



Юный эрудит Решение задачи 1. Нанозагадки

Если в диаметре не достигает
и ста нанометров крупица,
по ИЮПАК её называют
спецтермином «**наночастица**».

Он кристаллом быть не вправе.
Вам подскажет мастер:
десять атомов в составе –
это **нанокластер**.

В нём каждый кристаллик имеет
карбоновый прочный каркас,
но различить кто угодно сумеет
объёмный и **наноалмаз**.

Свойства разных компонентов
с пользой он объединит:
нановискеров, цементов...
это **нанокомпозит**.

Если синтез в нём происходит,
то он действует будто редактор:
наноразмеры воспроизводит
у продуктов **нанореактор**.



Юный эрудит Решение задачи 2. Китайские краски

1. Таблица соответствия выглядит так:

Частицы, вызывающие окраску	Номер на рисунке
золото пленка	7
золото наночастицы	4
гематит	1
антимонат свинца	2
ионы кобальта	6
ионы меди	3
ионы марганца	5

- Номера двух красок, красящий компонент которых придает им матовость: 1, 2.
- Электропроводностью обладает покрытие под номером 7.



Юный эрудит

Решение задачи 3. Слова и названия

Наночастица	– частица, размер которой от 1 до 100 нм
Микрон	– единица измерения, равная 1000 нанометров
Графен	– двумерный слой углерода, обладающий высокой прочностью и проводимостью
Умный	– материал, изменяющий свои свойства под влиянием внешних условий (давления, температуры)
Фуллерен	– аллотропная модификация углерода, растворимая в хлороформе

ФНМ МГУ



Юный эрудит

Решение задачи 4. Весь SARS-CoV-2 в мире

Общее число вирусных частиц SARS-CoV-2 в мире равно произведению числа одновременно болеющих людей на число вирусных частиц, приходящихся на одного человека:

$$N = 20 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^9 = 2 \cdot 10^{17}.$$

1. Суммарный объем всех вирусных частиц SARS-CoV-2 в мире составляет

$$V = V_1 \cdot N = 100^3 \cdot 2 \cdot 10^{17} \text{ нм}^3 = 2 \cdot 10^{23} \text{ нм}^3 = 200 \text{ мл},$$

где V_1 – объем одной вирусной частицы.

2. Общая площадь, занимаемая плоским слоем толщиной в одну частицу и состоящим из $2 \cdot 10^{17}$ частиц SARS-CoV-2, равна

$$S = S_1 \cdot N = 100^2 \cdot 2 \cdot 10^{17} \text{ нм}^2 = 2 \cdot 10^{21} \text{ нм}^2 = 2000 \text{ м}^2,$$

где S_1 – площадь, занимаемая одной вирусной частицей.

Эта площадь примерно соответствует квадрату 45 на 45 метров.



Юный эрудит Решение задачи 5. Египетская головоломка

1. Для $n = 6$ периметр, по условию, равен

$$P = (2n + 2) \cdot 1 = 14 \text{ атомов.}$$

В то же время, периметр прямоугольника – это удвоенная сумма его длины a и ширины b :

$$P = 2(a + b),$$

откуда

$$a + b = 7 \text{ атомов.}$$

Всего существует три нанокластера вида $a \times b$, отвечающих данному числу атомов:

- 6×1 (он же 1×6 , представляет собой цепочку из шести атомов),
- 5×2 (он же 2×5)
- и 4×3 (он же 3×4).

2. Пирамида собирается по слоям, параллельным одному из ее ребер:

- 1) берем первый «прямоугольник» – цепочку из 6 атомов (его край помечен красным, см. рис. 1);
- 2) поверх него размещаем второй прямоугольник, 5×2 (помечен оранжевым, рис. 1), так, чтобы его центральная линия располагалась над цепочкой предыдущего ряда;
- 3) затем сверху помещаем прямоугольник 4×3 (помечен желтым, рис. 1), потом 3×4 (помечен зеленым, рис. 1) и 2×5 (помечен голубым, рис. 1);
- 4) завершаем сборку последним, шестым, «прямоугольником» – цепочкой 1×6 (она окрашена синим, рис. 1), при этом данная цепочка будет размещаться перпендикулярно первоначальной цепочке атомов 6×1 (край которой помечен красным, рис. 1).

