



Юный эрудит

Юный эрудит

Категория участников: школьники 5-7 классов

Блок простых задач для **младших** школьников. Лучшие школьники-младшеклассники будут награждены дипломами и подарками от Оргкомитета.

Задания

1. Загадки про квазичастицы

По кристаллу пролетает Раз неспешный электрон, То структуру искажает, Порождая
При нуле температуры Все пропадает он. Колебание структуры Именуется
«...». Электроны если дружно
Колебались в унисон, Значит, вывод сделать нужно, Что в кристалле был

2. Акроним

Выпишите загаданные слова или словосочетания и сложите из их первых букв название популярной летней школы по нанотехнологиям. (1) Одномерный наноматериал, длина которого значительно превосходит все остальные измерения; (2) участок поверхности катализатора...

3. Фиолетовые растворы

В двух склянках находятся два близких по цвету фиолетовых раствора в полиэтиленоксиде, в одном из которых содержится фуллерен C_{60} , а в другом – органический краситель индигокармин. Предложите простой способ, как распознать, в какой склянке находится раствор фуллерена...

4. Нанокластер 2021

Может ли нанокластер, содержащий точно 2021 атом металла, иметь форму: а) куба, б) квадрата, в) прямоугольника, г) прямоугольного параллелепипеда? В каждом случае дайте объяснение...

5. Смесь геометрических форм

На негативах просвечивающих микрофотографий смеси разных форм никелево-платиновых наночастиц отмечены некоторые частицы, имеющие форму трех многогранников. Каждой из отмеченных на рисунке наночастиц сопоставьте отвечающий ей многогранник...

6. Медицинская маска и вирус

В условиях пандемии COVID-19, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2, Всемирная Организация Здравоохранения призывает использовать медицинские маски. На рисунке изображены защитная медицинская маска и микрофотография ее фильтрующего слоя...

7. Кто такие Фиксики - большой, большой секрет...

Фиксики – раса маленьких человечков, которые ремонтируют приборы и ухаживают за ними. Известно, что размер фиксиков – не более 1 сантиметра, а рассмотреть их детально можно только при помощи лупы. Питаются они энергией, которую получают от электроприборов...

8. Раскраска графена

Закрасьте семью цветами фрагмент графенового листа из 140 шестиугольников (рис. а) так, чтобы он был сложен без промежутков фигурами, представленными на рисунке б. При этом фигуры каждого цвета должны использоваться ровно по 5 раз...

9. Разноцветная ботаника

Под двумя одинаковыми стеклянными колпаками растут два растения, одно с желтыми листьями, а другое с зелеными. Как Вы думаете, под каким колпаком свеча будет гореть дольше и чем это объясняется? Есть две молекулы, похожие как сестры, у одной в центре находится ион магния...

10. Пищевая цепь

На одном изолированном острове обитают популяции змей, мышей и больших орлов. Основным источником питания мышей являются злаки. Пусть средний суммарный прирост биомассы орла, необходимый для его нормальной жизнедеятельности, составляет 20 кг/год...

11. Удивительные митохондрии

Митохондрии – одни из важнейших клеточных органоидов, основной функцией которых является синтез АТФ при помощи АТФ-синтазы, расположенной во внутренней митохондриальной мембране. При этом митохондрии обладают множеством других функций...

12. Клубок наноцеллюлозы

На поверхности многих растительных клеток есть особая нанофабрика – комплекс из 36 одинаковых ферментов, которые совместно «прядут» микрофибриллу целлюлозы. Этот комплекс путешествует по поверхности клетки и наматывает на нее производимую целлюлозную нить как на веретено...

13. Все дело в кубе

Если взять кубический кластер, на ребро которого приходится x атомов металла, и «разобрать» его на отдельные атомы, то из них можно «собрать» не только октаэдрический и треугольный кластеры, на ребро каждого из которых также приходится по x атомов, но и кубический кластер...

14. Как построить модель фуллерена своими руками

Чтобы построить модель многогранника, необходимы трубочки, леска и немного терпения (подробную инструкцию см. в *Приложении* в конце задачи). На рисунке 1 представлена проекция фуллерена C_{24} на плоскость. Опишите последовательность...

15. Нанокроссворд

По горизонтали: 5г. Всеобщие ограничения как способ обуздать 18г. 7г. «Наноконверт», который может использоваться 20в для хранения своей 12г. 10г. Поражающий печень 20в. 12г. Рис. 12г. 16г. Роль Cas9 в CRISPR-Cas9. 18г. Когда болеет весь мир. 19г. Защищает как человека, так и 4в...

