



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»  
5 – 10 классы (отборочный этап)  
Решения**

### **Химия. Решение задачи 1. Ядерные реакции**

**Правильные ответы:**  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ ,  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{p} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/2 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/3 балла. Максимальный балл – 1.

В правильно записанных реакциях сумма массовых чисел (верхних индексов) в левой и правой частях уравнения одинакова. То же касается и суммы зарядов (нижние индексы).

### **Химия. Решение задачи 2. Оксиды**

**Правильные ответы:**  $\text{FeO}_{1,07}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ClO}_2$ .

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/3 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/4 балла. Максимальный балл – 1.

$\text{BaSO}_4$  – соль,  $\text{OF}_2$  – фторид, а не оксид,  $\text{KO}_2$  – надпероксид,  $\text{O}_3$  – простое вещество. Остальные вещества относятся к классу оксидов ( $\text{FeO}_{1,07}$  – нестехиометрический).

### **Химия. Решение задачи 3. Рецепт пирога**

**Правильный ответ:** 56.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл, допускается погрешность в расчетах  $\pm 1,68$ .

Уравнение реакции:  $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ .

1/2 ложки соды – это 3,78 г  $\text{NaHCO}_3$ , или  $3,78/84 = 0,045$  моль. 1/2 ложки уксуса – это 2,5 г 6%-го раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , или  $2,5 \cdot 0,06 = 0,15$  г, или  $0,15/60 = 0,0025$  моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Уксусная кислота – в недостатке:  $v(\text{CO}_2) = v(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0025$  моль,  $V(\text{CO}_2) = 0,0025 \cdot 22,4 = 0,056$  л = 56 мл.

### **Химия. Решение задачи 4. Контрастная рентгенография**

**Правильный ответ:**  $\text{BaSO}_4$  слишком плохо растворяется в воде, чтобы оказывать влияние на организм.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Ядовитыми для организма являются ионы  $Ba^{2+}$ , однако сульфат бария нерастворим не только в воде, но и в кислотах, поэтому ионы бария из  $BaSO_4$  практически не попадают в организм.

### Химия. Решение задачи 5

**Правильный ответ:** HCN.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

A – дициан,  $(CN)_2$ . При взаимодействии с щёлочью он, подобно галогенам, диспропорционирует:  $(CN)_2 + 2KOH = KCN + KCNO + H_2O$ . Ядовитая соль Б – KCN, цианид калия. Это – соль очень слабой кислоты, поэтому она легко гидролизуется во влажном воздухе:  $KCN + H_2O = HCN + KOH$ . При 27 °C HCN представляет собой газ (вещество В). Подтвердим расчётами.  $\nu(KCN) = 0,975/65 = 0,015$  моль,  $\nu(HCN) = 0,369 \cdot 101,3 / (8,314 \cdot 300) = 0,015$  моль. Количества веществ Б и В соответствуют уравнению реакции.

### Химия. Решение задачи 6

**Правильный ответ:** фуллерен.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл, ответ «бакминстерфуллерен» также считается правильным и оценивается на максимальный балл.

Бесцветный газ, вызывающий помутнение известковой воды, – это  $CO_2$  или  $SO_2$ . Однако сера, при сжигании которой образуется  $SO_2$ , – порошок желтого цвета. Следовательно, черный порошок – простое вещество углерод. Из всех аллотропных форм углерода хоть в чем-то растворим только фуллерен.

### Химия. Решение задачи 7

**Правильный ответ:**  $Cu_2O_4$ , Cu,  $CO_2$ .

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл, варианты записи ответа вида  $Cu_2O_4, Cu, CO_2$ ; X -  $Cu_2O_4$ , Y - Cu, Z -  $CO_2$ ; X- $Cu_2O_4$ , Y-Cu, Z- $CO_2$ ; X =  $Cu_2O_4$ , Y = Cu, Z =  $CO_2$ ; X= $Cu_2O_4$ , Y=Cu, Z= $CO_2$  также считаются правильными и оцениваются на максимальный балл.

$M(Z) = 1,52 \cdot 29 = 44$  г/моль – это  $CO_2$ . Розовое простое вещество Y – это медь, Cu. На 1 моль меди (64 г) при разложении выделяется  $64 \cdot 1,38 = 88$  г  $CO_2$ , или 2 моль. Исходный порошок X – оксалат меди,  $Cu_2O_4$ . Уравнение реакции разложения:  $Cu_2O_4 = Cu + 2CO_2 \uparrow$ .