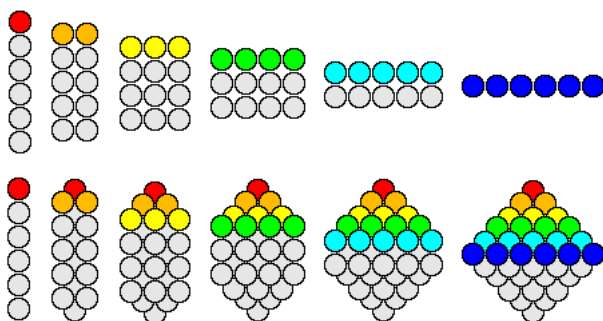


Рис. 1. Последовательная сборка пирамиды. Края нанокластеров, отмеченные цветом, при этом складываются в одну из треугольных граней пирамиды.

3. Отвечающая полученному кластеру-пирамиде геометрическая фигура (рис. 2) называется тетраэдр, он же – равносторонняя треугольная пирамида. У этой фигуры 4 вершины, 6 ребер, на каждое из которых приходится по 6 атомов, и 4 треугольных грани.

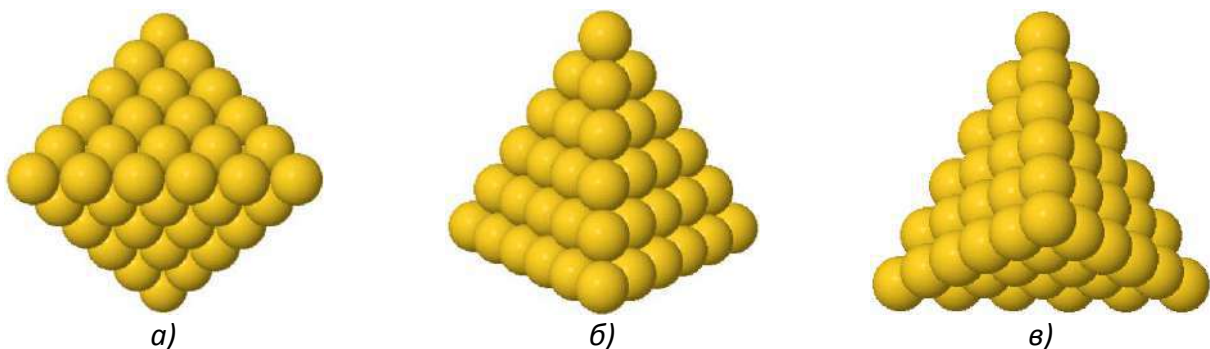


Рис. 2. Тетраэдр.

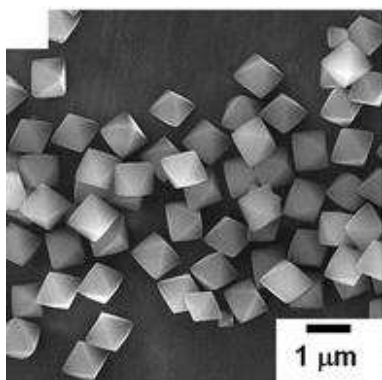
- а) Вид сверху (сразу после сборки, поставлен на одно из ребер).
б) Вид сбоку (поставлен на одну из граней).
в) Вид сверху (поставлен на одну из граней).*



Юный эрудит

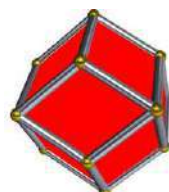
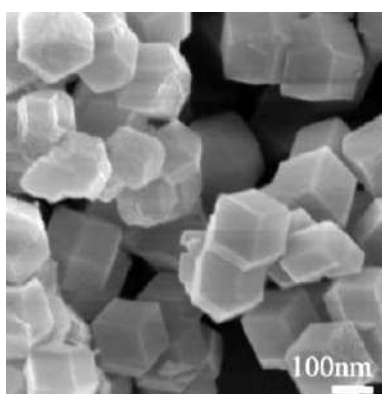
Решение задачи 6. Такие многогранные кластеры

