

NANO > XII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

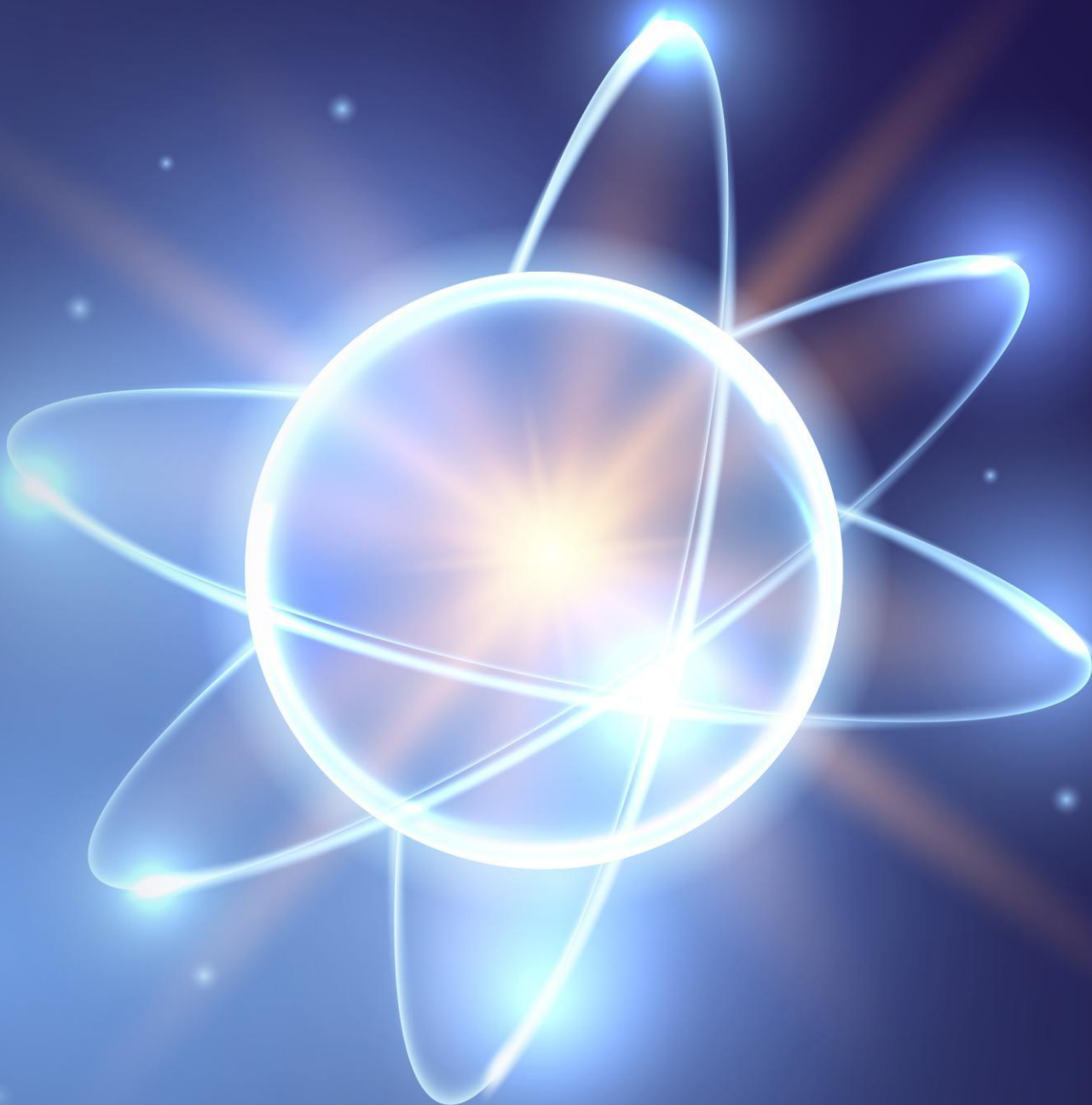


МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА



РОСНАНО

КОД: ИИИИИИИИИИИИ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ



**СБОРНИК
ЗАДАНИЙ**

Профессор Гемоглобинов изобрел наноробота для диагностики системы кровообращения. Этот наноробот прикреплялся к одному из ретикулоцитов в крови и активировался в тот момент, когда ретикулоцит превращался в эритроцит. Начиная с этой стадии, наноробот передавал информацию о линейной скорости кровотока, диаметре сосуда, который он в данный момент проходит, и о количестве кислорода в эритроците. Так наноробот проходил общую сонную артерию диаметром 7 мм со скоростью 13 см/с.

1. Какой объем крови проходит через эту артерию в мл, если объемная скорость кровотока равна произведению линейной скорости кровотока на площадь поперечного сечения сосуда? **(1 балл)**

Наноробот передал информацию, о том, что прошел один из участков кровеносной системы с линейной скоростью 45 см/с, а второй — со скоростью 15 см/секунду.

2. Что вы можете сказать о сосудах, которые он проходил? **(1 балл)**
3. Где в итоге будет наноробот утилизирован? Через сколько примерно дней после его активации это произойдет? **(1 балл)**
4. Учитывая тот факт, что полный круг кровообращения занимает 24 секунды и вы знаете среднюю продолжительность жизни эритроцита, сколько раз наноробот передаст сигнал из общей сонной артерии? Сколько раз из наружной сонной артерии? **(1 балл)**

Всего – 4 балла

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 1. Нанороботы в системе кровообращения

1. Объемная скорость кровотока = $13 \text{ см/с} \cdot 0.35 \text{ см} \cdot 0.35 \text{ см} \cdot 3.14 = 5 \text{ мл/с}$.
2. Чем выше линейная скорость кровотока, тем больше диаметр сосудов, по которым проходит наноробот.
3. Наноробот будет утилизирован в печени или селезенке – макрофагами.
4. Средняя продолжительность жизни эритроцита – 120 дней. Сонную артерию наноробот проходит за один круг кровообращения длительностью в 24 секунды.

$$60 \cdot 60 \cdot 24 / 24 = 3600 \text{ раз в сутки или } 3600 \cdot 120 = 432000 \text{ в течение всей жизни.}$$

Так как она раздваивается, то за время жизни эритроцита наноробот пройдет наружную сонную артерию 216000 раз.

Природа начала создавать наномашинны задолго до того, как это начал делать человек. Так, митохондрия – это готовая фабрика по созданию высокоэнергетического топлива – молекулы АТФ. Считается, что митохондрия – это результат эндосимбиоза, при котором одна прокариотическая клетка проникла в другую и обе получили от этого неоспоримые преимущества.

1. Какие признаки указывают на бактериальное происхождение митохондрий? **(1 балл)**
Приведите другой пример эндосимбиоза, приведший в итоге к образованию органеллы в растительной клетке. **(1 балл)** Какая еще форма взаимоотношений по вашему мнению могла привести к возникновению митохондрий? **(1 балл)**

В митохондриях используется белковый наноротор для синтеза АТФ.

2. Предложите обоснованные примеры использования этого ротора в будущем и какие особенности их конструкции ограничивают условия их применения? **(2 балла)**

Всего – 5 баллов

1. На бактериальное происхождение митохондрий указывает наличие собственной ДНК, бинарное размножение, собственные рибосомы, а также собственная двойная мембрана.

Другой пример эндосимбиоза – это хлоропласты в растительных клетках.

Кроме эндосимбиоза к возникновению митохондрий могло привести то, что бактерия, которая в будущем стала митохондрией, первоначально была бактериальным паразитом.

2. На поверхности лежит его использование для биомедицинских целей – в качестве мотора в более сложных наноразмерных системах для доставки лекарств или диагностических чипов. Также изучение его строения поможет создавать более эффективные моторы в будущей наноробототехнике. Существенным недостатком является их слабая управляемость и то, что они способны работать только в водных растворах.

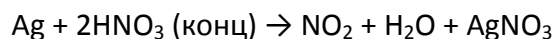
Гермиона решила вступить в клуб Зельеварения. Руководила клубом новая учительница, которая особо увлекалась таким разделом науки маглов, как нанобиотехнологии.

На первом же занятии учительница сняла с руки кольцо и кинула его в раствор 50% азотной кислоты. стакан она поместила под тягу, а из стакана с раствором пошел дым, который учительница назвала «лисьим хвостом». А когда жидкость остыла, на дне образовались белые кристаллы. стакан учительница отдала Гермионе и попросила ее отфильтровать его содержимое. После этого она заварила чай из листьев герани, в приготовленный экстракт высыпала отфильтрованные Гермионой кристаллы и поставила это все на мешалку. По уверению учительницы в конце процедуры цвет экстракта должен измениться и в нем должны зародиться таинственные наночастицы. С помощью этих частиц маглы усиливают сигнал падающего света от молекул при условии, что наночастицы находятся рядом с молекулами.