## Химия. Решение задачи 8

### Правильные ответы:

синяя – кобальт(+2)

зеленая – хром(+3)

красная – наночастицы золота

желтая – наночастицы серебра

черная – частицы платины микронного размера

**Критерии оценивания:** за каждое правильно найденное соответствие добавляется 1/5 балла, неправильные варианты не оцениваются. Максимальный балл – 1.

Синий цвет  $\text{Co}^{2+}$  и зеленый цвет  $\text{Cr}^{3+}$  хорошо известны. Цвет рубинового стекла вызван наночастицами золота (<https://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/186/422.pdf>). Наночастицы серебра придают стеклу желтую окраску (М.Н.Андреев, дисс.).

## Химия. Решение задачи 9

**Правильный ответ:** MgO.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

В элементарной ячейке крупные шары занимают середины всех ребер куба, а также центр ячейки. Всего на одну ячейку приходится  $12 \cdot 1/4 + 1 = 4$  крупных шара. Мелкие шары находятся во всех вершинах и в центрах всех граней куба, на одну ячейку их приходится  $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$ . Таким образом, оба элемента находятся в веществе в равных количествах. Подбор по атомным массам и атомным номерам дает формулу MgO.

## Химия. Решение задачи 10

**Правильный ответ:** H<sub>2</sub>S.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

Число электронов в атоме равно порядковому номеру элемента. Отличие порядковых номеров элементов в 16 раз говорит о том, что один из элементов – очень легкий. Если это – водород (1 электрон в атоме), то второй элемент – сера (порядковый номер 16), формула газа X – H<sub>2</sub>S.

## Физика. Решение задачи 11. Характерные размеры

### Правильные ответы:

световой год – расстояние между звёздами  
астрономическая единица – расстояние от Земли до Солнца  
километр – расстояние между городами  
метр – ширина стола  
микрометр – толщина фольги  
нанометр – квантовая точка  
ангстрем – размер молекулы

**Критерии оценивания:** за каждое правильно найденное соответствие добавляется 1/7 балла, неправильные варианты не оцениваются. Максимальный балл – 1.

Световой год – расстояние, которое свет проходит за один год. Это самая большая величина из списка, как и расстояние между звёздами. Астрономическая единица – расстояние от Земли до Солнца (по определению). Расстояние между соседними городами, как правило, составляет единицы или десятки километров. Ширина стола по порядку величины обычно равна метру. Микрометр – тысячная доля миллиметра. Толщина фольги может варьироваться от единиц до сотен микрометров. Квантовая точка – объект исследования нанотехнологий, его размеры составляют от единиц до десятков нанометров. Ангстрем – десятая доля нанометра. Это самая маленькая из перечисленных величин, как и молекула – наименьший из приведённых объектов.

## Физика. Решение задачи 12. Непотопляемый брусок

**Правильный ответ:** везде одинаковая.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Во всех 3-х случаях сила тяжести уравновешена силой Архимеда, а так как сила тяжести одинакова, то и сила Архимеда одинакова. Плотность жидкостей разная, но и разная глубина погружения.

## Физика. Решение задачи 13. Кулер для процессора

**Правильный ответ:** медь обладает высокой теплопроводностью, а алюминий высокой удельной теплоемкостью.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Электропроводность в данном случае не важна, а плотность имеет значение, т.к. определяет массу радиатора. Но низкая плотность алюминия, из которого выполнен радиатор, компенсируется большими размерами, что видно из рисунка.

### Физика. Решение задачи 14. Пружинные весы

Правильный ответ:  $\frac{7}{6}$ .

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

В случае а)  $\Delta y_1 = \frac{3mg}{2k_1}$ , в случае б)  $\Delta y_2 = \frac{mg}{3k_1}$ . Груз  $m$  на пружине  $k_1$  растягивает на  $\Delta y = \frac{mg}{k_1}$ .

### Физика. Решение задачи 15. Газовая смесь

Правильный ответ: 195 Дж/(кг·К).

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

$$C = \frac{C_V (v_{He} + v_{Kr})}{v_{He} \mu_{He} + v_{Kr} \mu_{Kr}},$$

с учетом того, что молярная теплоемкость при постоянном объеме для всех одноатомных газов  $C_V = \frac{3R}{2}$ , и по условию  $\frac{v_{Kr}}{v_{He}} = 3$ .

### Физика. Решение задачи 16. Неупругое столкновение

Правильный ответ: 2.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

При неупругом столкновении кинетическая энергия движения шаров преобразуется в тепловую:

$$2cm\Delta T = 2mV^2/2$$

Отсюда  $\Delta T \sim 1/c$ , т.е. отношение разности температур для двух пар шариков обратно пропорционально удельной теплоемкости материалов шариков. Исходя из табличных данных, при комнатной температуре удельная теплоемкость железа  $c \approx 460$  Дж/К\*кг, а алюминия  $c \approx 920$  Дж/К\*кг.