А



октаэдр

Б



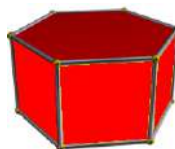
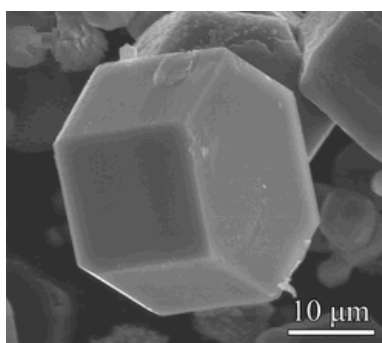
ромбододекаэдр

В



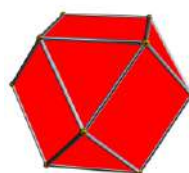
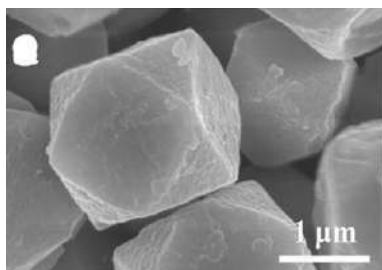
тетраэдр

Г



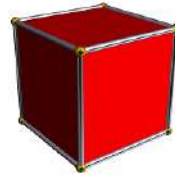
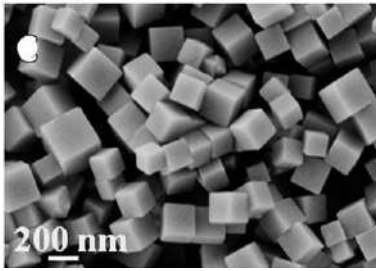
шестиугольная призма

Д



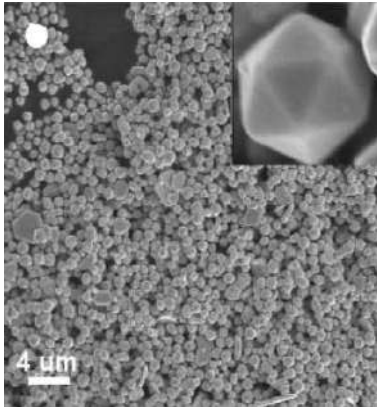
кубооктаэдр

Е



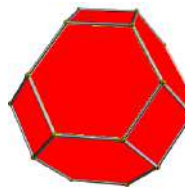
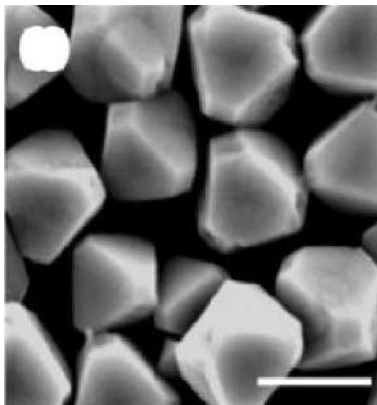
куб

Ж



икосаэдр

З



усеченный октаэдр



Юный эрудит

Решение задачи 7. Наносенсоры тепла и холода

1.

- Стручковый перец. Он содержит вещество капсаицин, которое действует на рецепторы тепла (перец «жжется»). // *Правильным ответом считается упоминание любого растения, плоды которого содержат достаточное количество капсаицина либо пиперина (например, черный перец).*
 - Перечная мята. Она содержит ментол, который действует на рецепторы холода («холодок» от мятных леденцов). // *Правильным ответом считается упоминание любого растения, побеги которого содержат значительное количество ментола.*
2. На рецептор тепла также оказывают воздействие кислоты (соприкосновение с ними вызывает ощущение жжения).
3. Эти вещества оказывают раздражающее действие, которое может использоваться для:
- защиты от других животных (муравьиная кислота, которую вырабатывают как муравьи и медузы, так и, например, крапива);
 - защиты от поедания побегов растения или его плодов некоторыми видами животных (мята, перец). Примечательно, что рецепторы тепла у птиц не чувствительны к капсаицину, поэтому они спокойно едят перец и распространяют его семена.



