

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 1. Карик и Валя. Возможно ли это?**

1. Подобное уменьшение невозможно.

1.1. При равномерном уменьшении всех клеток получается, что размер новых маленьких клеток будет сопоставим с толщиной плазматической мембраны, то есть в “новых” клетках не будет места для внутриклеточных структур. Расчет для примера: рост Карика, например, 120 см. Он стал ростом 3 мм, т.е. в 400 раз меньше. Для примера возьмем эритроциты. Их размер в диаметре 8 мкм, в толщину в самом широком месте – 2 мкм. После уменьшения диаметр эритроцита будет 20 нм, а толщина – 5 нм. При этом известно, что толщина плазматической мембраны составляет 10 нм.

1.2. Даже незначительное уменьшение числа клеток, в первую очередь, в головном мозге, приведет к существенным нарушениям в межклеточных взаимодействиях, изменению морфологии нейрональных сетей и, в конечном итоге, общему упрощению мозговой деятельности и полному изменению человеческой личности.

2. Одно из самых маленьких многоклеточных животных – это оса Мегафрагма, размер которой составляет менее 200 мкм. Такой маленький размер животного достигается, в первую очередь, уменьшением размеров ее нейронов. В свою очередь, нейроны обладают маленькими размерами за счет того, что они “теряют” ядра на стадии перехода из личинки в имаго. При этом нейроны взрослой осы используют запасы белков, синтезированные на стадии личинки.

Другой пример — коловратка *Ascomorpha minima*, достигающая размера 40-50 мкм. В данном случае маленькие размеры тела достигаются за счет маленького количества клеток.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 2. Бактерии на страже окружающей среды

1. Железобактерии, окисляющие железо Fe(II).
2. Это источник энергии для фиксации CO₂.
Цвет водоема обеспечен оксидом железа (III) Fe₂O₃.
3. Принимается любой обоснованный ответ. Пример:
 - (1) Свинец – один из самых опасных тяжелых металлов.
 - (2) В биореакторе для очистки сточных вод.
 - (3) Считается, что растворимые соединения тяжелых металлов гораздо опаснее нерастворимых, так как могут легко попадать в организм человека и других животных с водой. Допустим, мы разработали новый штамм устойчивых сульфатредуцирующих бактерий, наиболее эффективно взаимодействующий с растворимым двухвалентным ионом свинца Pb⁺². В результате жизнедеятельности сульфатредукторов в анаэробных условиях образуется сероводород H₂S, способный вступить в реакцию со свинцом с образованием нерастворимого сульфида свинца: $H_2S + Pb^{+2} = PbS \downarrow + 2H^+$. Таким образом, вода будет очищена от ионов свинца, а осадок можно будет использовать в качестве источника свинца в производстве. Таким методом можно осаждавать и другие тяжелые металлы в виде двухвалентных ионов, например, Zn, Cu, Ni, Co и др. Недостатком метода может являться закисление воды и избыточное образование сероводорода, поэтому очистку предлагается проводить в биореакторе, а не в естественном водоеме.
 - (4) Свинец выбрасывается в окружающую среду во время добычи свинца, переплавки, при машиностроении, использовании этилированного бензина (запрещенного с недавнего времени) и др. способами.
 - (5) Свинец и все его соединения токсичны. Свинец может накапливаться в костях, вызывая их постепенное разрушение, концентрироваться в печени и почках, обладает нейротоксическим и гемолитическим действием.

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 3. Планета Kepler-22b**

1. Вопрос творческий и не предполагает однозначного ответа. Один из примеров, роботы зооморфны, потому что природа за годы эволюции создала идеальные по форме и структуре тела, которые служат примером инженерам. Скорей всего, за пример для создания Р-256 был взят полярный медведь.
2. Шкура скорей всего будет белой, для маскировки, размер ушей небольшой и структура волоса полая внутри, для лучшего сохранения тепла. Лапы с кучей пупырышков, как наждак, чтобы не скользить по льду.
3. Р-256 в полярном варианте будет потреблять больше энергии, так как для нормальной работы наноструктур внутри него нужно будет поддерживать температуру близкую к комнатной, а это в холодном климате требует дополнительной энергии. В клетках «энергетическими станциями» являются митохондрии.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 4. Царевна-лягушка

1. В отличие от кожи человека – кожа лягушки проницаема для воды, через нее в значительной мере осуществляется газообмен. Она тоньше, чем человеческая кожа, покрыта слизью, которую вырабатывают многочисленные слизистые железы.
2. Так как гентамицин растворим в воде, то днем, когда царевна в виде лягушки, для введения антибиотика – можно просто окунуть царевну в раствор гентамицина. Для введения гентамицина Василисе Премудрой нужны специальные вещества, которые позволят проникнуть гентамицину через кожу. В случае с гентамицином - это матрицы, образованные сложными полиэфирами.
3. Трансдермальный перенос обладает следующими преимуществами: более быстрое усвоение и действие препарата, а также то, что он не проходит через ЖКТ, неинвазивность (не требуется уколы), удобство и простота применения, можно обеспечить поддержание постоянной концентрации лекарства в крови, снижение дозы препарата.
4. Молекулярный вес этих веществ не должен быть больше 1000 Дальтон, они должны обладать свойствами амфифильности, иметь низкую температуру плавления, обладать высокой эффективностью и коротким периодом полураспада.