1. Из какого металла должно было быть сделано кольцо? **(1 балл)**
Что из себя представляет дым, названный учительницей «лисьим хвостом»?
Напишите схему реакции. **(1 балл)**
2. Как вы думаете, зачем нужен экстракт из листьев герани и как называется химический процесс, в ходе которого получают наночастицы? **(1 балл)** Почему должен измениться цвет экстракта? **(1 балл)**
3. Как называется метод маглов? **(1 балл)**
Какими преимуществами обладает такой метод получения наночастиц по сравнению с другими? **(2 балла)**

Всего – 7 баллов

1. Это кольцо должно быть сделано из серебра. «Лисий хвост» – это жаргонное название оксида азота (IV).



2. В фитоэкстрактах герани образуются вещества которые являются восстановителями. В результате реакции фитоэкстрактов с нитратом серебра образуются коллоидные растворы наночастиц серебра (гидрозоли наночастиц серебра).

При образовании наночастиц серебра цвет раствора меняется, так как наночастицы серебра обладают оптическими свойствами, обусловленными поверхностным плазмонным резонансом – они становятся красновато-бурыми.

3. Метод маглов называется спектроскопией гигантского комбинационного рассеяния.

Считается, что методы зеленой химии более экологичны и дешевы.

Ясон и Геракл решили стать биологами. Ясон был первым, кто изобрел машину времени и совершил путешествие в архейскую эру. А Геракл в это время изучал кишечник коровы.

1. Что Ясону надо было бы обязательно взять с собой, чтобы выйти из машины времени и изучить живые организмы в архейскую эру? **(2 балла)**
2. Когда Ясон и Геракл сравнили свои исследования, то они были сильно удивлены, так как нашли в них много общего. Как вы думаете, что общего они нашли, а что отличалось? **(2 балла)**
3. Какие живые организмы, жившие в архейскую эру, стали причиной такого многообразия жизни в наше время и благодаря каким своим свойствам? **(2 балла)**

Ясон и Геракл решили изобрести медицинского наноробота для борьбы с особо опасными инфекциями. Прежде, чем перейти к своему изобретению, они решили изучить, какими особыми свойствами обладает макрофаг – клетка иммунной системы и что ее отличает от других клеток.

4. Как вы думаете, какими обязательными характеристиками должен обладать макрофаг, чтобы выполнять свою функции? **(2 балла)**

Всего – 8 баллов

1. Так как в атмосфере архейской эры практически не было кислорода, то Ясону обязательно нужно было взять с собой скафандр. Для изучения флоры и фауны ему нужно было взять микроскоп, так как в то время Землю населяли бактерии и археи.
2. Атмосфера архейской эры по газовому составу, как предполагают, была такой: углекислый газ, азот, водород, метан, аммиак, сероводород, хлористый водород. Состав кишечных газов: азот, углекислый газ, водород, метан, кислород, аммиак, сероводород. Как и в кишечнике коровы основные жители архейской эры были бактерии и археи, в основном анаэробы, например метаногены – жили в архейских период и до сих пор живут в болотах, а также в кишечнике жвачных и человека.
3. Благодаря цианобактериям, которые в процессе фотосинтеза в качестве побочного продукта производили кислород, атмосфера на земле с восстановительной поменялась на окислительную и доля кислорода в атмосфере выросла до 20%. В результате кислородной катастрофы многие жители архейского периода погибли – но те, кто выжил, дали жизнь всему тому многообразию, которое мы в данный момент наблюдаем.
4. Для того, чтобы макрофаг был способен исполнять свои функции, он должен быть большой клеткой, с развитым цитоскелетом, чтобы двигаться и быть способным к фагоцитозу. Также у него должно быть много митохондрий, потому что его функции очень энергозатратны и требуют много АТФ. Кроме того, фагоцит должен быть способен генерировать активные формы кислорода, чтобы уничтожать бактерии.

В мультфильме «Смешарики. Прививка от Кроша» друзья Крош и Ежик решают помочь выздороветь заболевшему гриппом пингвину Пину. В специальной летающей и плавающей капсуле они уменьшаются, попадают в стакан с лекарством, который выпивает Пин, и проникают в его кровеносную систему, где отправляются на поиски «захватчиков» – вирусов гриппа и «собственной армии» Пина – иммунных клеток. Однако на самом деле все оказывается намного сложнее, чем они подозревали. В кровеносных сосудах Крош и Ежик встречают, как они считают, ужасных монстров: одни «плюются» липкими «снарядами», другие пытаются съесть уменьшающую капсулу с друзьями. При этом со всех сторон капсулу «толкают» многочисленные округлые красные клетки.

1. О каких «монстрах» идет речь и в чем их функция в организме? **(2 балла)**
2. Чем являлись липкие «снаряды»? В чем их функция и чем обеспечивается «прилипание» снарядов к предполагаемой мишени? Как Вы думаете, а могли эти «снаряды» на самом деле прилипнуть к уменьшающей капсуле Кроша и Ежика? За счет чего? **(4 балла)**
3. Каких бы «монстров» не было, если бы Пин был не пингвином, а, например, кузнечиком? Ответ обоснуйте. **(2 балла)**
4. Каких «монстров» встретили бы Крош и Ежик, если бы проникли не в кровь, а слои кожи? Назовите их и опишите функции. **(2 балла)**
5. Как Вы считаете, какую функцию выполняют многочисленные красные клетки? У кого эти клетки будут работать эффективнее, у пингвина Пина или, например, зайчика Кроша? Почему? **(2 балла)**
6. По сюжету мультфильма Пин отказался делать прививку от гриппа. Опишите, каким образом прививки помогают организму не заболеть или, во всяком случае, перенести заболевание быстрее и легче. **(2 балла)**

Всего – 14 баллов

1. «Плюющиеся» монстры – это В-лимфоциты (клетки приобретенного иммунитета), производящие антитела, а «монстры», пытающиеся съесть капсулу – это макрофаги. Также это могут быть дендритные клетки и нейтрофилы. Макрофаги, дендритные клетки и нейтрофилы – это клетки врожденного иммунитета. Их роль – быстрая, первоочередная защита организма от инфекции. Макрофаги и нейтрофилы эндоцитируют чужеродный агент – патоген. Дендритные клетки также захватывают патоген, но их основная функция после этого – активировать лимфоциты, передав им информацию о съеденном патогене. Так, активированные В-лимфоциты начинают производить антитела, которые будут иметь точное соответствие и способность прилипнуть к компонентам патогена. При выделении антител из В-лимфоцитов они специфически связываются с компонентами чужеродного агента и тем самым привлекают другие лимфоциты и макрофаги.
2. «Липкие снаряды» – это антитела. Антитела специфическим образом взаимодействуют с белками чужеродных агентов-патогенов. Подобная специфичность закладывается при синтезе антител в В-лимфоцитах, активированных дендритными клетками, поглотившими патоген или его белковые компоненты. Таким образом, «снаряды»-антитела не могли «прилипнуть» к уменьшающей капсуле с Крошем и Ежиком. Некоторое неспецифическое «прилипание» могло произойти только за счет случайного гидрофобного или электростатического взаимодействия.
3. Если бы Пин был кузнечиком, то у него бы не было приобретенного иммунитета и В-лимфоциты отсутствовали.
4. Если бы Крош и Ежик попали в слои кожи, то они там бы там тоже встретили «монстров»-пожирателей – дендритные клетки и нейтрофилы, которые перемещаются по всему организму в поисках чужеродных агентов. Кроме того, в нижние слои кожи при индукции воспаления перемещаются лимфоциты, в том числе, В-лимфоциты, синтезирующие антитела – «липкие снаряды».
5. Многочисленные клетки – это эритроциты, основная функция которых – это перенос кислорода. У птиц эритроциты круглые и содержат ядро, в то время, как у млекопитающих эритроциты имеют форму двояковогнутого диска без ядра. Таким образом, у эритроцитов млекопитающих создается больший объем, заполненный гемоглобином, в связи с чем они более эффективно переносят кислород.
6. Прививки вводят в организм кусочки патогена, которые активируют иммунную систему, заставляя В-клетки производить антитела. Часть В-лимфоцитов запоминает патогена и сохраняется (формируются клетки памяти). Когда в организм попадает уже настоящий возбудитель заболевания, то лимфоциты активируются очень быстро, что и позволяет не заболеть или справиться с инфекционным агентом значительно быстрее, чем было бы без прививки.

