



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
Решение задачи 1. Осенние березы**

1. Наиболее важные факторы окружающей среды, которые влияют на сроки вегетационного периода у растений, – это температура окружающей среды и грунта, полив, освещенность. Береза с зелеными листьями очевидно растет в более комфортной для вегетации зоне по сравнению с другими. Это может быть связано с тем, что:
 - а) она лучше укрыта от ветра из-за стоящих рядом зданий
 - б) фонарь увеличивает продолжительность светового дня
 - в) температура грунта вокруг дерева выше, из-за проходящей около теплотрассы.
2. Возможно несколько вариантов, главное – обосновать. Разные по цвету сорта моркови содержат разное количество пигментов, каротиноидов и антоцианов. В желтых листьях, после разрушения хлорофилла становятся видны каротиноиды.
3. Интенсивность дыхания зависит от количества митохондрий в тканях. Интенсивность дыхания увеличивается в ряду: Береза без листьев ← Береза с желтыми листьями ← Береза с зелеными листьями.



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
Решение задачи 2. Дружелюбный сосед Человек-паук**

ДНК паука могло встроиться в структуру ДНК человека. Если бы паучья слюна была богата вирусами, она бы изменила РНК человека (пример – короновирусные белки), либо его ДНК (пример – вирус герпеса).

К способностям, приобретенным благодаря наноприспособлениям, можно отнести карабканье по стенам. Например, на его пальцах могли отрасти нанотрубочки, как у геккона. Увеличение памяти могло произойти, например, благодаря увеличению количества нейронов и глиальных клеток и/или увеличению количества синаптических контактов между нейронами. Можно предположить, что увеличение количества зеркальных нейронов увеличит у человека скорость имитации наблюдаемого действия. Увеличение количества нейронов приведет к увеличению скорости обработки информации.



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
 для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
 Решение задачи 3. Правильный выбор**

В первой таблице правильные ответы А и Д, магнолия и бузина, потому что жуки для опыления выбирают цветы с выразительным запахом, так как у них лучше развито обоняние, чем зрение.

Во второй таблице правильные ответы Ж и И: канареек использовали в шахте, чтобы определить наличие токсичных для человека газов, метана, угарного и углекислого газов, а в ряде глюкометров (прибор для измерения уровня глюкозы в крови) используется фермент глюкозооксидаза, который расщепляет глюкозу, присутствующую в крови, и электроны образующиеся в процессе этой редокс-реакции детектируются электродом.

По **2 балла** за каждый правильный выбор.



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
 для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
 Решение задачи 4. Кубик золота**

1. Масса кубика равна $m = \rho V = 19,3 \text{ г/см}^3 \cdot (2 \cdot 10^{-7} \text{ см})^3 = 1,544 \cdot 10^{-19} \text{ г}$.

Количество золота равно $\nu = m/M = 1,544 \cdot 10^{-19} \text{ г} / (196,97 \text{ г/моль}) = 7,839 \cdot 10^{-22} \text{ моль}$.

Число атомов золота равно $N = \nu \cdot N_A = 7,839 \cdot 10^{-22} \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 472 \text{ атома}$.

2. Радиус равен 0,144 нм.



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
 для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
 Решение задачи 5. Мыльные пузыри**

1. Рассчитаем объем мыльного раствора, идущий на формирование одного пузыря, обозначив его диаметр как **D**, а толщину стенки как **d**:

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D^3}{8} - \left(\frac{D}{2} - d \right)^3 \right) = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{3,75^3}{8} - \left(\frac{3,75}{2} - 30 \cdot 10^{-7} \right)^3 \right) \approx 1,32536 \cdot 10^{-4} \text{ мл}$$

Тогда из 1 мл мыльного раствора можно получить

$$N = 1/V_1 = 1/1,32536 \cdot 10^{-4} = 7545 \text{ мыльных пузырей}$$

2. Объем воздуха, заключенного внутри одного пузыря:

$$V_2 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2} - d \right)^3 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{3,75}{2} - 30 \cdot 10^{-7} \right)^3 \approx 27,61 \text{ мл}$$

Тогда общий объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = V_2 \cdot N = 27,61 \cdot 7545 = 208317,45 \text{ мл} = 208,3 \text{ литра}$$



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
Решение задачи 6. Адсорбент**

Чтобы найти, как измениться масса поглощенного токсина, для начала рассчитаем, как увеличится площадь поверхности адсорбента при дроблении.

Площадь поверхности исходного кубика составляет

$$6\left(\sqrt[3]{27 \cdot 10^{-6}}\right)^2 = 6 \cdot 3^2 \cdot 10^{-4} = 5,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Площадь поверхности маленького кубика равна

$$6 \cdot (15 \cdot 10^{-9})^2 = 1,35 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2.$$

Всего маленьких кубиков будет

$$\frac{27 \cdot 10^{-6}}{(15 \cdot 10^{-9})^3} = 8 \cdot 10^{18}.$$

Тогда общая площадь маленьких кубиков равна

$$8 \cdot 10^{18} \cdot 1,35 \cdot 10^{-15} = 10800 \text{ м}^2.$$

Значит, масса поглощенного токсина составит:

$$75 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{10800}{5,4 \cdot 10^{-3}} = 150 \text{ г.}$$



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
Решение задачи 7. Фуллереновая матрешка**

Запишем уравнение, связывающее параметры всех трех фуллеренов:

$$4(x^2 + x + 1^2) - 24 + 4((x + 2)^2 + 2(x + 2) + 2^2) - 24 = 4((2x - 1)^2 + 2(2x - 1) + 2^2) - 24$$

$$x^2 + x + 1 - 6 + x^2 + 4x + 4 + 2x + 4 + 4 - 6 = 4x^2 - 4x + 1 + 4x - 2 + 4 - 6$$

$$2x^2 - 7x - 4 = 0$$

$$D = 49 + 32 = 81$$

$$x = (7 \pm 9)/4$$

$$x = 4.$$

$$\text{Тогда } n = 2x - 1 = 7.$$



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
 для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
 Решение задачи 8. Загадки про кристалл**

1. решетка.
2. кластер.
3. дальний.
4. агломератом.



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
 для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
 Решение задачи 9. Пористый материал**

1. Из картинки видно, что средний диаметр поры – около половины от единицы масштаба, т.е. 50 нм.
2. Площадь прямоугольника – примерно $800 \cdot 550 = 440\,000 \text{ нм}^2$. Он содержит примерно 45 пор общей площадью $45 \cdot \pi \cdot (50/2)^2 = 88\,000 \text{ нм}^2$. Доля площади, занятой порами:

$$88\,000 / 440\,000 = 0,2 = 20\%.$$

Примерно такой же результат получается, если заметить, что каждая пора находится в центре шестиугольника ребром около 60 нм.

$$S_{\text{поры}} / S_{\text{шестиуг}} = \pi \cdot (50/2)^2 / (3^{3/2} / 2 \cdot 60^2) = 0,21 = 21\%.$$



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
 для школьников 5 – 9 классов (отборочный этап)
 Решение задачи 10. Группы крови у кошек**

Если вы посмотрите чуть внимательнее на генотипы отца и матери и/или нарисуете решетку Пеннета то, наверняка заметите, что вопрос слабо связан с особенностями групп крови у кошек, а ответ 50 (%).

*	*	*
*	*/*	*/b
*	*/*	*/b