### Физика. Решение задачи 17. Термометры сопротивления

Правильный ответ: 0,2.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл, допускается погрешность в расчетах  $\pm 0,1$ .

По закону Джоуля-Ленца, тепло, выделившееся при работе нагревателя  $Q = I^2 R_H \tau$ .

Закон Ома:  $I = \frac{U}{R_H} \Rightarrow Q = \frac{U^2}{R_H} \tau$ . Тепло, затрачиваемое на нагревание воды  $Q = cm(t - t_0)$ .

Так как температурный коэффициент сопротивления по определению равен  $\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 (t - t_0)}$ , то  $Q = cm \frac{R - R_0}{R_0 \alpha}$ . Тогда  $m = \frac{U^2 \tau R_0 \alpha}{c \Delta R R_H}$ ;  $m = 0,2$  кг.

## Физика. Решение задачи 18. Выключатель

**Правильный ответ:** 100.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл, допускается погрешность в расчетах  $\pm 1$ .

Запишем закон Ома для двух конфигураций: с выключенными ключами и без.

1. Ключи разомкнуты.

$$50\Gamma + 20\Gamma + 10\Gamma = 6$$

Отсюда ток, протекающий через резистор 20 Ом  $\Gamma = \frac{3}{40}$  А.

2. Ключи замкнуты.

$$50 * I + 20 * \Gamma = 6$$

Отсюда  $I = 9/100$  А.

Для напряжения и тока на резисторах 20 Ом и  $R$  справедливо:  $\Gamma R = 20\Gamma$  и  $\Gamma R + \Gamma = I$ .

Решая систему уравнений, находим  $R$ .

## Физика. Решение задачи 19. Линза

**Правильный ответ:** (-4, 1).

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Воспользуемся формулой тонкой линзы для рассеивающей линзы.

$$-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{|f|}$$

Отсюда получаем, что абсцисса изображения  $x = -4$ . Исходя из подобия, находим ординату:  $y = \frac{-4}{-12} * 3 = 1$ .

## Физика. Решение задачи 20. Лазерная указка

**Правильный ответ:** 1,8 мм.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

$$\Delta x = d \left( \tan 45^\circ - \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{n^2 - \sin^2 45^\circ}} \right)$$

## Математика. Решение задачи 21

**Правильный ответ:** вычисляется по формуле  $74,97 \cdot a$ .

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл, допускается погрешность в расчетах 5%.

Площадь футбольного поля составляет  $S = 105 \cdot 68 = 7140 \text{ м}^2$ .

Площадь, занимаемая одной наночастицей серебра в форме куба с ребром, равным  $\{a\}$  нм, составляет  $S_{Ag} = \{a\}^2 \text{ нм}^2 = 10^{-18} \cdot \{a\}^2 \text{ м}^2$ .

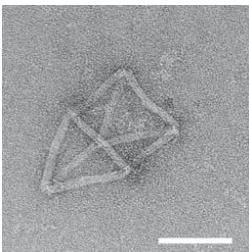
Следовательно, чтобы покрыть футбольное поле одним слоем, всего нам понадобится  $N = S/S_{Ag} = 7140 / (10^{-18} \cdot \{a\}^2) = 7,14 \cdot 10^{21} / \{a\}^2$  таких наночастиц.

Масса одной наночастицы составляет  $m_{Ag} = V_{Ag} \cdot \rho = \{a\}^3 \cdot \rho = 10^{-27} \cdot \{a\}^3 \cdot 10,5 \cdot 10^6 \text{ г} = 1,05 \cdot 10^{-20} \cdot \{a\}^3 \text{ г}$  (переводим объем в кубические метры, а плотность — в граммы на кубический метр).

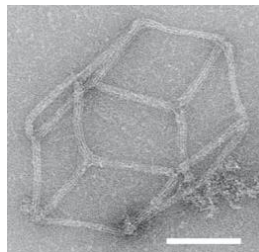
Тогда масса всех частиц равна  $m = N \cdot m_{Ag} = 7,14 \cdot 10^{21} / \{a\}^2 \cdot 1,05 \cdot 10^{-20} \cdot \{a\}^3 = 74,97 \cdot \{a\}$  граммов.