Слышали ли Вы что-нибудь об орфанных заболеваниях? В эту категорию выделяют заболевания, которыми болеет небольшая часть популяции, это – редкие заболевания. При этом в какой-либо стране или среди группы людей заболевание может быть широко распространено, а другом региона мира или среди других групп людей чрезвычайно редким. Также не существует единых норм определения заболевания как редкого. В России, например, заболевание относят к категории редких, если зарегистрировано менее 10 случаев на 100 000 человек.

Основная проблема в случае наличия таких заболеваний – это сложность их диагностики, а значит и правильного лечения, из-за их редкой встречаемости, а также отсутствие необходимых лекарств и методов лечения, поскольку их крайне невыгодно разрабатывать. Обычно для стимуляции исследований орфанных заболеваний и разработки лекарств требуется поддержка государства или больших благотворительных фондов. Это приводит к тому, что около трети детей, имеющих редкие заболевания, не доживают до 5 лет.

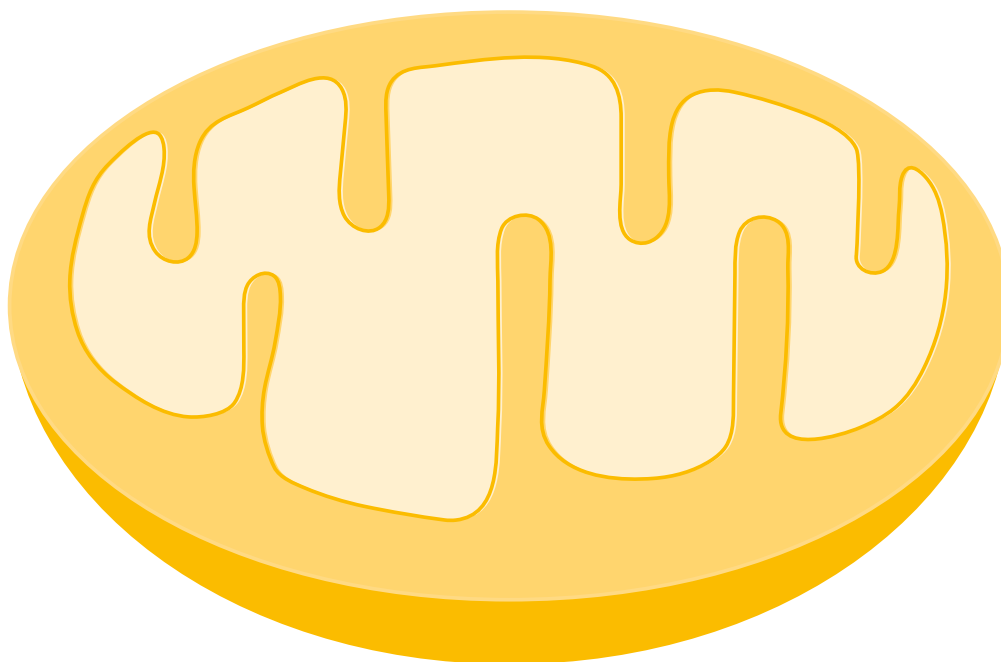
Многие такие заболевания являются наследственными, при этом многие из них, как впрочем, и «обычные» заболевания, могут проявляться не сразу. В последнее время бурное развитие бионанотехнологии позволяет достаточно успешно выявлять, сдерживать и даже излечивать такие заболевания (одним из наиболее ранних и успешных примеров является фенилкетонурия). Ниже мы предлагаем вам проверить свои знания об одном из таких заболеваний – синдроме Рефсума.

1. Что такое синдром Рефсума? **(2 балла)**
2. Какая диета будет способствовать усилению проявления синдрома Рефсума – вегетарианская, углеводная, диета с большим содержанием молочных продуктов или диета с большим количеством мяса? (Обоснуйте свой ответ, в противном случае баллы не будут засчитаны) **(5 баллов)**
3. Почему при этом заболевании поражается нервная система? **(2 балла)**
4. Почему в малых сообществах наблюдается повышенное количество людей с этим синдромом? **(2 балла)**
5. Поможет ли прием антиоксидантов при развитии этого синдрома (обоснуйте свой ответ) **(2 балла)**
6. Какие варианты лечения вы бы предложили? **(2 балла)**

Всего – 15 баллов

1. Синдром Рефсума – редкое наследственное заболевание, характеризующееся накоплением фитановой кислоты в плазме и тканях из-за отсутствия специализированного фермента.
2. Наиболее опасной диетой для людей, страдающих синдромом Рефсума, будет вегетарианская, так как в растениях содержится хлорофилл, конечным продуктом распада которого в организме является фитановая кислота; молочная диета менее опасна, тем не менее следует избегать продуктов с высоким содержанием животных жиров, которые являются источником фитола, метаболитом которого является фитановая кислота. Мясная и углеводная диеты (в отсутствие большого количества животных жиров) будут наиболее безопасны для людей с этим синдромом, так как углеводы и белки не являются источником фитановой кислоты.
3. Фитановая кислота накапливается в миелиновых (липидных) оболочках нервных волокон и замещает другие жирные кислоты, в том числе такие, как незаменимые линолевые и арахидоновые кислоты, это приводит к активации перекисного окисления липидов, разрушению миелиновой оболочки и, в конечном счете, к дегенерации нервного волокна.
4. Данное заболевание – наследственное и передается по аутосомно-рецессивному типу наследования, т.е., для проявления этого заболевания аллель, содержащая нарушения, должна быть унаследована от обоих родителей. В малых сообществах вероятность такого события увеличивается, чем и объясняется высокий процент наследственных заболеваний внутри таких сообществ.
5. В какой-то степени. Антиоксиданты не являются панацеей от всех болезней, но могут быть полезны как часть общеукрепляющей диеты. Кроме того, использование антиоксидантов может помочь подавить некоторые симптомы данного заболевания, а использование жирорастворимых антиоксидантов, способных накапливаться в липопротеинах плазмы или миелине, возможно, замедлят развитие этого синдрома.
6. В настоящее время эффективного способа бороться с этим заболеванием нет. Обычно назначают специализированную диету, проводят плазмафорез (забор, очистка и возвращение крови), кроме того, стараются уменьшить проявление симптомов. Возможно в будущем использование различных вариантов генотерапии, исправляющих этот дефект.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 7. Митохондриальные заболевания



В эту группу выделяют наследственные заболевания, связанные с нарушением в функционировании митохондрий. Это приводит к нарушению энергетических функций в различных органах и тканях. В настоящее время не существует надежного способа лечения митохондриальных заболеваний, однако, развитие бионанотехнологических методов дает надежду пациентам, страдающим этими заболеваниями. Попробуйте ответить на несколько вопросов, связанных с митохондриальными заболеваниями.

1. Дайте точное определение митохондриальных заболеваний. **(2 балла)**
2. Каковы особенности строения митохондриального ДНК? **(2 балла)**
3. Кратко укажите как происходит наследование митохондриальной ДНК у человека, как вы думаете, почему так происходит? **(3 балла)**
4. Как вы думаете, почему митохондриальная ДНК считается менее устойчивой по сравнению с ядерной? **(2 балла)**
5. Почему одна и та же митохондриальная болезнь у разных пациентов может проявляться по-разному? Объясните Ваш ответ? **(5 баллов)**
6. В каких органах и тканях чаще всего проявляются митохондриальные заболевания? **(1 балл)**

Всего – 15 баллов

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 7. Митохондриальные заболевания