Текст задачи обновлен 04.01.2021: вопрос 22г относится к рис.15в.



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 1. Загадки про квазичастицы

1. По кристаллу пролетает
Раз неспешный электрон,
То структуру искажает,
Порождая (1 балл)
2. При нуле температуры
Вовсе пропадает он.
Колебание структуры
Именуется «...». (1 балл)
3. Электроны если дружно
Колебались в унисон,
Значит, вывод сделать нужно,
Что в кристалле был (1 балл)
4. Если с атома сорвался,
Но остался электрон
Рядом, то образовался
В том кристалле ... (1 балл)
5. Не в каждом кристалле бывает,
Магнитам присущ только он.
Магнитный момент их снижает.
Частица зовётся «...». (1 балл)

Всего – 5 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 2. Акроним

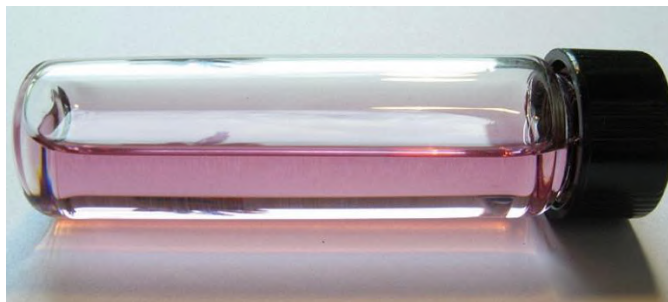
Выпишите загаданные слова или словосочетания и сложите из их первых букв название популярной летней школы по нанотехнологиям.

- (1) Одномерный наноматериал, длина которого значительно превосходит все остальные измерения;
- (2) участок поверхности катализатора, участвующий в каталитическом процессе;
- (3) элемент, входящий в состав поваренной соли;
- (4) соединение кобальта, используемое в производстве литий-ионных аккумуляторов;
- (5) отдельный слой из атомов углерода, входящий в состав графита;
- (6) элемент, названный в честь России;
- (7) электрод, на котором при электролизе выделяются такие газы, как кислород или хлор;
- (8) процесс, в результате которого отдельные атомы, первоначально равномерно распределенные в среде, собираются в наночастицу.

Всего – 10 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 3. Фиолетовые растворы

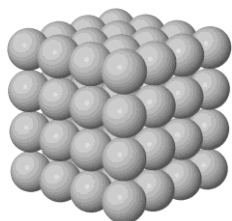


В двух склянках находятся два близких по цвету фиолетовых раствора в полиэтиленоксиде, в одном из которых содержится фуллерен C_{60} , а в другом – органический краситель индигокармин. Предложите простой способ, как распознать, в какой склянке находится раствор фуллерена.

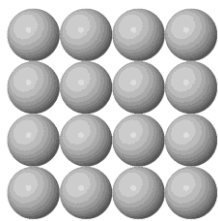
Всего – 4 балла



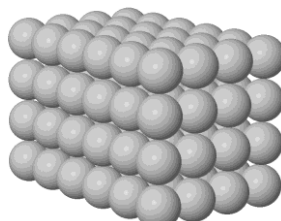
Юный эрудит (заочный тур)
Задача 4. Нанокластер 2021



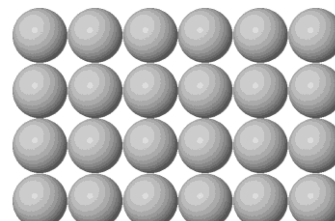
а



б



в



г

Может ли нанокластер, содержащий точно 2021 атом металла, иметь форму:

- а) куба,
- б) квадрата,
- в) прямоугольника,
- г) прямоугольного параллелепипеда?

В каждом случае дайте объяснение.

