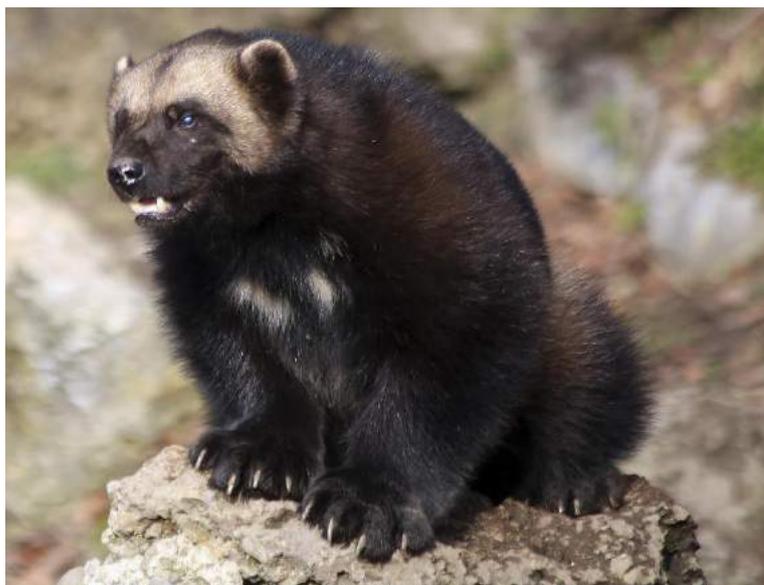
1. Это животное обитает в Латинской Америке.



2. Это животное обитает в Арктике.



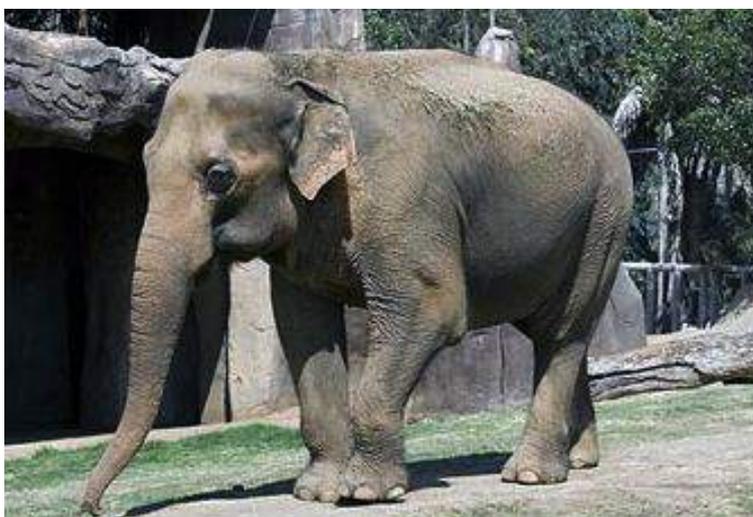
3. Это животное обитает в Евразии и Северной Америке.



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).

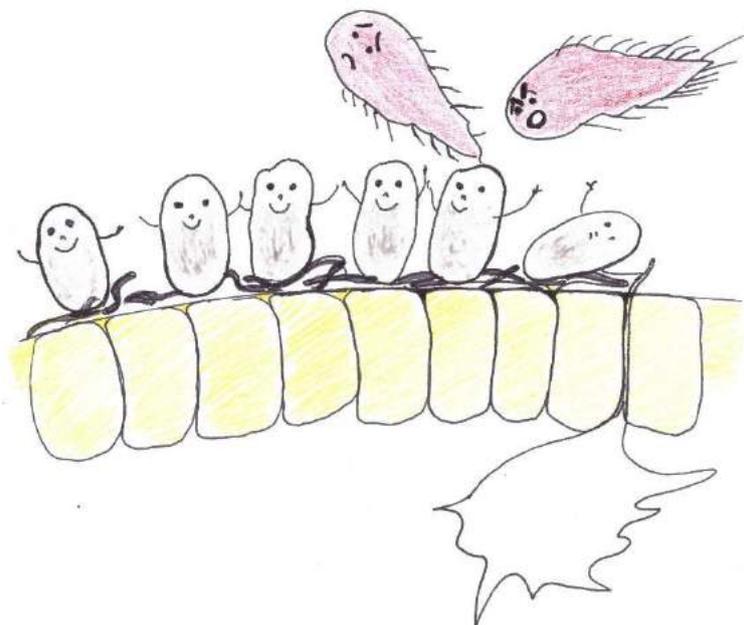


Одно из этих животных может модифицировать свою окраску, используя наноструктуры. Укажите это животное (**2 балла**), кратко объясните, в результате чего это происходит (**1 балл**). Укажите источник информации, который вы использовали для ответа на этот вопрос (академичность ссылок приветствуется).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

**Всего – 10 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур) 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)**  
**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. Наночасть 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)**  
**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).

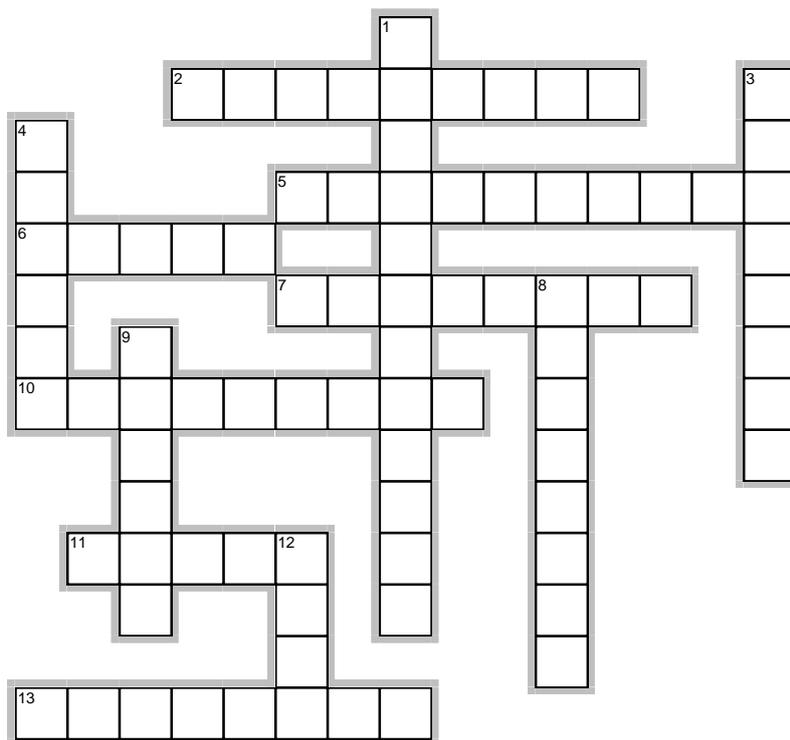
Ваша цель – найти эти 14 слов и написать, какое именно отношение зашифрованные здесь понятия имеют к нанотехнологиям. А помогут Вам в поиске картинки, размещенные рядом с полем филворда.

**Всего – 7 баллов**



## Юный эрудит (заочный тур)

### 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**