## Математика. Решение задачи 22

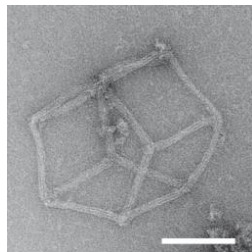
**Правильные ответы:**



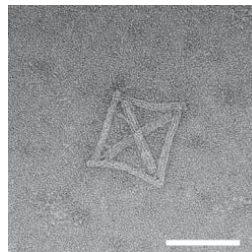
треугольная  
призма



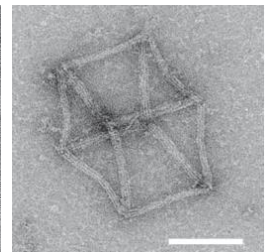
шестиугольная  
призма



пятиугольная  
призма



тетраэдр



куб

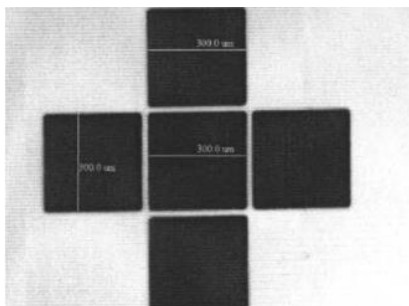
**Критерии оценивания:** за каждое правильно найденное соответствие добавляется 1/5 балла, неправильные варианты не оцениваются. Максимальный балл – 1.

Рассмотрим микрофотографии каркасных ДНК-структур, представленные в условии. Как можно видеть, они представляют собой плоские проекции некоторых многогранников, и по этим проекциям для каждого легко можно установить типы многоугольников, из которых они сложены. Теперь сравним полученные типы с характеристиками перечисленных в условии многогранников.

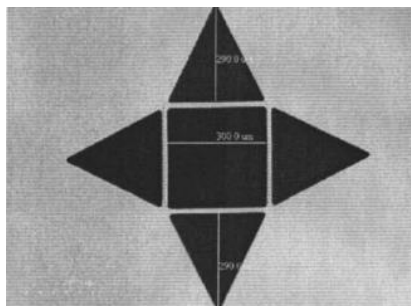
Из всех многогранников пятиугольные грани имеются только у пятиугольной призмы, а шестиугольные — у шестиугольной, соответственно. Пользуясь данным критерием, сопоставляем каркасным ДНК-структурам первые два многогранника. Из оставшихся трех каркасных ДНК-структур только у одной нет треугольных граней (одни квадратные), следовательно, этой структуре отвечает куб. В свою очередь, каркасной ДНК-структуре, образованной четырьмя треугольными гранями, отвечает тетраэдр. Тогда оставшейся каркасной ДНК-структуре, имеющей как треугольные, так и квадратные грани, соответствует последний из многогранников, треугольная призма.

## Математика. Решение задачи 23

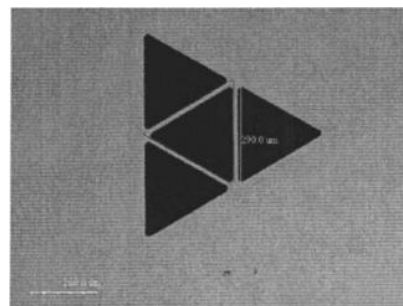
**Правильные ответы:**



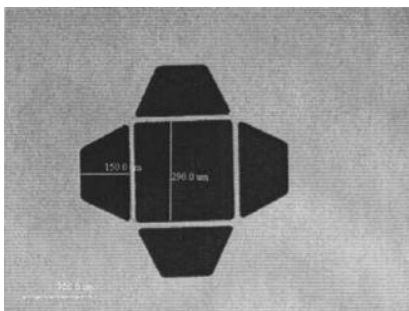
куб



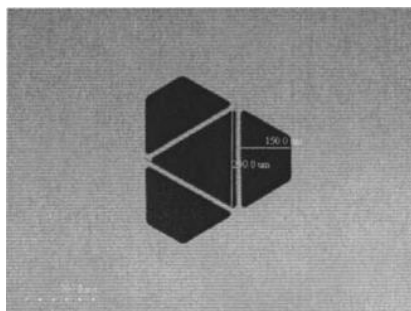
квадратная пирамида



треугольная пирамида



квадратная усеченная пирамида



треугольная усечённая пирамида

**Критерии оценивания:** за каждое правильно найденное соответствие добавляется 1/5 балла, неправильные варианты не оцениваются. Максимальный балл – 1.

Рассмотрим микрофотографии двумерных золотых заготовок и установим для каждой из них тип и число составляющих ее многоугольников, а затем сравним полученные типы с характеристиками итоговых полых многогранников.