Юный эрудит

Решение задачи 8. Лабиринты спиралей фуллеренов

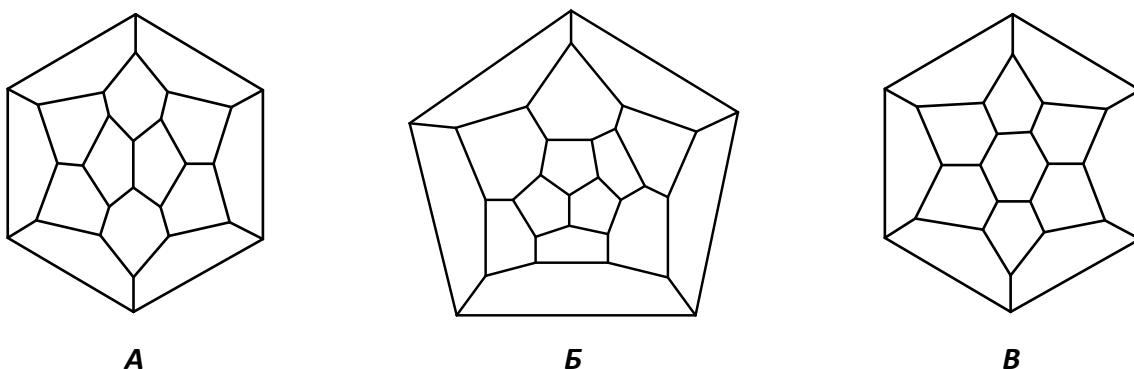


Рис. 1.

1. Для фуллеренов, представленных на рисунке 1 в виде двумерных проекций,

а) число атомов углерода составляет

- **A** – 26,
- **Б** – 28,
- **В** – 24.

б) грани этих фуллеренов представлены

- **A** – 12 пятиугольниками и 3 шестиугольниками (один – внешний) (рис. 2а),
- **Б** – 12 пятиугольниками (один – внешний) и 4 шестиугольниками (рис. 2б),
- **В** – 12 пятиугольниками и 2 шестиугольниками (один – внешний) (рис. 2в).

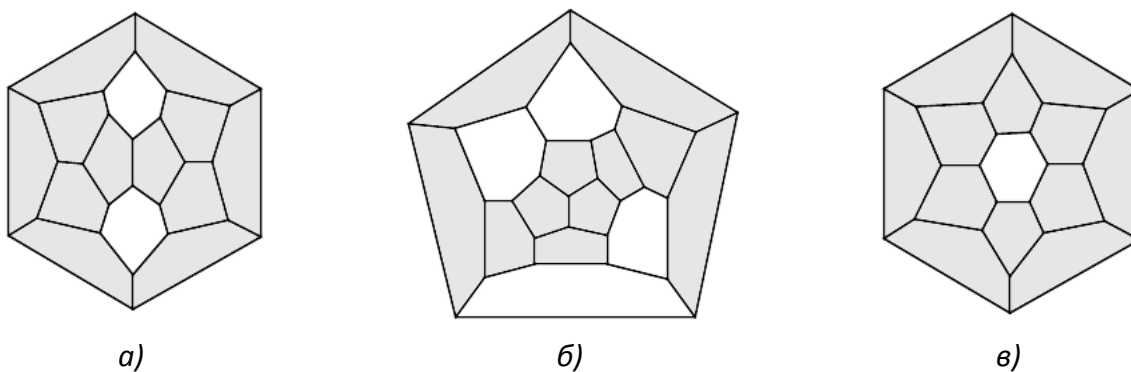


Рис. 2. Пятиугольники отмечены серым цветом.

2. Для фуллеренов C_{26} (А) и C_{24} (В) любая спираль проходит по всем граням отвечающего им многогранника. В свою очередь, для фуллерена C_{28} (Б) кроме спиралей, проходящих по всем его граням (например, рис. 3а), также существуют две спирали, проходящие только по пятнадцати граням из шестнадцати (например, рис. 3б).