1. Иногда митохондриальные заболевания предлагают разделять на первичные, при которых имеются врожденные дефекты в структуре и функции митохондрий, и вторичные, при которых митохондрии являются главной мишенью в процессе развития таких патологий как механические повреждения ткани, воспаление, гипоксия, аутоиммунные реакции, действие токсинов и т.д. В обоих случаях наблюдается нарушения в работе митохондрий и, как результат, нарушения энергетического обмена. Первичные митохондриальные заболевания – это группа наследственных заболеваний, обусловленных мутациями генов митохондриальной (мтДНК) и ядерной ДНК, кодирующих белки, отвечающих за функционирование митохондрии, что приводит к уменьшению количества «вырабатываемой» митохондриями энергии. Здесь под митохондриальными заболеваниями мы будем подразумевать именно первичные митохондриальные заболевания.
2. Митохондриальная ДНК (мтДНК) – внехромосомная ДНК, находящаяся внутри митохондрий. Митохондрии человека представляют собой кольцевую двуспиральную молекулу, состоящую из менее чем, 20000 пар нуклеотидов, при этом в митохондрии содержится от 2 до 10 идентичных кольцевых молекул ДНК (в среднем около 5). Обычно в соматических клетках находится до 10000 копий молекул мтДНК.
3. мтДНК наследуется только по материнской линии. При этом ооцит (яйцеклетка) содержит гораздо больше митохондрий (около 300000) и, соответственно копий молекул мтДНК, чем сперматозоид. У человека в сперматозоиде присутствует одна большая митохондрия, которая, помимо всего прочего, еще и разрушается после оплодотворения.
4. Известно, что митохондриальная ДНК накапливает мутации более чем в 10 раз быстрее чем ядерная. Это связано с двумя основными причинами:
 - 1) близость дыхательной цепи митохондрий приводит к значительному увеличению активных форм кислорода и других радикалов вблизи молекул мтДНК;
 - 2) мтДНК не связана с белками-гистонами, выполняющими защитную функцию в случае ядерной ДНК и, хотя мтДНК также связана с белками, они не настолько эффективно защищают ДНК, как гистоны.
5. Митохондриальные заболевания могут проявиться в любом возрасте в любом возрасте и могут быть представлены широким спектром симптомов, которые включают развитие функциональных нарушений различных органов и тканей. Это связано со строением и особенностями передачи мтДНК, подверженному мутациям гораздо чаще, чем ядерное ДНК. Митохондриальная ДНК наследуется только от матери; в клетке или даже митохондрии может находиться одновременно как нормальный (дикий) и мутантный мтДНК (т.н. гетероплазмия), при этом в процессе деления клетки нормальная и мутантная мтДНК могут случайным образом распределяться между дочерними клетками (т.н. митотическая сегрегация). Таким образом, в процессе онтогенеза поврежденная мтДНК может оказаться в различных органах и тканях. Кроме того, тяжесть заболевания коррелирует с соотношением

нормальной и мутантной ДНК в соответствующих органах. Для проявления симптомов доля мутантной ДНК в клетках должна превышать пороговый уровень. Процентный уровень мутантной мтДНК может варьировать у индивидов, а также в органах и тканях.

6. Симптомы таких заболеваний наиболее часто проявляются в органах и тканях с высоким потреблением энергии, таких как нервные волокна (центральная и периферическая нервная система), мышцы, глаза, поскольку именно там нарушения в работе митохондрий наиболее заметны.

Студент-биолог Вася нырял с аквалангом ночью в море и увидел интересных полупрозрачных животных, светящихся сине-зеленым светом и переливающихся разными цветами. Поскольку Вася хорошо знал зоологию беспозвоночных, он сразу узнал, к какому типу относятся эти животные.

1. А вы знаете, какие животные изображены на фотографиях? **(1 балл)**



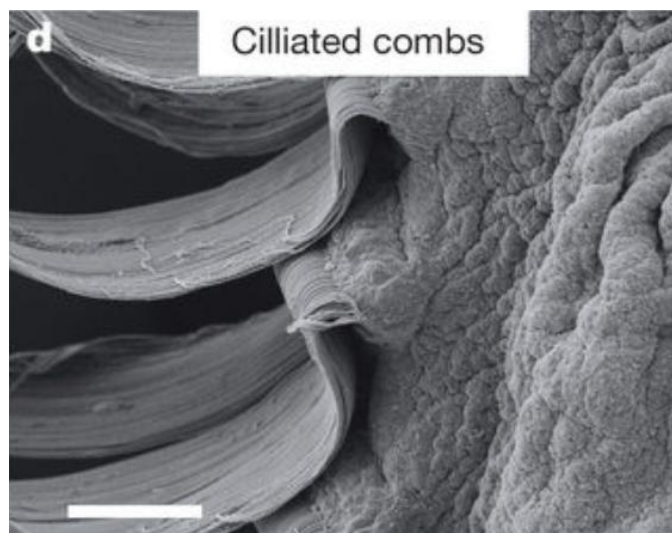
Постоянное свечение сине-зеленого цвета, как заметил Вася, сконцентрировано в 8 радиальных лучах, проходящих вдоль тела. «Ну, почему они светятся, это понятно», – подумал Вася.

2. А вы знаете, почему эти животные, как и многие другие подводные обитатели, светятся? **(2 балла)**
3. А почему свечение, как правило, имеет именно зелено-голубую окраску? **(3 балла)**

Однако поверх этого свечения было видно еще и другое, переливающееся всеми цветами радуги, которое распространялось от одного конца вытянутого тела к другому.

Вася заглянул в интернет и быстро нашел, с чем связано красивое радужное свечение. «Но как же так?» - подумал Вася, увидев полученную в электронный микроскоп фотографию, подписанную «Гребные пластинки, образованные ресничками» и обратив внимание на масштаб (длина белой полосы на фотографии равна 100 мкм). – «Ведь они слишком большие!»

4. С чем связано радужное переливающееся свечение этих животных? **(1 балл)**
5. А почему это свечение переливается и распространяется вдоль тела животного? **(2 балла)**
6. Что удивило Васю и в чем он увидел противоречие? **(2 балла)**



Но потом Вася нашел еще одну статью, и подумал: «Теперь понятно, откуда берутся радужные переливы! Эта структура как раз подходит по размерам».

7. Какую структуру имеет в виду Вася? **(4 балла)**

Потом Вася задумался: будет ли видно радужное свечение, если животных посадить в абсолютно темное пространство. Проведя не очень гуманный эксперимент и посадив животное в самую большую кювету спектрофлуориметра, какую он только нашел, он подтвердил свои догадки.

8. А вы как думаете – будет ли видно радужное свечение у этих животных в абсолютной темноте? Почему? **(2 балла)**

Пока студент Вася разбирался с радужным свечением, он заодно узнал, что глубоководные виды этих животных, как и многие другие глубоководные животные, имеют яркую красную пигментацию.



«Интересно! – подумал Вася. – Ведь в глубокие слои воды проникает очень мало света. Зачем нужна в темноте яркая окраска?» Но тут он вспомнил, что сами по себе многие морские животные светятся сине-зеленым светом, как он уже узнал раньше, и ему стало все понятно.

9. Почему глубоководные животные бывают окрашены в ярко-красный цвет? **(2 балла)**

Всего – 19 баллов

Пожалуйста, при ответе ставьте номер вопроса, на который вы отвечаете. Ответы без указания вопроса засчитаны не будут.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 8. Светящиеся в темноте

1. На фотографиях представители типа Гребневики.
2. В специальных клетках — фотоцитах — содержатся флуоресцентные белки, которые светятся в результате хемилюминесценции.
3. Зелено-голубое свечение соответствует максимуму проницаемости воды (минимуму поглощения), такой свет лучше всего распространяется в воде, организмы эволюционировали таким образом, чтобы хемилюминесценция приходилась именно на эту спектральную область.
4. На гребных пластинках происходит дифракция света.
5. Пластинки движутся (и за счет этого гребневики перемещаются), поэтому угол наклона пластинок относительно наблюдателя меняется. Движение пластинок распространяется от переднего конца тела к заднему.
6. Сами гребные пластинки имеют достаточно большие размеры, чтобы быть дифракционной решеткой.
7. Но поскольку пластики образованы слипшимися ресничками, которые образуют массив, период которого составляет примерно 200 нм (от центра одной реснички до центра другой), то эта периодичность как раз приблизительно равна длине волны, и такие массивы могут служить дифракционной решеткой.
8. В темноте радужного свечения быть не должно, т. к. это отраженный белый свет, разложенный в спектр.
9. На большую глубину не проникает солнечный свет, однако там есть люминесцирующие организмы, которые светятся, как правило, сине-зеленым. Этот свет не отражается красными поверхностями, и поэтому красные животные в этом свете не видны, это выгодно для хищников.

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 9. Вот это поворот!**



Афанасий Тимофеевич Филимонов прибывает на станцию Энергетическая с двумя чемоданами. Он становится возле дверей, а мимо него пробегают Парамон, а потом снова и снова. И тут – вот это поворот! – у Афанасия Тимофеевича уже три чемодана!

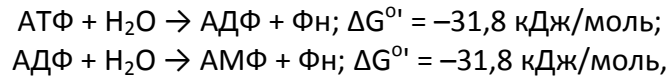
1. Расскажите, кто такие Афанасий Тимофеевич и Парамон, что представляют собой чемоданы и станция, а также какой поворот имеется в виду. **(1 балл)**
2. Сколько Парамонов должно пробежать мимо Афанасия Тимофеевича, чтобы он получил третий чемодан? **(2 балла)**
3. Сколько господин Филимонов может выручить, продав третий чемодан? За сколько может продать второй, когда у него осталось только 2 чемодана? Сколько он может получить, продавая последний чемодан? **(1 балл)**
4. Как мы видели, третий чемодан Афанасий Тимофеевич получает в дверях станции Энергетическая. А где еще ему могут выдать третий чемодан? **(1 балл)**
5. Как Афанасий Тимофеевич может получить второй чемодан, когда у него есть только один? **(2 балла)**

Пожалуйста, при ответе ставьте номер вопроса, на который вы отвечаете.