Всего – 4 балла



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 5. Смесь геометрических форм

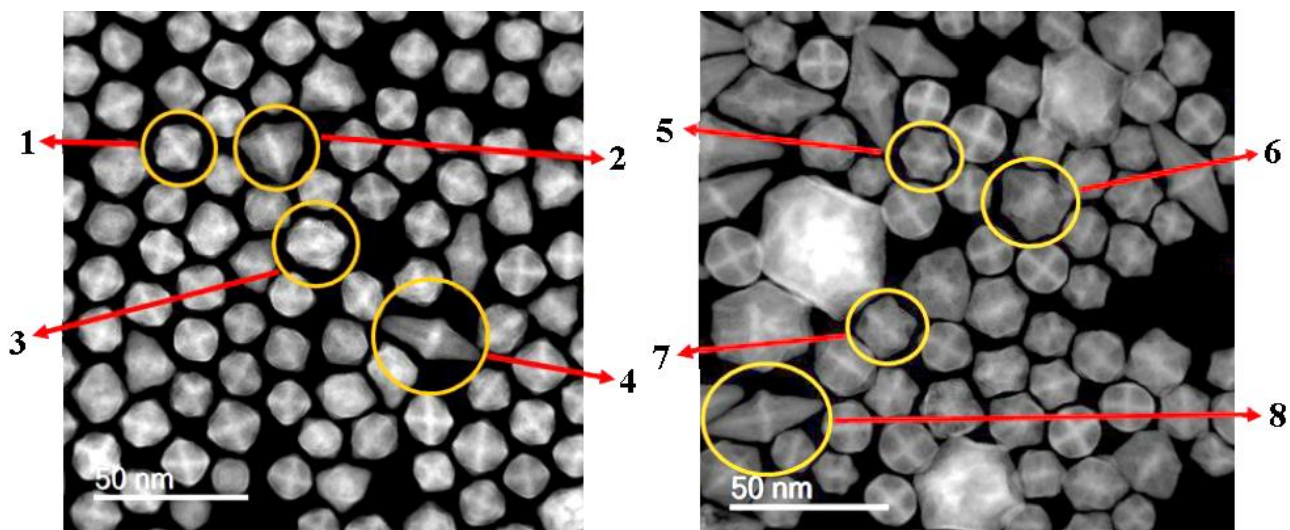
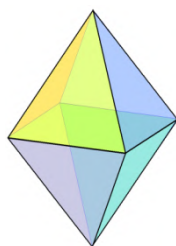
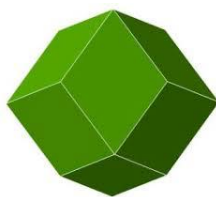


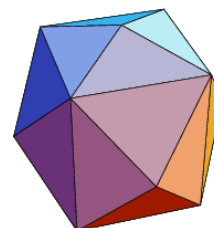
Рис. 1.



I



II



III

Рис. 2.

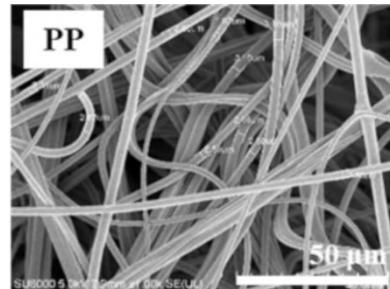
На негативах просвечивающих микрофотографий смеси разных форм никелево-платиновых наночастиц отмечены некоторые частицы, имеющие форму трех показанных на рис. 2 многогранников.

Каждой из отмеченных на рис. 1 наночастиц сопоставьте отвечающий ей многогранник, приведенный на рис. 2.

Всего – 4 балла



Юный эрудит (заочный тур) Задача 6. Медицинская маска и вирус



В условиях пандемии COVID-19, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2, Всемирная Организация Здравоохранения призывает использовать медицинские маски.

На рисунке изображены защитная медицинская маска и микрофотография ее фильтрующего слоя, который сделан из нетканого фильтрующего материала мелтблаун, состоящего из полипропиленовых (PP) волокон (масштабный отрезок составляет 50 мкм).

1. Каков размер частиц коронавируса SARS-CoV-2? **(1 балл)**
2. Оцените по микроструктуре фильтрующего слоя маски минимальные размеры частиц, которые маска эффективно задерживает. **(2 балла)**
3. Проникают ли частицы коронавируса через фильтрующий слой такой маски? Если не проникают, поясните, почему; если проникают – поясните, почему в условиях пандемии для защиты от вируса применяются такие маски. **(3 балла)**

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 7. Кто такие Фиксики – большой, большой секрет...



Фиксики – раса маленьких человечков, которые ремонтируют приборы и ухаживают за ними. Известно, что размер фиксиков – не более 1 сантиметра, а рассмотреть их детально можно только при помощи лупы. Питаются они энергией, которую получают от электроприборов. Кроме того, они обладают устойчивостью к электричеству. Известно, что фиксик всегда знает, где находится его электроприбор. Они обладают нечеловеческой силой, которая позволяет им поднимать предметы в сто раз больше их веса. «Волосы» у фиксиков светятся.