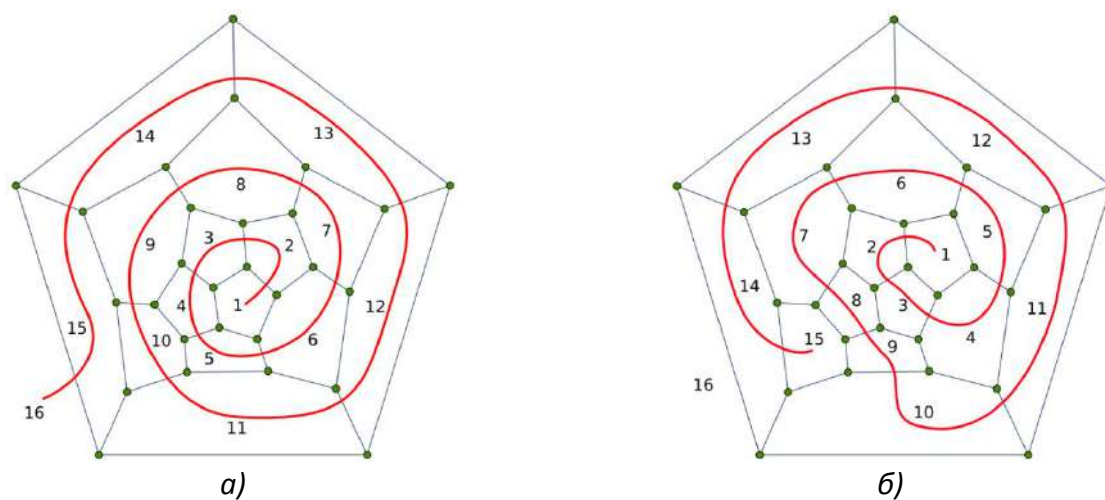


Рис. 3. Примеры спиралей фуллерена C_{28} (Б).

а) Спираль, проходящая по всем шестнадцати граням C_{28} (Б).

б) Спираль, проходящая только по пятнадцати граням C_{28} (Б).



Юный эрудит

Решение задачи 9. Фонтан-молекула

1. Фуллерен – каркасная углеродная молекула, представляющая собой выпуклый многогранник, состоящий из правильных пяти- и шестиугольников, сходящихся в каждой вершине по три.

Фигура, украшающая фонтан в Петрозаводске, с одной стороны, фуллереном не является, поскольку выпуклый многогранник, соответствующий ее каркасу, имеет только треугольные грани, сходящиеся в вершинах по 5 либо по 6 штук.

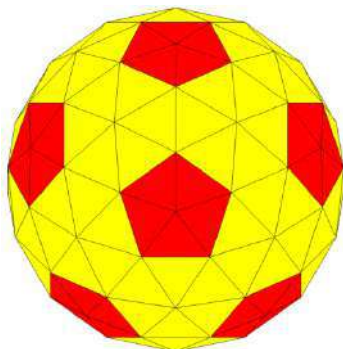


Рис. 1. Многогранник, соответствующий как каркасу фонтана «Молекула», так и структуре, получаемой из фуллерена C_{60} при разбиении каждой из его граней на одинаковые треугольники, шестиугольной – на 6 (окрашены желтым), а пятиугольной – на 5 (окрашены красным).

С другой стороны, если из этого каркаса убрать вершины, окружение которых на рис. 1 окрашено только в красный или только в желтый цвет, то можно получить самый известный фуллерен – C_{60} , бакибол.

2. Фуллерены в природе впервые были обнаружены в составе минерала шунгит, добытого в крупном месторождении, расположенном в Республике Карелия.
3. Размер объемной фигуры можно оценить разными способами.
 - Как было отмечено ранее, часть вершин каркаса фонтана «Молекула» образуют структуру бакибола C_{60} , поэтому, если размер ребер каркаса уменьшить до размера ребер бакибола, то размер фигуры примерно будет соответствовать размеру бакибола.