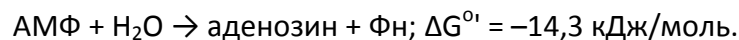
Всего – 7 баллов

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 9. Вот это поворот!**

1. А.Т. Филимонов — молекула АТФ, Парамон — протон, проходящий через канал АТФ-синтазы, чемоданы — остатки фосфорной кислоты, станция Энергетическая — митохондрия (потому что энергетическая станция). Поворот — поворот гамма-субъединицы F1-комплекса АТФ-синтазы.
2. Для синтеза молекулы АТФ из АДФ должен произойти полный поворот гамма-субъединицы и пройти 3 протона через канал (по некоторым данным — 4). При полном обороте γ -субъединицы синтезируются три молекулы АТФ т. к. на F1 имеются 3 сайта связывания АДФ. При этом у разных организмов из межмембранного пространства в матрикс проходит от 10 до 14 протонов — по числу с-субъединиц F0.
3. Молекула АТФ содержит две макроэргические фосфатные связи, при гидролизе которых высвобождается значительное количество свободной энергии:

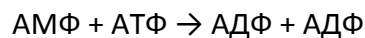


Отщепление последней фосфатной группы от молекулы АМФ приводит к значительно меньшему высвобождению свободной энергии:



Последний чемодан получается в два раза дешевле.

4. В результате субстратного фосфорилирования, например в ходе гликолиза. Фотофосфорилирование — градиент протонов создается за счет процесса фотосинтеза.
5. В результате аденилаткиназной реакции:



Реакция обратимая, как правило идет в обратную сторону в мышцах при утомлении (расходе большого количества АТФ и накоплении АДФ).

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 10. Вижу цель, не замечаю препятствий**



Картинки иллюстрируют избирательную проницаемость мембран.

Живые клетки у растений и животных разделены мембранами на отдельные пространства – компартменты, так же, как дом разгорожен стенами на комнаты. И, конечно, вся клетка отделена надежной стеной – мембраной – от окружающей среды. Однако известно, что различные вещества могут проникать внутрь клетки или выходить наружу, а также перемещаться между компартментами. Как же транспортируемые вещества преодолевают такое серьезное препятствие, как мембрана?

Выберите все правильные ответы (их может быть больше одного), при необходимости ответ поясните (**по 1 баллу за каждый правильный ответ, за частично правильный – по 0.3 балла**)

1. К клеточным компартментам можно отнести:

- а. Ядро
- б. Эндоплазматический ретикулум
- в. Клеточный центр
- г. Микротрубочки
- д. Митохондрии

Поясните, почему Вы считаете, что выбранные Вами структуры являются компартментами клетки.

2. Через плазматическую мембрану напрямую (через липидный бислой), без специальных структур, предназначенных для транспортировки молекул могут проходить:

- а. Белки
- б. Антитела
- в. Кислород
- г. Гидрофильные (водорастворимые) соединения (например, глюкоза)
- д. Липофильные (жирорастворимые) соединения
- е. Никакие соединения через липидный бислой проходить не могут

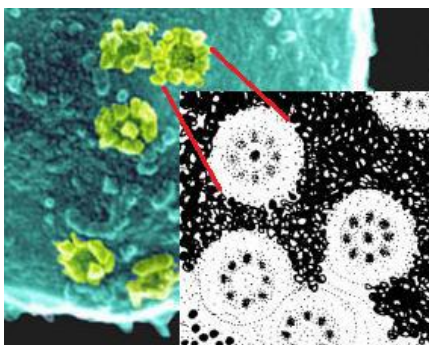
Поясните, почему Вы считаете, что выбранные Вами вещества могут проникать через мембрану.

3. Какие приспособления в живой клетке существуют для того, чтобы обеспечить перенос веществ с одной стороны мембраны на другую?
 - а. Каналы (отверстия в мембране), образованные микротрубочками
 - б. Каналы (отверстия в мембране), образованные специальными белками
 - в. Отверстия в мембране размером более 500 нм
 - г. Белки-переносчики, присоединяющие вещество с одной стороны мембраны и перемещающие его на другую сторону в результате изменения своей формы (конформационной перестройки)
 - д. Поровые комплексы, образованные несколькими белками, пронизывающими мембрану

4. С помощью специальных приспособлений (всех, отмеченных Вами в п.3) возможен перенос с одной стороны мембраны на другую:
 - а. Только молекул воды
 - б. Только ионов
 - в. Ионов и низкомолекулярных соединений (молекул малых размеров)
 - г. Только высокомолекулярных соединений — белков и нуклеиновых кислот
 - д. Всех перечисленных выше веществ
 - е. Никаких из перечисленных выше веществ

5. В процессе экзоцитоза:
 - а. Клеточная мембрана выпячивается и отпочковывается наружу, образуя пузырек, содержащий транспортируемое вещество (например, нейромедиатор)
 - б. Пузырек подходит к мембране с внутренней стороны, сливается с ней и выбрасывает наружу транспортируемое вещество
 - в. Клеточная мембрана выпячивается вовнутрь и отпочковывается пузырек, содержащий вещество, который затем переносится к другим органеллам клетки
 - г. Клетка выворачивается наизнанку
 - д. Из клетки выбрасывается ядро и другие органеллы

6. Представленные на рисунке поры обеспечивают перенос:



- а. Глюкозы из внеклеточного пространства внутрь клетки
- б. Холестерина из аппарата Гольджи к клеточной мембране
- в. Иона водорода через мембрану митохондрий
- г. Молекул РНК через ядерную мембрану в цитоплазму
- д. Рибосом через ядерную мембрану внутрь ядра
- е. Ионов между двумя соседними клетками