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 5. «Золотое руно»**

1. Если в реке содержится высокое содержание золота, то, вероятно, что его много и в почве по ее берегам. Многие растения способны накапливать в своих клетках металлы, которые они извлекают из почвы. При этом в клетках растений эти металлы находятся в форме коллоидных наночастиц. Вероятно, что травоядные животные с травой могут получать эти наночастицы золота, которые включаются в структуру волоса.
2. Цвет будет зависеть от размера наночастиц золота, так, например, при размерах наночастиц в 10 нм он будет красного цвета.
3. При облучении ИК-лазером, в инфракрасном диапазоне биологические ткани оптически прозрачны, наночастицы золота способны нагреваться и нагревать соответственно те клетки, в которые они попали благодаря антителам, что приводит к их гибели. Оптические свойства золотых наночастиц связаны с их плазмонным резонансом.

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 6. Инкрустированный золотом**

1. Золотые наночастицы использовали из-за того, что они обладают плазмонным резонансом.
2. Наиболее подходящим является цитохром С, из-за того, что он способен к одноэлектронному переносу, растворим в воде и небольшого размера. Использовали окисленный цитохром С, потому что он может принимать электрон от АФК и превращаться в восстановленный цитохром.
3. Это метод гигантского комбинационного рассеяния, из-за того что наночастицы золота обладают плазмонным резонансом – мы можем регистрировать спектры ГРП от окисленного и восстановленного цитохрома С, которые отличаются.
4. Это супероксид-анион радикал, продукт одноэлектронного восстановления молекулярного кислорода. Он считается ключевой АФК и чаще всего образуется в клетках животных.
5.
 - а. АФК образуются в результате естественного метаболизма клеток фагоцитарного звена иммунной системы.
 - б. АФК являются побочным продуктом митохондриального дыхания.
 - в. Регуляция синтеза медиаторов липидной природы: простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов.
 - г. Окислительное разрушение ксенобиотиков, деструкция собственных поврежденных или аномальных клеток.
 - д. В качестве сигнальных молекул для регуляция роста, пролиферации и дифференцировки клеток.
 - е. Участие в обновлении и модификации клеточных мембран.
 - ж. Регуляция апоптоза.
 - з. Побочный продукт при окислении гемового железа и образовании метгемоглобина.

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 7. Генномодифицированные мыши**

1. 100%, т.е. все потомство будет больным.
2. Печень. Так как Cre-рекомбиназа была помещена под промотор альбумина, который вырабатывается в печени, то Cre-рекомбиназа тоже вырабатывалась только в печени и вырезала рецептор к инсулину по LoxP сайтам. Это приводило, в том числе, к вырезанию стоп-кодона, препятствующего транскрипции GFP. Таким образом, в печени этих мышей отсутствовал рецептор к инсулину и при этом вырабатывался GFP, что вызывало свечение. Похожую идею воплотили в жизнь исследователи из США в 2000 году: [M. Dodson et al., Molecular Cell 6, 87-97 \(2000\)](#)
3. У животных была инсулин-резистентность клеток печени, что приводило к сахарному диабету.
4. Как минимум 2, например, Crispr-Cas, Zn-палец, TALENs (Transcription Activator-like Effector Nucleases) и др.

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 8. Наночастицы в тераностике**

1. Инфракрасное излучение (800 нм) проникнет до подкожного жира (а), а ультрафиолет (360 нм) – до эпидермиса (б).
2. Как минимум 2. Например, рентген, МРТ, КТ, УЗИ.
3. Коллаген.
4. Как минимум 2. Например, сосудистую сеть, развитие опухолей, развитие в эмбриогенезе, детальную структуру тканей, в том числе нейронные сети в мозге, диффузионные процессы (и многие другие адекватные ответы).
5. а, г. Потому что гемоглобин и меланин хорошо поглощают свет в видимом диапазоне.
6.
 - (i) Моноциты будут в наибольшем количестве эндоцитировать золотые наночастицы (ЗНЧ), что позволит их контрастировать.
 - (ii) ЗНЧ, функционализированные антителами к белку CD4, будут связываться с клетками, у которых есть CD4, т.е. с Т-лимфоцитами.
 - (iii) ЗНЧ, функционализированные антителами к CD31, будут связываться преимущественно с клетками эндотелия.
7.
 - (а) На НЧ должно быть какое-нибудь антитело к специфичному для меланомы белку, например, к TA90, S100, CD44 (на сегодняшний день они наиболее часто используются во многих клиниках для медицинской диагностики) и др. онкомаркерам.
 - (б) В одном месте НЧ можно концентрировать, например, магнитом, для чего в структуру НЧ можно включить магнетит.
 - (в) Элиминировать клетки меланомы с НЧ можно, например, гипертермией. Для этого либо используют переменное магнитное поле, если в составе НЧ есть магнетит, либо электромагнитное излучение, например, для золотых НЧ (либо и то, и то вместе).