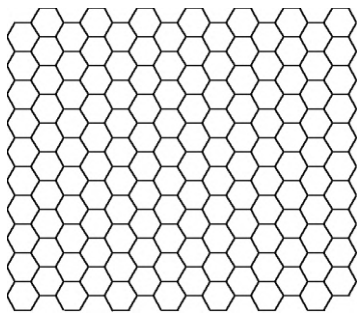
Напишите, какие наноприспособления используют фиксики в своей жизни. Как физиология фиксиков связана с нанотехнологиями?

Задание творческое, однако в качестве правильных ответов засчитываются только ответы с обоснованиями.

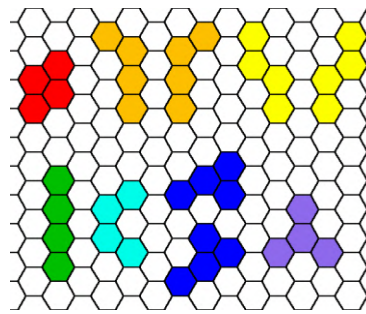
Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 8. Раскраска графена



а



б

Закрасьте семью цветами фрагмент графенового листа из 140 шестиугольников (рис. а) так, чтобы он был сложен без промежутков фигурами, представленными на рисунке б. При этом фигуры каждого цвета должны использоваться ровно по 5 раз.

Всего – 8 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 9. Разноцветная ботаника



1. Под двумя одинаковыми стеклянными колпаками растут два растения, одно с желтыми листьями, а другое с зелеными. Как Вы думаете, под каким колпаком свеча будет гореть дольше и чем это объясняется? **(2 балла)**
2. Есть две молекулы, похожие как сестры, у одной в центре находится ион магния, а у другой – ион железа. Одна молекула определяет цвет большинства растений, а другая – цвет крови позвоночных животных. Что это за молекулы? Почему они придают именно такие цвета? **(2 балла)**
3. Какие еще есть пигменты, которые влияют на цвет листьев и цветков растений? Как, изменяя условия выращивания растения в квартире, можно повлиять на цвет листьев? **(2 балла)**
4. Наблюдая за окраской листьев при листопаде, можно заметить, что в Европе много деревьев с желтыми листьями, а красная окраска редка, а на Дальнем Востоке и в Северной Америке много деревьев, у которых листва осенью окрашена в красный цвет. Как думаете, с чем это может быть связано? **(2 балла)**

Всего – 8 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 10. Пищевая цепь



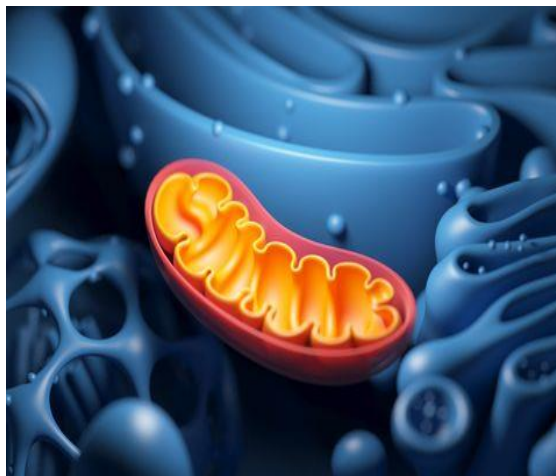
На одном изолированном острове обитают популяции змей, мышей и больших орлов. Основным источником питания мышей являются злаки. Пусть средний суммарный прирост биомассы орла, необходимый для его нормальной жизнедеятельности, составляет 20 кг/год, при этом для прироста 1 кг биомассы орла необходимо 200 кДж энергии. Определите массу злаков, необходимую для прироста орла за год, если 1 кг злаков дает 100 кДж энергии.