Из всех заготовок только у одной нет треугольных граней либо граней-трапеций, лишь квадраты. Данная заготовка «складывается» в полый открытый куб. В свою очередь,



оставшиеся четыре заготовки можно разделить на попарно на группы двумя способами: по типу основания итогового полого многогранника (квадрат или треугольник, для полых квадратных и треугольных пирамид, соответственно) и по типу его боковых граней (заготовки с треугольными боковыми гранями «складываются» в пирамиды, а заготовки с боковыми гранями в виде трапеций формируют полые открытые усеченные пирамиды, соответственно).

## Математика. Решение задачи 24

**Правильный ответ:** 50.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

Составим пропорцию:

1 см<sup>3</sup> поглощает 40 мл воды,

один сухой кубик объемом 0,5<sup>3</sup> см<sup>3</sup> поглощает  $x$  мл воды.

Тогда:  $x = 40 \cdot 0,5^3 = 5$  мл, и для поглощения 250 мл понадобится  $250/5 = 50$  кубиков гидрогеля.

## Математика. Решение задачи 25

**Правильный ответ:** 22.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

Основываясь на условии, составим уравнение:

$$(x^3 + 3x^2 + 2x)/6 = 8x(x + 1)/2$$

Решая его, получаем

$$x^3 + 3x^2 + 2x = 24x(x + 1)$$

$$x^2 + 3x + 2 = 24x + 24$$

$$x^2 - 21x - 22 = 0$$

$$D = 21^2 + 4 \cdot 22 = 533$$

$$x = (21 + 23)/2 = 22.$$

## Математика. Решение задачи 26

**Правильные ответы:** правильной квадратной призмы, прямоугольника, прямоугольного параллелепипеда.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/3 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/2 балла. Максимальный балл – 1.

Разложим 2024 на множители:  $2024 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 23$ . Поскольку данное число нельзя представить ни как квадрат, ни как куб какого либо числа, то из 2024 атомов нельзя получить такие нанокластеры. В свою очередь, 2024 можно представить как произведение двух и трех разных чисел, следовательно, из 2024 атомов можно без остатка сложить прямоугольник и прямоугольный параллелепипед. Также 2024 можно представить как  $2^2 \cdot 506$ , то есть, из этих атомов можно также сложить правильную квадратную призму.

## Математика. Решение задачи 27

**Правильный ответ:** 9.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

Запишем уравнение, связывающее параметры всех трех фуллеренов:

$$20(4^2 + 4 \cdot 0 + 0^2) + 20(x^2 + x \cdot x + x^2) = 20((2x - 1)^2 + 1 \cdot (2x - 1) + 1^2)$$

$$16 + 3x^2 = 4x^2 - 4x - 1 + 2x - 1 + 1$$

$$x^2 - 2x - 15 = 0$$

$$D = 4 + 60 = 64$$

$$x = (7 \pm 8)/4$$

$$x = 5.$$

$$\text{Тогда } n = 2x - 1 = 9.$$

## Математика. Решение задачи 28

**Правильные ответы:** (4,22), (14,14), (22,4).

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/3 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/2 балла. Максимальный балл – 1.

Равный диаметр будут иметь только те УНТ, которые имеют одинаковое значение суммы  $n^2 + nm + m^2$ .

Рассчитаем ее для каждого из случаев:

$$(2,23) \quad n^2 + nm + m^2 = 579$$

$$(4,22) \quad n^2 + nm + m^2 = \underline{588}$$

$$(13,15) \quad n^2 + nm + m^2 = 589$$

$$(14,14) \quad n^2 + nm + m^2 = \underline{588}$$

$$(22,4) \quad n^2 + nm + m^2 = \underline{588}$$

## Математика. Решение задачи 29

**Правильный ответ:** 36.

**Критерии оценивания:** за правильный ответ – 1 балл.

Как можно видеть, многогранник **A**, развертка поверхности которого дана в условии, можно представить как набор из двух шестиугольников (**Б**) и шести равнобедренных трапеций (**В**), в вершинах которых расположены фрагменты шестиугольников, окрашенные зеленым цветом. На каждый из шестиугольников **Б** приходится по  $6 + 6/2 = 9$  углеродных шестиугольников (поскольку каждый из углеродных шестиугольников, лежащих на ребре **A**, принадлежит и **Б**, и **В** одновременно). В свою очередь, на каждую из трапеций **В** приходится по  $1 + 4/2 = 3$  углеродных шестиугольника, соответственно. Следовательно, общее число шестиугольников в полученном фуллерене составляет  $9 \cdot 2 + 3 \cdot 6 = 36$ .

## Математика. Решение задачи 30

**Правильные ответы:** правильные треугольники, квадраты, правильные шестиугольники, ромбы.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/4 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/2 балла. Максимальный балл – 1.