Возможны другие обоснованные ответы.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 9. Вирусы

Правильные ответы помечены +. Ниже курсивом приведено краткое обоснование выбора.

1. Выберите правильные утверждения:
 - а. Вирусные частицы (вирионы) содержат в своем составе ДНК +**
 - б. Вирионы содержат в своем составе РНК +**
 - в. Вирионы содержат в своем составе ДНК или РНК +**
 - г. Вирионы содержат в своем составе ДНК и/или РНК +**
 - д. Вирионы содержат в своем составе Белковую оболочку +**
 - е. Вирионы могут содержать в своем составе липидную оболочку +**
2. Согласны ли Вы с утверждением, что существуют вирусы, не содержащие белковой и липидной оболочки?
 - а. Да +**
 - б. Нет

Согласно существующей классификации в домен Вирусы, входит группа инфекционных нуклеиновых кислот – вириодов, таким образом можно считать данное утверждение справедливым

3. Согласны ли Вы с утверждением, что вирусы являются паразитами?
 - а. Да +**
 - б. Нет

Вирусы являются паразитами, так как не способны размножаться вне клетки и используют для своего размножения все ресурсы клетки-хозяина.

4. Вирусы поражают:
 - а. Все типы организмов +**
 - б. Только эукариотов
 - в. Все, кроме архей и протист
 - г. Все, кроме архей
5. Согласны ли Вы с утверждением, что Прионы относятся к вирусам?
 - а. Да
 - б. Нет +**

Прионы — это инфекционные белковые молекулы, не содержащие нуклеиновых кислот, поэтому их нельзя отнести к вирусам.

6. Могут ли вирусы поражать другие вирусы?
 - а. Не могут
 - б. Да, существуют вирофаги (вирусов, размножающихся только за счет вируса-хозяина) +**
 - в. Только как спутники других вирусов (вирусы-сателлиты) +**

В качестве правильного ответа засчитываются б и/или в.

В настоящее время доказано существование вирусов-сателлитов, способных размножаться только в присутствии других вирусов. Существование вирофагов пока находится под вопросом, хотя в последнее время в научной литературе описано несколько вирофагов.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 10. «Король вступил под своды Храма Истины»

1. Вероятнее всего, речь идет о голом землекопе (*Heterocephalus glaber*).
2. Средняя продолжительность жизни голого землекопа около 25-30 лет, существуют данные, что средняя продолжительность жизни линейно зависит от размеров животного. Так грызуны такого же размера, как голый землекоп, в среднем живут от 2 до 4 лет. Такая же продолжительность жизни должна была быть и у землекопа, но он живет в среднем в 7 раз дольше.
3. С одной стороны, то, что этот зверь живет под землей и вдали от солнечных лучей, дает ему преимущество перед населяющими землю животными, потому что он практически не сталкивается с хищниками и таким образом в этом утверждении есть доля правды. Кроме того, было показано, что фибробласты этого зверя оказались более чувствительны к действию УФ облучения, чем фибробласты мышей. С другой стороны, есть много грызунов ведущих подобный же образ жизни, но их продолжительность жизни не выше, чем у наземных грызунов, так что это вряд ли его впечатляющая продолжительность жизни зависит только от того, что он не видит солнца.
4. В крови землекопа АФК будет больше, чем в крови серой крысы.
5. Согласно свободно-радикальной теории старения – чем ниже интенсивность процессов ведущих к образования АФК, тем выше продолжительность жизни. 1 балл. Однако, голый землекоп, является исключением из правил. В его организме уровень АФК даже выше, чем у его ближайших сородичей, а активность антиоксидантной системы ниже.
6. В настоящее время нет единого мнения, чем гарантирована такая продолжительность жизни. Однако было выяснено, что сигнальный путь KEAP1-NRF2-ARE работает у голого землекопа иначе, чем у других млекопитающих. У него наблюдается постоянная активность сигнального пути Nrf2, пересекающегося с системами p53 и NF-κB, которая регулируется Keap1 и βTrCP, их уровень снижен у голого землекопа. Кроме того, землекоп единственный из млекопитающих является хладнокровным, у него повышена стабильность белков, в бета-актине нет окисляемых аминокислотных остатков.
7. В настоящее время ученым известен целый ряд животных с впечатляющей продолжительностью жизни, это двустворчатый моллюск *Arctica islandica*, морской ёж *Strongylocentrotus franciscanus*, алеутский морской окунь *Sebastes aleutianus*, и многие другие. Но надо учитывать, что многие из этих животных-долгожителей сильно отличаются от человека, так что особенности их биохимии вряд ли помогут геронтологам. Поэтому наиболее интересны млекопитающие, такие как: азиатский слон, *Elephas maximus*, гренландский кит *Balaena mysticetus*, косатка *Orcinus orca*, ночница Брандта *Myotis brandtii*, слепыш *Spalax judaei* и дамарский землекоп *Fukomys damarensis*. Эти животные живут намного дольше, чем их ближайшие родственники.