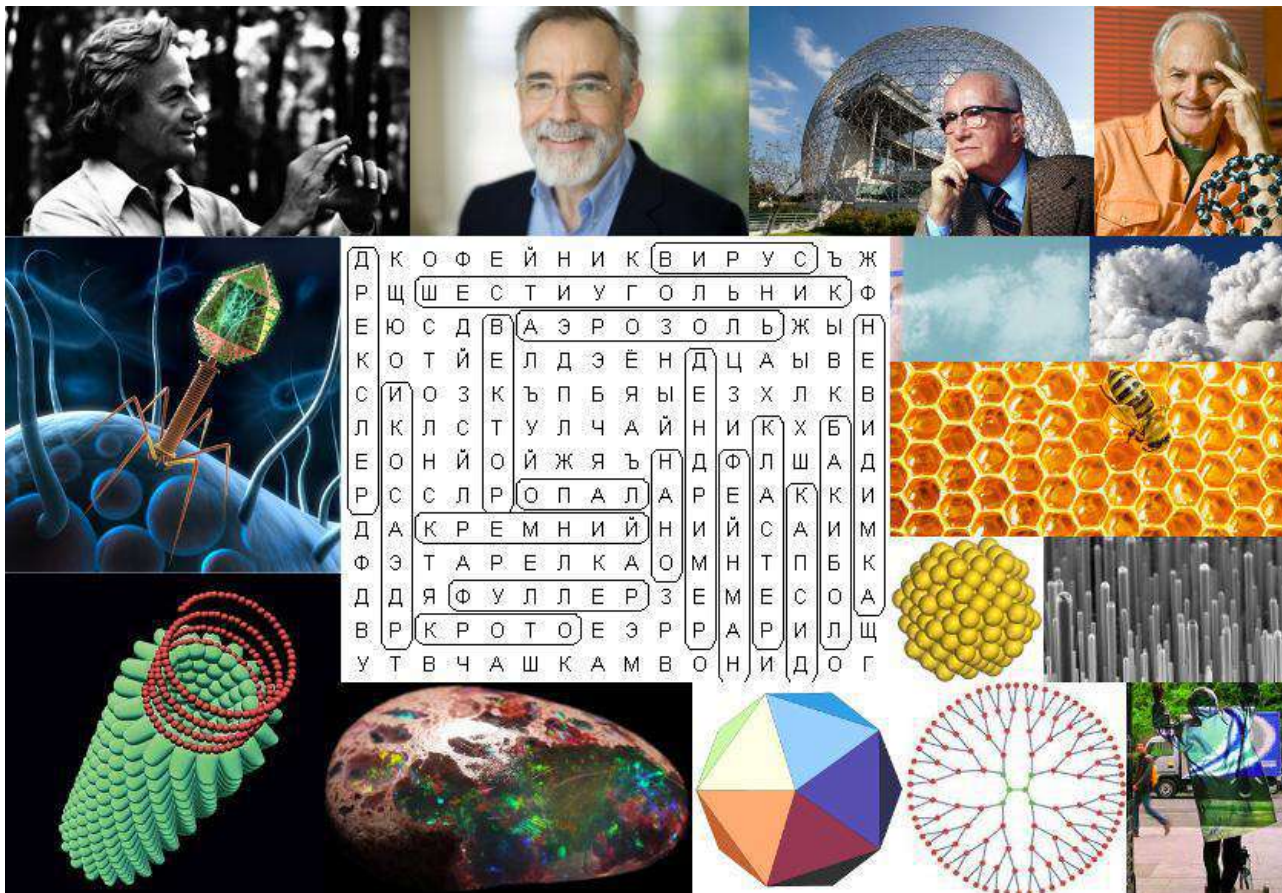
Молекула C_{60} , согласно справочным данным, имеет размер 0,7 нм при длине ребра (расстоянии между соседними атомами углерода) 0,14 нм. Тогда каркасная структура с длиной ребра 0,2 нм будет больше бакибола в 0,2/0,14 раз, то есть ее размер будет равен

$$D = 0,7 \cdot 0,2 / 0,14 = 1 \text{ нм.}$$

- Можно найти на фотографии фонтана любое ребро, примерно лежащее в плоскости фотографии, измерить линейкой его длину, а также измерить размер фигуры, и, составив пропорцию, рассчитать, каким будет размер каркаса при уменьшении длины его ребра до 0,2 нм.