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 11. Удивительные митохондрии



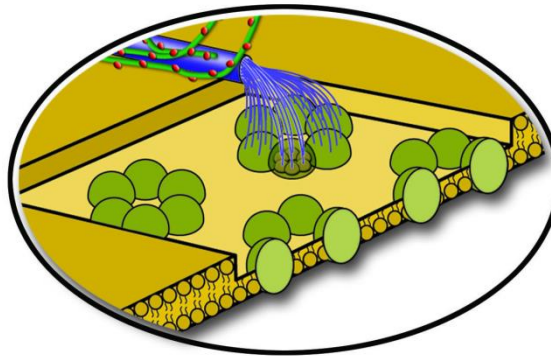
Митохондрии – одни из важнейших клеточных органоидов, основной функцией которых является синтез АТФ при помощи АТФ-синтазы, расположенной во внутренней митохондриальной мембране. При этом митохондрии обладают множеством других функций. Недавно было установлено, что расположение митохондрий в отростках нервных клеток может определять участки ветвления отростков. Также известно, что распределение митохондрий, как правило, неоднородно по клетке. В последние годы накапливается все больше данных о том, что с нарушением функционирования митохондрий связаны многие заболевания, например, патологии нервной системы, а также старение.

1. Перечислите функции митохондрий (кроме синтеза АТФ) **(1 балл)**
2. Предложите механизм, при помощи которого митохондрия приводит к ветвлению отростка нервной клетки в месте расположения митохондрии. **(1 балл)**
3. Как Вы думаете, в каких участках клетки будет наблюдаться наибольшее скопление митохондрий? Почему? **(1 балл)**
4. Какие заболевания связаны с патологиями митохондрий? **(1 балл)**
5. Каким образом нарушение функционирования митохондрий может приводить к ускоренному старению? **(2 балл)**
6. Какие методы, в том числе, нанотехнологические, могут быть использованы для исследования функций и морфологии митохондрий? **(2 балла)**

Всего – 8 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 12. Клубок наноцеллюлозы



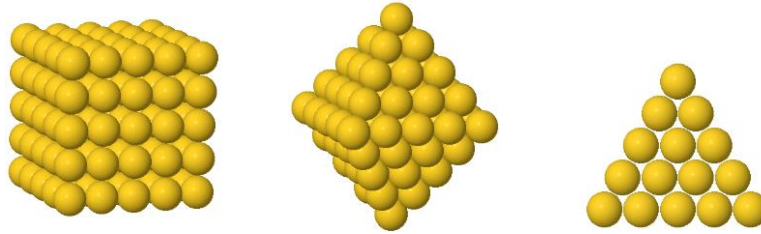
На поверхности многих растительных клеток есть особая нанофабрика – комплекс из 36 одинаковых ферментов, которые совместно «прядут» микрофибриллу целлюлозы. Этот комплекс путешествует по поверхности клетки и наматывает на нее производимую целлюлозную нить как на веретено.

Оцените, с какой скоростью (нм/с) одна нанофабрика «прядет» микрофибриллу, если целлюлозой, произведенной 100 такими комплексами за сутки, можно покрыть 20% боковой стенки цилиндрической клетки радиусом 7 мкм и длиной 20 мкм? Диаметр микрофибриллы примите равным $d = 4$ нм.

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 13. Все дело в кубе



Если взять кубический кластер, на ребро которого приходится x атомов металла, и «разобрать» его на отдельные атомы, то из них можно «собрать» не только октаэдрический и треугольный кластеры, на ребро каждого из которых также приходится по x атомов, но и кубический кластер, на ребро которого приходится $2x/3$ атомов.

Найдите x . Как полученное значение связано с текущей Олимпиадой?

Число атомов в треугольном кластере:

$$T_n = n(n + 1)/2.$$

Число атомов в октаэдрическом кластере:

$$O_n = (2n^3 + n)/3.$$

Всего – 6 баллов



Юный эрудит (заочный тур)

Задача 14. Как построить модель фуллерена своими руками

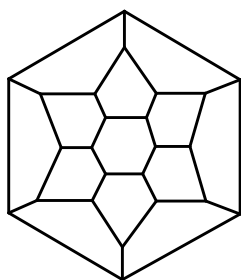


Рис. 1.

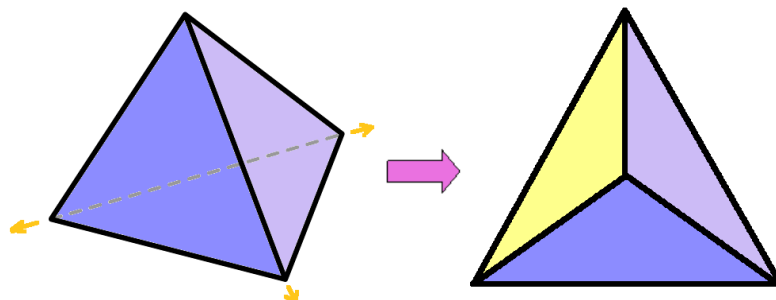


Рис. 2.