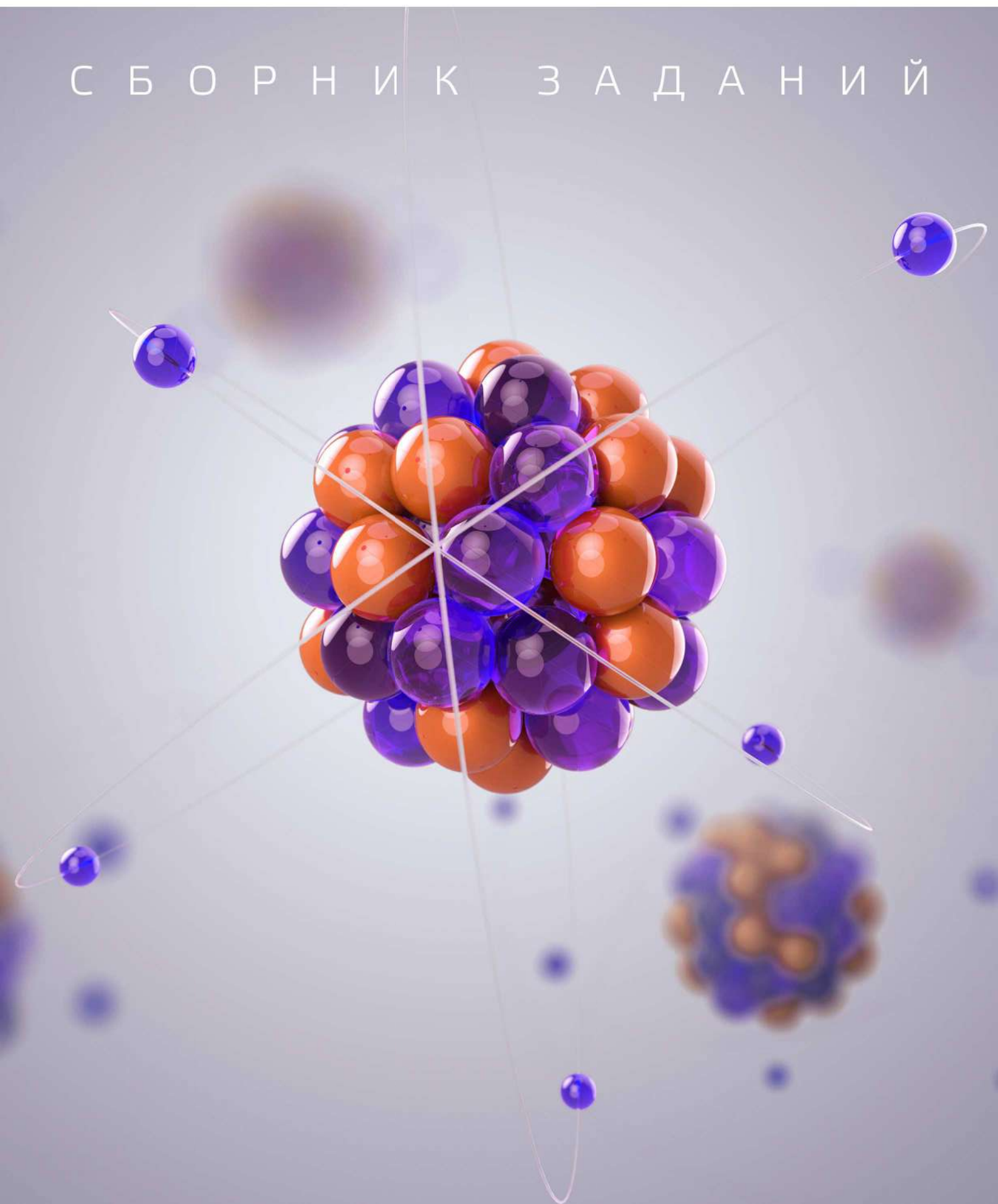
Всего – 6 баллов

**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 10. Вижу цель, не замечаю препятствий**

1. а, б, д
2. в, д
3. б, г, д
4. д
5. б
6. г



СБОРНИК ЗАДАНИЙ





Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 1. Наноантибиотик



Прошло уже 90 лет с открытия Александром Флемингом первого антибиотика – пенициллина. Сложно сосчитать, сколько раз антибиотики спасали человечество от всевозможных заболеваний. Но первое применение пенициллина положило начало гонке вооружений между бактериями и человеческим разумом. Бактерии начали быстро эволюционировать, придумывая все более изощренные способы борьбы с антибиотиками, а человечество – все более совершенные антибиотики. На сегодняшний день проблема антибиотикорезистентности, то есть устойчивости многих опасных штаммов бактерий к существующим антибиотикам, нависла над нами, как дамоклов меч.

1. Чем отличаются грамположительные и грамотрицательные бактерии? Какие из них чаще оказываются патогенными? **(0.5 балла)**
2. Что обычно представляет собой антибиотик? Приведите примеры групп антибиотиков **(0.5 балла)**
3. Подумайте, какие механизмы могут использовать бактерии для борьбы с антибиотиками? **(до 0.5 балла за механизм, максимум 1)**
4. Придумайте, как мы можем усовершенствовать антибиотики, чтобы бороться с антибиотикорезистентностью. **(до 1 балла за идею, максимум 3)**
5. В качестве агента по борьбе с бактериями можно применять наночастицы серебра. Оцените, насколько возможно возникновение резистентности к наночастицам? **(1 балл)**

Всего – 6 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 1. Наноантибиотик

1. Грамотрицательные бактерии не окрашиваются кристаллическим фиолетовым при окрашивании по Граму, а грамположительные бактерии – окрашиваются и не отмываются. Большинство Грам (-) бактерий имеют вторую прочную мембрану, препятствующую проникновению краски внутрь, а Грам (+) бактерий имеют только однослойную клеточную мембрану. Большинство патогенов является Грам (+), например, стрептококки и стафилококки.
2. Антибиотики — это молекулы, подавляющие рост бактерий. Наиболее распространены бета-лактамы (пенициллиновая группа) антибиотики, макролиды и тетрациклины.
3. Примеры: (1) укрепление внешней мембраны, (2) выработка ферментов, расщепляющих или инактивирующих антибиотик, (3) синтез каналов или транспортеров, выводящих антибиотик наружу, (4) быстрая репарация повреждений, вызванных антибиотиком, (5) создание альтернативных биохимических путей при блокировании одного из них антибиотиком, (6) мутация рецепторов связывания с антибиотиком и др.
4. Примеры: (1) защита действующего вещества капсулами, (2) модификация химической формулы, (3) комбинация существующих антибиотиков с блокаторами ферментов и каналов, ответственных за резистентность, или молекулами, образующими пору в мембране бактерий и др. Принимается любая идея, имеющая биологический смысл.
5. Пока наночастицы выглядят довольно перспективным средством борьбы с бактериями, но все же несовершенным. Наночастицы серебра могут воздействовать на бактерии двумя способами: (1) механически, (2) с помощью ионов серебра. От механических повреждений (1) можно защититься, выработав прочную клеточную стенку, но большинство патогенов Грам (+) ее не имеют. Считается, что от ионов серебра (2) защититься довольно сложно. Но теоретически бактерии могут «придумать» молекулы, которые бы связывали ионы серебра. К тому же, существуют бактерии, которые уже могут восстанавливать ионы серебра Ag^+ до серебра Ag^0 , формируя наночастицы.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 2. Молекулярный мотор

В лаборатории, занимающейся изучением биологических молекулярных моторов, была расшифрована линейная последовательность кодонов ДНК, служащей матрицей для синтеза части последовательности небольшого участка цепи белка:

AAA-ACA-AGA-GAA-GTT- ACA -TAC-GGA-ACA

1. Напишите последовательность кодонов иРНК. **(1 балл)** Какие аминокислоты в белковой молекуле кодируются такой последовательностью нуклеотидов? **(1 балл)**
2. Исходя из свойств закодированных аминокислот, предположите, какое место они могут занимать в белковой глобуле в водном растворе, объясните Ваши предположения. Какие связи они могут друг с другом образовывать? **(1 балл)**
3. Что мешает использовать для создания биологических наномоторов аминокислоты, которые синтезируют химическим путем? **(1 балл)**
4. Один из природных наномоторов служит для синтеза АТФ в митохондриях и этот процесс связан с переносом электронов по электронтранспортной, или дыхательной, цепи (ЭТЦ) и протондвижущей силой.
 - 4.1. Как называется этот молекулярный мотор? **(1 балл)**
 - 4.2. Зная, как работает этот молекулярный мотор в митохондриях, напишите, где значение рН больше: в матриксе митохондрий или в пространстве между внутренней и внешней митохондриальными мембранами? **(1 балл)**
5. Приведите еще примеры существующих в природе белковых молекул, которые могут служить молекулярными моторами. **(1 балл)**

Всего – 7 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 2. Молекулярный мотор

1. Последовательность кодонов иРНК:
UUU- UGU -UCU-CUU-CAA- UGU-AUG-CCU-UGU Фенилаланин- Цистеин -Серин-Лейцин-
Глутамин- Цистеин-Метионин-Пролин-Цистеин
2. Фенилаланин, лейцин, метионин и пролин – неполярные аминокислоты, они гидрофобны и скорей всего находятся внутри белковой глобулы.

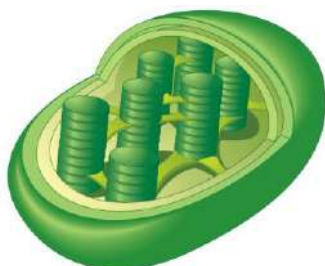
Серин, глутамин и цистеин – гидрофильны – поэтому, вероятнее всего, они будут находиться на поверхности белка.

Плюс между аминокислотами в цепи помимо пептидных возможно образование водородных связей, а между цистеинами – образование S-S связей.
3. При химическом синтезе получают смесь L- и D- оптических изомеров аминокислот, которые трудно разделить.
4.
 - 4.1. Это АТФ-синтаза.
 - 4.2. Если брать в качестве примера работу АТФ-синтазы, то концентрация протонов в матриксе меньше, чем в межмембранном пространстве, значит, в матриксе среда более щелочная.
5. Кинезины, миозины, динеины, РНК и ДНК полимеразы.

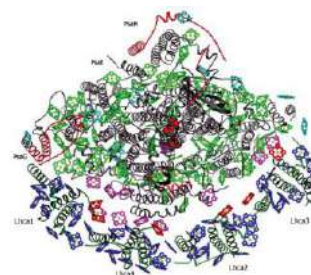
**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
 Задача 3. Настройка фотосинтеза**



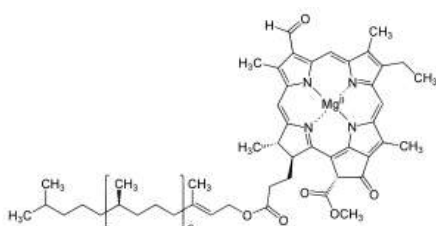
а



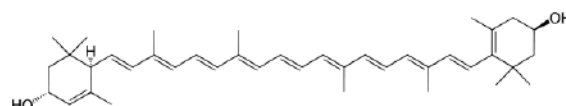
б



в



г



д

Рис. 1. а) Зеленый лист. б) Хлоропласт. в) Модель одной из «антенн», используемой хлоропластами для улавливания света, содержит несколько сотен молекул хлорофилла. г) Строение молекулы хлорофилла. д) Строение молекулы одного из дополнительных пигментов, содержащихся в «антенне».