Юный эрудит
Решение задачи 10. Нанofilворд



1. Аэрозоль – находящиеся в газовой среде, обычно в воздухе, мелкие частицы.
2. Бакибол – самый известный фуллерен, одна из визитных карточек нанотехнологий.
3. Вектор – это наноразмерное «устройство» для направленной доставки активных веществ или генетического материала в клетки. Применяется, например, при создании вакцин.
4. Вирус – наноробот, использующий клетку для самовоспроизведения.
5. Дендример – наночастица с древовидной структурой, собранная из разветвленных «деталей»-молекул по принципу «от простого к сложному».
6. Дрекслер: Ким Эрик Дрекслер – известный американский ученый, автор концепции самовоспроизводящихся нанороботов, которые при выходе из-под контроля могут уничтожить весь мир (концепции «серой слизи»).
7. Икосаэдр – высокосимметричный многогранник, формой которого обладают многие объекты в наномире: фуллерены, кластеры, капсиды.
8. Капсид – белковая оболочка, в которой хранится наследственная информация вируса. Капсиды можно использовать в качестве наноконтейнеров для доставки лекарств.

9. Кластер – химическое соединение или группа атомов, являющееся промежуточным между молекулой и объемным твердым телом. Наноразмерные кластеры – один из традиционных объектов нанотехнологий.
10. Кремний – основной элемент микроэлектроники: процессоров и модулей памяти, которые промышленно производятся с помощью нанотехнологий.
11. Крото: Сэр Харольд Уолтер Крото – британский химик, один из лауреатов Нобелевской премии по химии за 1996 год «за открытие фуллеренов».
12. Невидимка: материал-невидимка – композитный наноматериал, необычные оптические свойства которого задает его особая структура.
13. Опал – ювелирный камень, обладающий радужным переливом цветов (опалесценцией), возникающим благодаря его особой микроструктуре, а также класс искусственных материалов с особыми оптическими свойствами, определяемыми такой микроструктурой.
14. Фейнман: Ричард Филлипс Фейнман – американский физик. Автор фразы «Там, внизу, ещё много места», один из авторов концепции нанотехнологии.
15. Фуллер: Ричард Бакминстер Фуллер – американский архитектор, дизайнер, инженер, изобретатель, автор «геодезического купола», так похожего на фуллерены, что самый известный из них назван в честь изобретателя.
16. Шестиугольник – структурный мотив графена, углеродных нанотрубок и фуллеренов.



Юный эрудит

Решение задачи 11. Винни Пух и Медовая фабрика

1. Человеческий глаз определяет цвет предмета как белый, если тот равномерно отражает энергию излучения всех волн видимого диапазона. Так как часть энергии света отражается в виде тепла, белые предметы при прочих равных условиях нагреваются слабее, чем цветные. Способность предметов нагреваться зависит также и от способности поглощать (или отражать) ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Черная краска способна поглощать, а не отражать свет, что приводит к нагреву поверхности. Нагрев может составлять до 22 %, поэтому пчелы жаловались на излишнее тепло. Белая краска, наоборот, обладает способностью отражать падающие лучи и отражают до 80-90% солнечного света. Самая черная краска сделана с использованием углеродных нанотрубок, в которых «теряется» свет, из-за чего происходит снижение коэффициента отражения до 99.5 %.
2. Современная краска, которую использовал Пятачок, отражала 98% солнечного света. Из-за особенностей материала самая белая краска отражает и инфракрасное излучение, что препятствует нагреву поверхности. Для создания краски использовались не пигменты, а частицы разного наноразмера (ответ засчитывается так же, если будут указаны компоненты краски – сульфат бария и акрил).
3. Да, могут. Если покрасить поверхность дома такой краской, то температура днем будет на 4 °С ниже, а ночью на 10 °С ниже, чем в аналогичном доме без окрашивания. Всё вместе это приведет к снижению нагрева поверхностей, снижению температуры воздуха в мегаполисах и снижения использования кондиционеров, которые охлаждаются внутри, но нагреваются снаружи.
4. Ученые наблюдали за белым панцирем пластинчатоусых жуков *Cyphochilus*, обитающих в Юго-Восточной Азии. В отличие от большинства животных, чей цвет зависит от пигмента, белый скарабей обязан своей окраской наночастицам. Ультратонкие чешуйки, покрывающие тело жука вдвое тоньше кровеносных сосудов. Сами чешуйки состоят из множества беспорядочно расположенных светоотражающих волосков. Эти волоски из хитина рассеивают все видимые цветовые волны, делая жука белоснежным.