Чтобы построить модель многогранника, необходимы трубочки¹, леска² и немного терпения (подробную инструкцию см. в *Приложении* в конце задачи).

1. На рисунке 1 представлена проекция фуллерена³ C_{24} на плоскость⁴. Опишите последовательность
 - а) сборки граней, **(1 балл)**
 - б) присоединения трубочек-ребер **(1 балл)**
 при построении модели этого фуллерена по методике, описанной в приложении.
2. Рассчитайте минимальную длину лески, необходимую для построения этой модели из трубочек длиной 3 см. **(2 балла)**
3. Соберите модель фуллерена C_{24} . К ответу приложите ее фотографию. **(3 балла)**

¹ Трубочки можно использовать любые: для коктейля, от ватных палочек, главное, чтобы они были достаточно жесткими.

² Если нет лески, можно взять нитку или проволоку.

³ Фуллерены – каркасные углеродные молекулы, представляющие собой выпуклые многогранники, имеющие только пяти- и шестиугольные грани, в каждой вершине которых сходятся по три ребра.

⁴ Чтобы удобно изобразить многогранник на плоскости, можно одновременно «потянуть» в разные стороны вершины одной из его граней (как показано на рис. 2): в какой-то момент мы сможем «расправить» на бумаге все его ребра и вершины – получим его плоскую проекцию.

Приложение

Последовательность действий на примере сборки модели тетраэдра.



Рис. 3. Тетраэдр. а) Последовательность присоединения ребер. б) Готовая модель.

- Нам понадобятся 6 трубочек одинаковой длины (обозначим их Т1-Т6) и кусок лески.
- Берем леску необходимой длины и продеваем ее через Т1, Т2 и Т3 – сформирована первая грань тетраэдра (фиолетовый, рис. 3б). Конец лески со стороны Т3 заправляем в Т1 так, чтобы получившийся треугольник находился практически на середине лески. Подтягиваем леску за концы, чтобы она не провисала по углам полученного треугольника.
- На конец лески, выходящий из Т1 со стороны Т3, надеваем Т4 и Т5 (желтый, рис. 3б), затем протягиваем этот же конец через Т2 – сформирована вторая грань тетраэдра.
- Конец, выходящий из Т1 со стороны Т2, заправляем в Т5 и затем надеваем на него Т6 (синяя, рис. 3б). Подтягиваем леску, завязываем концы на узелок – сформированы третья и, автоматически при замыкании фигуры, четвертая грани. Тетраэдр готов!
- *Примечание:* для удобства сборки необходимо брать леску на 15-30 см длиннее рассчитанной величины.

Всего – 7 баллов



Юный эрудит (заочный тур)
Задача 15. Нанокроссворд

По горизонтали

- 5г.** Всеобщие ограничения как способ обуздать **18г.**
- 7г.** «Наноконверт», который может использоваться **20в** для хранения своей **12г.**
- 10г.** Поражающий печень **20в.**
- 12г.** Рис. **12г.**
- 16г.** Роль Cas9 в CRISPR-Cas9.
- 18г.** Когда болеет весь мир.
- 19г.** Защищает как человека, так и **4в.**
- 21г.** Способ выработать **19г** против **20в.**
- 22г.** **15в** по своей природе.
- 23г.** Рис. **23г**, одна из ключевых структурных особенностей системы CRISPR.
- 24г.** Находится между **23г** в CRISPR, «нацеливает» **16г** на **20в.**

По вертикали

- 1в.** Способ редактирования генома до CRISPR-Cas9, искусственная **11в.**
- 2в.** Набор генетически идентичных **20в** или **4в.**

3в. Рис. 3в, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине 2020 года за открытие одного из видов возбудителя **10г**.

4в. Рис. 4в.

6в. Рис. 6в: 20в, поражающий **4в**.

8в. Рис. 8в, автор фантастического сценария конца света в результате неуправляемого самовоспроизводства **13в**

9в. Клеточная «наноантенна» для улавливания внешних сигналов, может быть использована для проникновения в клетку **20в**.

11в. «Кольцевой ген».

13в. Робот с размерами от $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-7}$.

14в. «Головной убор» одного из **20в** (рис. **20в**).

15в. Рис. 15в.

17в. Рис. 17в, лауреат Нобелевской премии по химии 2020 года за открытие «генетических **16г** CRISPR-Cas9».

20в. Рис. 20в.

Всего – 12 баллов