Зеленый цвет растениям придает хлорофилл — пигмент, содержащийся в собирающих свет наноантеннах (рис. 1). На пути солнечного света к собирающим его растениям часто могут оказываться различные частицы и неоднородности среды с размерами порядка десятков – сотен нанометров, которые вполне могли участвовать в эволюции процесса фотосинтеза.

1. Какие основные цвета могут возникать при взаимодействии белого солнечного света с такими наночастицами? Приведите примеры соответствующих природных явлений. **(1 балл)**
2. Какие цвета из белого солнечного света избирательно поглощаются молекулами хлорофилла? **(1 балл)**

Предположим, что взаимодействие света с частицами могло играть решающую роль в эволюции фотосинтеза.

3. Как в таком случае можно было бы объяснить особенности спектра поглощения хлорофилла? Каким главным стратегиям поглощения света они могут соответствовать? **(2 балла)** Приведите примеры условий, в которых каждая из них может оказаться важной в жизни растений. Помогают или мешают при этом наночастицы, попадающиеся на пути света? **(2.5 балла)**

Вместе с хлорофиллом в «антеннах» также используются дополнительные пигменты (обычно их существенно меньше, поэтому их оранжево-желтую окраску мы можем увидеть только осенью в пожелтевших листьях, когда хлорофилл разрушается).

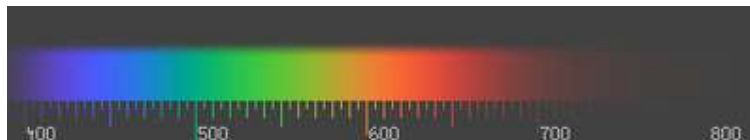
4. Поясните, какова роль этих молекул в процессе фотосинтеза. Как с их помощью растение может более эффективно использовать весь объем листа для фотосинтеза? **(2 балла)**

5. Как вы думаете, у растений или у водорослей эти пигменты играют большую роль в процессе усвоения солнечной энергии? Ответ поясните наглядными примерами. **(1.5 балла)**

Всего – 10 баллов

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 3. Настройка фотосинтеза

1. Видимый диапазон длин волн.

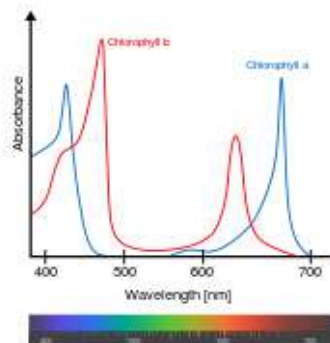
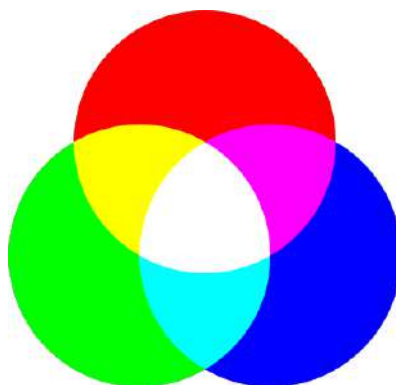


Если размеры частиц или неоднородностей среды заметно меньше длин волн света, то возникает Релеевское рассеяние. Сильнее всего при этом рассеивается **синяя** часть спектра, а проходящий свет при этом приобретает **красный** оттенок.

Рассеянный синий свет обуславливает цвета дымки и дыма, а также синий цвет неба (рассеяние происходит как на мелких частицах, так и на неоднородностях плотности атмосферы). Избыток красного в прошедшем свете обуславливает красный закат (особенно ярко окрашенный, когда в атмосфере много мелкой пыли).

Стоит отметить, что наночастицы не участвуют в образовании радуги: размеры капель воды, на которых преломляется свет, находятся в микрометровом диапазоне.

2. Белый свет получается при смешивании красного, зеленого и синего света. Соответственно, если из белого солнечного света «забрать» **красный** и **синий**, то останется **зеленый**:



3. Если предположить, что хлорофилл «настроен» на поглощение **синего** и **красного** солнечного света благодаря Релеевскому рассеянию на частицах, то, следовательно, основные стратегии:

- а) Поглощение **рассеянного** средой (небом) **синего** света. Стратегия может использоваться, если прямой солнечный свет не попадает на растение (например, оно растет в тени). При этом наночастицы будут **помогать** получить растениям больше солнечного света, который не может попасть к ним прямым путем.
 - б) Поглощение **прошедшего** сквозь среду **красного** света, который лучше «пробивается» через мутную среду. При этом, очевидно, частицы **мешают** получать энергию солнца. Эта стратегия может оказаться важной для выживания, если среда вдруг надолго станет мутной (с большим количеством частиц). Чтобы в атмосфере оказалось много измельченного вещества (частиц), необходимы катастрофические процессы, при которых выделяется много энергии. Это могут быть такие глобальные катаклизмы, как извержения вулканов, падение метеоритов (эффект «ядерной зимы»), а также пылевые бури и большие пожары. При этом количество света резко уменьшается, и к растениям будет «пробиваться» преимущественно красный свет.
4. Пигменты защищают клетки от избытка излучения (способны останавливать фотосинтез, а также улавливать образующиеся в ходе него свободные радикалы).

Интересно, что пигменты также помогают растениям поглощать, в том числе, **зеленый** свет и, передавая его энергию молекулам хлорофилла, использовать его в процессе фотосинтеза. При этом **красный** и **синий** свет могут поглощаться преимущественно в верхних частях листа, в то время как **зеленый** – поглощаться в глубине листа, куда **красный** и **синий** свет уже почти не доходят. Таким образом, «зеленое окно» в спектре поглощения хлорофилла также служит для более равномерного распределения энергии и скорости фотосинтеза внутри листа.

5. Более разнообразная окраска водорослей, обычно с преобладанием желто-зеленых цветов, часто отражающаяся в их названиях (красные и бурые водоросли), свидетельствует о наличии у них больших количеств пигментов по сравнению с растениями.

Поскольку вода – более плотная, чем воздух среда, то частицы в ней оседают гораздо медленнее, чем в атмосфере. Поэтому освещенность быстро падает с ростом глубины, что заставляет водоросли более эффективно поглощать любые дошедшие кванты света.

Также, красный и синий цвета активно поглощаются фотосинтезирующими организмами в толще воды, что вынуждает живущих на глубине обитателей активно использовать «зеленое окно», подобно тому, как это происходит в толще листа растений.



Приятно положить на язык что-нибудь вкусненькое! Вкус пищи мы ощущаем благодаря вкусовым рецепторам, расположенным на языке, но и обоняние тоже дает свой вклад в те ощущения, которые мы получаем от пищи. Рецепторные клетки, распознающие вкус, расположены в специальных образованиях на языке, которые называются вкусовыми сосочками. При взаимодействии с химическими веществами, содержащимися в пище, рецепторные клетки возбуждаются и передают сигнал в головной мозг, и мы чувствуем вкус.

1. Сухая пища дает более слабое ощущение вкуса, ее вкус раскрывается полностью только после растворения в слюне. Как Вы думаете, почему? **(1 балл)**
2. На поверхности вкусовых рецепторных клеток имеется большое количество микроворсинок, а обонятельные рецепторные клетки покрыты слизью и имеют на своей поверхности реснички. Как Вы думаете, зачем это нужно? **(2 балла)**
3. Почему, если выпить слишком горячий чай, то на некоторое время пропадает способность различать вкус, а затем она снова восстанавливается? **(1 балл)**
4. Кроме рецепторов к веществам, определяющих четыре известных вкуса, недавно были обнаружены рецепторы к еще двум типам веществ и, соответственно, было выделено еще два вкуса. Выберите из списка, какие это вкусы. **(2 балла)**

апельсиновый	горелый	грибной
жирный	мясной	острый
мятный	несъедобный	яблочный

5. Такие известные вещества, как ментол и капсаицин, взаимодействуют не со вкусовыми рецепторами, а с терморепцепторами, расположенными не только на языке, но и по всему телу (рецепторы TRPM8 для ментола и TRPV1 для капсаицина). При добавлении ментола и капсаицина в пищу мы чувствуем определенные ощущения. Опишите их для каждого из этих веществ. **(1 балл)** Этанол влияет на чувствительность рецепторов к ментолу и капсаицину: в случае с рецептором капсаицина имеет место повышение чувствительности, а в случае с рецептором ментола алкоголь, наоборот, снижает его чувствительность. Объясните, почему и как это связано с механизмом работы терморепцепторов. **(6 баллов)**

Всего – 13 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 4. Вкусный вопрос

1. Для распознавания вкуса молекулы вещества должны взаимодействовать с рецепторами на рецепторных клетках. Они могут достигнуть этих рецепторов только путем диффузии в растворе.
2. Микроворсинки увеличивают площадь поверхности клетки, благодаря чему увеличивается количество молекул-рецепторов, с которыми взаимодействуют компоненты пищи, вызывающие вкусовые ощущения.