В правильном треугольнике угол равен  $60^\circ$ , таким образом, размещая эти фигуры на плоскости так, чтобы в каждом узле замощения сходилось по 6 таких фигур, мы закроем эту плоскость без зазоров ( $6 \cdot 60^\circ = 360^\circ$ ). Повторяя описанный подход, можно замостить всю плоскость.

Такой же вывод можно сделать для квадратов ( $90^\circ$ ), размещаемых в узлах по 4 ( $4 \cdot 90^\circ = 360^\circ$ ), и для правильных шестиугольников ( $120^\circ$ ), соединяемых в каждом узле по 3 ( $3 \cdot 120^\circ = 360^\circ$ ), соответственно.

В ромбах соседние углы (то есть, углы, прилежащие к одной и той же его стороне) дополняют друг друга до  $180^\circ$ . Следовательно, два ромба всегда можно сложить так, чтобы они образовали параллелограмм, длина которого в два раза превышает длину исходных ромбов. В свою очередь, складывая два таких параллелограмма, мы получаем новый ромб, в центре которого находится узел, в котором уже 4 исходных фигуры сходятся без зазоров ( $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$ ). Повторяя описанный подход, можно замостить всю плоскость.

В правильном пятиугольнике угол равен  $108^\circ$ , что ни в одной комбинации размещения нескольких фигур в одном узле не позволяет получить ровно  $360^\circ$ : три фигуры дадут зазор ( $360^\circ - 3 \cdot 108^\circ = 36^\circ$ ), а четыре – перекрытие ( $360^\circ - 4 \cdot 108^\circ = -72^\circ$ ).

В правильном семиугольнике угол равен  $128,6^\circ$ , что ни в одной комбинации размещения нескольких фигур в одном узле не позволяет получить ровно  $360^\circ$ : две фигуры дадут зазор ( $360^\circ - 2 \cdot 128,6^\circ = 102,8^\circ$ ), а три – перекрытие ( $360^\circ - 3 \cdot 128,6^\circ = -25,8^\circ$ ).

## Биология. Решение задачи 31. Жила-была девочка

**Правильные ответы:** термит, крокодил, данио рерио.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/3 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/9 балла. Максимальный балл – 1.

Термит – у него развитие без метаморфоза и маленькие термитики похожи на больших и с вылупления могут вносить свой трудовой вклад в дело коллектива. В отличие от насекомых с полным превращением, у которых личинки выглядят как червячки, находятся внутри гнезда и обслуживаются взрослыми особями. Судьба генеративной линии определена заранее, но в личиночной стадии они все похожи друг на друга, дружно едят целлюлозу и копошатся в термитнике.

Крокодил – у него переключается метаболизм после третьего наблюдения добычи, если она видна не всё время. Когда крокодильчики вылупляются из яйца, приходит мама и пастью переносит детей в воду. А пол крокодильчиков зависит от температуры, при которой инкубировалась кладка.

Данио рерио – Стрейзингер именно на них делал свои опыты с получением генно-модифицированных животных. Изменение пола, когда вокруг много представителей своего пола и мало противоположного, характерно для разных рыб, но остальные перечисленные в нашем рыбы так не делают.

## Биология. Решение задачи 32. Зачем могут быть нужны ушные раковины?

**Правильные ответы:** все, кроме одного – в ушных раковинах мы носим серьги, которые так оттягивают мочки, что те вытягиваются, что в свою очередь становится признаком богоизбранности и существенным образом повышает статус в социальной иерархии.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/5 балла, за каждый неправильный – вычитается 1 балл. Максимальный балл – 1.

Ушные раковины защищают слуховой проход от попадания посторонних объектов – у многих животных да.

Ушные раковины помогают точнее определить направление, откуда идет звук – у многих животных именно для этого они и нужны.

Ушные раковины охлаждают тело в жару – у слонов да.

В ушных раковинах мы носим серьги, которые так оттягивают мочки, что те вытягиваются, что в свою очередь становится признаком богоизбранности и существенным образом повышает статус в социальной иерархии – это точно не то назначение ушных раковин, которое выработалось в ходе эволюции, хотя многие народы это активно используют.

Ушные раковины помогают отгонять насекомых от лица – у многих копытных – конечно.

Ушные раковины содержат клапан, закрывающий слуховой проход при нырянии – у тюленей есть такой клапан – очень удобно, вода в уши не наливается.

### Биология. Решение задачи 33. Как пауки используют паутину?

**Правильные ответы:** строят ловчую сеть, пеленают в паутину детей, упаковывают в паутину подарки для жены, дышат с помощью паутины под водой, вешают паутину дома на стену вместо ковра, летают на паутине, едят паутину.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/7 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/3 балла. Максимальный балл – 1.