Юный эрудит Решение задачи 12. О тигре

1. В – домашние кошки и тигры находятся в одном семействе, Кошачьи, но в разных подсемействах – Малые и Большие кошки, соответственно.
2. У домашних кошек вертикальный зрачок, это позволяет лучше видеть в темноте. У тигров, ведущих сумеречный образ жизни, а значит не имеющих необходимости в остром ночном зрении, зрачок круглый (хотя в темноте он все равно видит в несколько раз лучше человека).
3. Г – у тигра полностью втягивающиеся когти.
4. Да, у тигра и кошки одинаковая зубная формула (1 балл). После смены молочных зубов они имеют (если считать от средней линии), на верхней челюсти: 3 резца, 1 клык, 3 премоляра, 1 моляр; на нижней челюсти: 3 резца, 1 клык, 2 премоляра, 1 моляр. Общее количество зубов – 30 (все коэффициенты удваиваются). Зубная формула выглядит как:

$$P \frac{3}{3} K \frac{1}{1} II \frac{3}{2} M \frac{1}{1} = 30$$

5. Американский лев (вымер), гепард (другое подсемейство), манул (другое подсемейство), пума (другое подсемейство), тасманийский тигр (сумчатый, вымер).
6. Правильный ответ Б – за некоторыми исключениями тигры ведут одиночный образ жизни.
7. Тигр – хищник, еду он добывает себе охотой, как правило, посредством внезапного нападения, ведет одиночный образ жизни, соответственно, малейшая травма может привести к тому что он будет неспособен добывать себе пищу, а это приводит к голоду и смерти. Поэтому крупные хищники, не только тигры, предпочитают лишний раз не рисковать. Риск получения травмы перевешивает плюсы от однократной поимки добычи.



Юный эрудит

Решение задачи 13. Нерадивый Васисуалий

Фотография 1 – 10 000 000 нм (это свернувшийся в шар броненосец).

Фотография 2 – 100 нм (это бактериофаг Т4).

Фотография 3 – 20 нм (это выделенная кольцевая ДНК бактерии, проверка-подсказка ширина ДНК около 2 нм).

Фотография 4 – 100 000 нм (инфузория туфелька).

Фотография 5 – 10 нм (вирус табачной мозаики, проверка подсказка – диаметр вируса 18 нм).

Нанообъекты, по определению, это дискретная часть материи или, наоборот, её локальное отсутствие (пустоты, пора), размер которой хотя бы в одном измерении находится в нанодиапазоне (1 – 100 нм). Нанообъекты изображены на фотографиях 2, 3 и 5.



Юный эрудит

Решение задачи 14. Микро- и макроэлементы

1.	Р	Т	У	Т	Ь			
2.	М	А	Г	Н	И	Й		
3.	К	О	Б	А	Л	Ь	Т	
4.		С	Е	Л	Е	Н		
5.	Ф	Т	О	Р				
6.		Ф	О	С	Ф	О	Р	
7.	М	Е	Д	Ь				

1. Ртуть. Она находится в жидком состоянии при комнатной температуре.
2. Магний. Пигмент хлорофилл.
3. Кобальт. Витамин В12 содержится в мясных продуктах (говядина, баранина, птица и т.д.), в основном в печени и почках. Поэтому людям на веганской диете следует принимать его в виде добавок.
4. Селен. Открыт Берцелиусом в 1817 году.
5. Фтор. Фторид олова.
6. Фосфор. Молекула АТФ.
7. Медь. Белки гемоцианины.
8. Углерод. Он входит в состав всех органических веществ и является основной всего живого.