Пояснения:

строят ловчую сеть – очевидно;

пеленают в паутину детей – пауки создают коконы для яиц и молоди, которые могут носить, прикрепив к брюшку;

упаковывают в паутину подарки для жены – ну, не жены, а скорее дамы сердца, но паутина – это очень удобный материал, в который можно завернуть всё, что угодно. И он всегда под рукой;

дышат с помощью паутины под водой – паук-серебрянка окружает себя сеткой из паутины, которая при нырянии удерживает пузырьки воздуха вокруг паука. Через этот пузырек возможен газообмен между пауком и водой. Получается такая импровизированная жабра;

дышат с помощью паутины на суше – нет.

вешают паутину дома на стену вместо ковра – если паук живет в норке, он тщательно декорирует ее своей паутиной;

лечат паутиной свои раны – пауки сами не лечат свои раны паутиной, у пауков не очень развита хирургия, но Парацельс рекомендовал вкладывать паутину в раны как хорошее обеззараживающее и ранозаживляющее средство;

летают на паутине – молодые пауки расселяются таким образом, обычно осенью. Пассивно летят на небольшой паутинке;

пишут на паутине сообщения другим паукам – нет;

едят паутину – паутина – это белок, почему бы ее не есть. Это делают не все пауки, но бывает. Существуют даже специальные паразиты, которые питаются чужой паутиной.

### Биология. Решение задачи 34. Найди ошибки

**Правильные ответы:** 2, 4, 5.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/3 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/2 балла. Максимальный балл – 1.

2 – силуэт млекопитающего (кашалота), кровеносная система рыбы;

4 – силуэт птицы (курицы), кровеносная система млекопитающего (у птиц ядерные эритроциты);

5 – силуэт амфибии (червяги), кровеносная система рептилии.

## Биология. Решение задачи 35. Найди пару

### Правильные ответы:

сумчатые грибы, сморчок – сумка  
радула у улитки – терка  
ухо – молоточек и наковальня  
бабочка семейства парусники – парусник  
зеркальце на крыле утки – зеркальце  
радужная оболочка глаза – радуга  
стрекоза большое коромысло – коромысло  
шляпка гриба – шляпка

**Критерии оценивания:** за каждое правильно найденное соответствие добавляется 1/8 балла, неправильные варианты не оцениваются. Максимальный балл – 1.

На фотографии показан гриб сморчок, который относится к отделу сумчатые грибы, поэтому правильная пара – это сморчок – сумка.

У улитки радула имеет форму терки, поэтому правильная пара – это радула у улитки – терка.

В ухе имеются органы, которые называются молоточек и наковальня, поэтому правильная пара – это ухо – молоточек и наковальня.

На фото бабочка семейства Парусники (махаон), поэтому правильная пара – это бабочка – парусник.

Участок на крыле утки называется зеркальце, поэтому правильная пара – это зеркальце на крыле утки – зеркальце.

Окрашенная оболочка глаза называется радужкой, поэтому правильная пара – радужная оболочка глаза – радуга.

На фотографии показана стрекоза под названием «Большое коромысло», поэтому правильная пара – это стрекоза – коромысло.

У гриба есть шляпка, поэтому правильная пара – это гриб – шляпка.

## Биология. Решение задачи 36. Орех

**Правильные ответы:** гречиха, камыш, лещина.

**Критерии оценивания:** за каждый правильный вариант ответа добавляется 1/3 балла, за каждый неправильный – вычитается 1/4 балла. Максимальный балл – 1.

В ботанике плод классифицируется как орех, если представляет из себя сухой невскрывающийся синкарпный нижний плод с деревянистым околоплодником, содержащий одно (иногда два) свободно лежащих семени, и, как правило, окружённый оберткой. Орех отличается от боба (арахис) или ягоды (брусника, кофе), имеющих другое строение и происхождение, а также от голосеменных (в тесте приведен кедровый орех), которые согласно принятой классификации вообще не имеют плодов.

К орехам относятся также мелкие плоды некоторых представителей семейства Осоковые (в нашем случае камыш) и Гречишные (гречиха), которые также называют Орешки. В ответе не проводится различия между орехом и орешком.

## Биология. Решение задачи 37. Правильное сопоставление

**Правильные ответы:**

Ветрогенератор – сова

Гидрофобное не запотевающее стекло – лотос

Компрессионный костюм – жираф

Кевларовая броня – паук

Форма солнечной батареи – подсолнух

Форма тела самолета – дельфин

Покрытие на судах, одежда пловцов – акула

Черный ящик – дятел

**Критерии оценивания:** за каждое правильно найденное соответствие добавляется 1/8 балла, неправильные варианты не оцениваются. Максимальный балл – 1.

Ветрогенератор – сова: структура совиного крыла снижает шум, делая поток воздуха более гладким. Маховые перья сов покрыты пухом, который напоминает верхушки деревьев в лесу, если смотреть на них сверху. Кроме того, совиные крылья имеют гибкий гребень из расположенных через равные промежутки щетинки на своей передней кромке и эластичную бахрому на задней кромке. Ученые создали аналогичный по структуре пластиковый материал. Обтянув им сегмент лопасти настоящего ветряка и проведя тесты в аэродинамической трубе, они убедились, что громкость работы лопасти снижается на 10 Дб.

Гидрофобное незапотевающее стекло – лотос: несмачиваемость — «эффект лотоса» — достигается благодаря шероховатой поверхности листа.

Компрессионный костюм – жираф: назначение компрессионной одежды — это помогать венам «прокачивать» кровь и избегать застаивания крови. У жирафа есть свои приспособления, позволяющие венам конечностей поднимать кровь на большую высоту: длинные конечности жирафа покрывает плотно прилегающая толстая кожа, мощные мышцы

выталкивают кровь наверх, а в кровеносных сосудах есть клапаны, не допускающие переполнения сосудов кровью.

Кевларовая броня – паук: плетение кевлара схоже по структуре с плетением паутины.

Форма солнечной батареи – подсолнух: биоимитирующий умный материал, который, как и подсолнухи, следует за солнцем. Благодаря этому следящие солнечные панели могут давать на 30% больше энергии, чем статические.

Форма тела самолета – дельфин: обтекаемая форма, напоминающая тело дельфина, помогает самолетам снижать сопротивление воздуха.

Покрытие на судах, одежда пловцов – акула: специальная структура ткани/покрытия, имитирует акулюю кожу, снижая трение о воду.

Черный ящик – дятел: черный ящик снабжён особой защитой, позволяющей ему уцелеть даже во время серьёзных катастроф. В черепе дятла присутствует несколько «приспособлений», смягчающие резкие и частые долбящие удары клювом о дерево: гиоид (небольшая пружинистая кость, поддерживающая язык и располагающаяся в глотке, заходящая в носоглотку и «оборачивающая» череп), особенные мышцы, поддерживающие голову, а также цереброспинальная мозговая жидкость, выступающая в качестве дополнительного амортизатора.

## Биология. Решение задачи 38. Про акулу

**Правильный ответ:** акула старается не высовываться из воды потому, что боится солнечных ожогов

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Пояснения:

Акула старается не высовываться из воды потому, что боится солнечных ожогов – да, кожа акул на солнце может получить ожоги.

В приповерхностном слое воды слишком мало кислорода для дыхания акулы – кислород в приповерхностном слое есть, но даже если бы его и не было, акула может несколько часов активно существовать на внутренних запасах кислорода

Акула не хочет спугнуть добычу – акула обычно охотится на рыбу, которую плавником на воздухе не испугать.

У акулы нет плавательного пузыря, и выставленный на воздух плавник нарушает баланс плавучести – плавательного пузыря нет, но есть другие способы обеспечивать почти нулевую плавучесть.

Волны сбивают акулу с курса – волны не сбивают акул с курса, но если акула маленькая, то ее может смыть течением на любой глубине.



## Биология. Решение задачи 39. Про Петра Георгиевича и паутину

**Правильный ответ:** 205 кг.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Если мы считаем, что завхоз спал и не дергался, то его масса должна быть достаточна, чтобы порвать паутину. Прочность паутины нам дана. Паутинная железа довольно широкая в начале, и заканчивается узкой трубочкой, из которой выходит сформированная нить. Трубочка круглая в сечении, как и большинство протоков большинства других желез. Поэтому если в диаметре подвесная нить была 1 мм, то ее площадь 0, 785 мм.кв. То есть, ее предельная прочность 204,1 кг. Достаточно 205 кг, чтобы кокон упал.

## Биология. Решение задачи 40. Энергетическая выгода от коровы

**Правильный ответ:** 0,31.

**Критерии оценивания:** за правильный вариант ответа – 1 балл, неправильные не оцениваются.

Рассчитаем калорийность мяса:  $10 \cdot 190 \cdot 400 \cdot 4,2 = 3\,192\,000$  кДж.

Калорийность молока:  $(4000/0,97) \cdot 10 \cdot 252 = 10\,392\,000$  кДж/кг.

Округленное искомое отношение составляет: 0,31.