Слизь нужна для того, чтобы летучие молекулы пахучих веществ перешли в раствор. Реснички, увеличивая поверхность клеток, помогают улавливать летучие вещества из слизи.

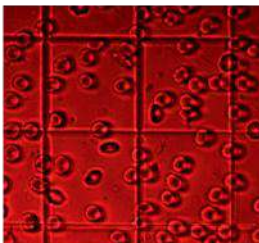
3. Рецепторные клетки отмирают при воздействии высокой температуры, однако затем они снова появляются, развиваясь из базальных клеток вкусовых лукович.
4. Жирный, мясной.
5. Ощущения: ментол – мятный, холодный, капсаицин – жгучий, горячий.

Рецептор ментола – холодовой рецептор, изменяет свою конформацию на проводящую ионы при сжимании липидов мембраны при снижении температуры. Этанол, наоборот, разупорядочивает липиды мембраны, «расширяет» мембрану и таким образом противодействует эффекту ментола.

Рецептор капсаицина – рецептор повышения температуры, переходит в активную форму при «расширении» мембраны, разупорядочении ее липидов (что происходит при повышении температуры). Этанол также разупорядочивает липиды мембраны, благодаря чему эффект капсаицина усиливается.

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 5. Что Вы знаете о крови?

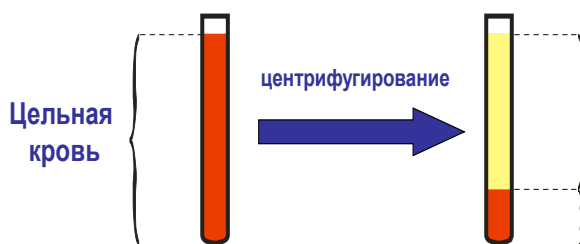


Кровь – одна из важнейших тканей в организме, выполняющая ряд функций и состоящая из жидкой среды – плазмы – и клеток – форменных элементов крови (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов). Что вы знаете о крови? Ниже Вам будет задано несколько вопросов о крови, попробуйте на них ответить.

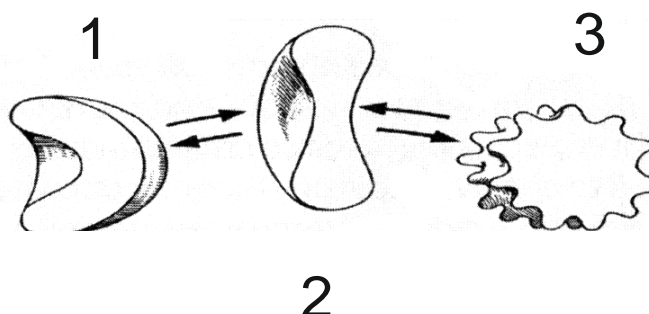
1. К какому виду ткани относится кровь: **(1 балл)**

- а) эпителиальной
- б) соединительной
- в) нервной
- г) мышечной

2. Часто в медицине вместо одного из компонентов крови – плазмы – используют сыворотку крови. Чем они отличаются, как и для чего используют сыворотку крови? **(2 балла)**

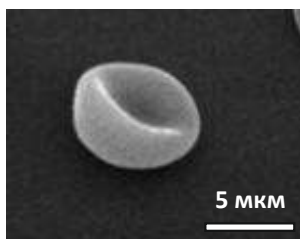


3. Известно, что эритроциты способны обратимо изменять свою морфологию (например, при изменении ионной силы или pH). Ниже на рисунке приведены три основных формы эритроцитов. Назовите их. **(2 балла)**

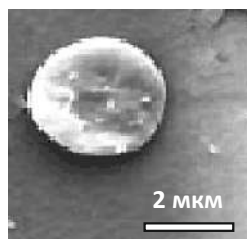


4. Ниже приведено несколько фотографий форменных элементов крови. Сопоставьте название клетки его изображению. **(3 балла)**

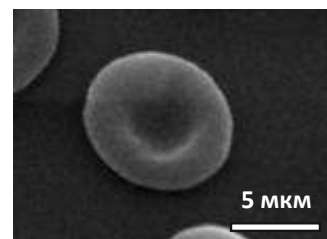
тромбоцит (активированный)
тромбоцит (неактивированный)
лимфоцит
эритроцит (дискоцит)
эритроцит (стоматоцит)
эритроцит (эхиноцит)



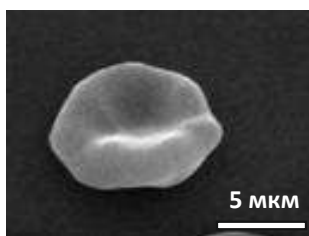
а



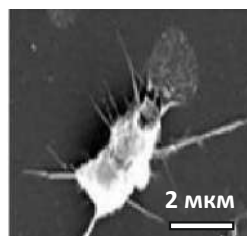
б



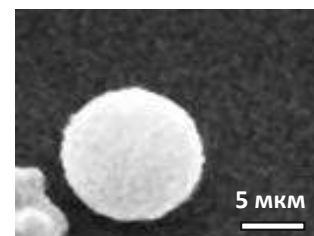
в



г



д



е

5. Кратко ответьте, какие компоненты крови способны выполнять транспортную функцию? **(1 балл)**

Для того, чтобы наночастицы попали в органы-мишени, их, как правило, вводят внутривенно. К сожалению, ионный состав плазмы приводит к тому, что металлические наночастицы агрегируют между собой и подвергаются воздействию иммунной системы, после чего в большинстве случаев оказываются в печени, а затем постепенно выводятся из организма.

6. Предложите способ введения металлических наночастиц (будем считать их экспериментальным аналогом наноробота) в кровь, позволяющий избежать их агрегации и удаления иммунной системой. (Предлагая механизм, постарайтесь опираться на данные о строении и функционировании компонентов крови.) **(максимум 5 баллов)**.

Всего – 14 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 5. Что Вы знаете о крови?

1.
 - б) соединительной
2. Сыворотка крови — это плазма крови, лишённая фибриногена. В сыворотке сохранена большая часть антител, а за счёт отсутствия фибриногена резко увеличивается стабильность, что делает ее более удобной для использования.

Сыворотку используют для диагностики, а также при биохимическом анализе крови. Кроме того, существуют иммунные сыворотки, содержащие антитела к определенным антигенам. Их используют для создания иммунитета к различным заболеваниям или ядам, а также при диагностике или научных исследованиях (например, сыворотки меченые различными флуоресцентными красителями и радионуклидами).

3. 1 – стоматоцит
2 – дискоцит
3 – эхиноцит
4.
 - а) эритроцит (стоматоцит)
 - б) тромбоцит (неактивированный)
 - в) эритроцит (дискоцит)
 - г) эритроцит (эхиноцит)
 - д) тромбоцит (активированный)
 - е) лимфоцит
5. Одна из основных функций крови – транспортная. К ее выполнению в той или иной степени способно большинство ее компонентов, однако можно выделить наиболее приспособленные для этого. Это – **эритроциты**, способные переносить на поверхности различные вещества, а также транспортировать различные газы. Кроме того, транспортную функцию выполняют белки плазмы, такие как **липопротеины**, **альбумины** и некоторые **глобулины**.
6. Можно условно разделить нашу задачу на две части: 1) введение наночастиц; и 2) защита от действия иммунной системы.

Общие замечания. Ответом на заданный вопрос можно считать модульную конструкцию, в состав которой входит металлическая наночастица. Наночастица модифицируется так, чтобы к ней можно прикрепить модуль, отвечающий за распознавание модуля иммунной системой, затем прикрепляется транспортный модуль (который может включать вышеописанные компоненты крови), также могут присутствовать другие модули, например, отвечающие за попадание непосредственно в орган-мишень, если есть такая необходимость.

Введение наночастиц. Если нельзя ввести наночастицы напрямую в кровь, то можно выделить компоненты крови и попытаться ввести туда наночастицы, а затем ввести

такие компоненты в кровь. Самыми перспективными в этом отношении являются компоненты, наиболее приспособленные для транспорта веществ – эритроциты и белки плазмы (липопротеины, альбумины и некоторые виды глобулинов). Эритроциты и белки можно выделить из крови пациента, а можно использовать донорские, затем поместить их в среду другого ионного состава, в которой эритроциты и белки не разрушаются, а металлические наночастицы остаются наночастицами, а затем инкубировать их с необходимыми наночастицами. Также, особенно в случае с белками, возможна дополнительная модификация наночастиц различными белковыми и небелковыми компонентами для облегчения соединения (здесь возможны различные варианты связей).

Защита от действия различных факторов иммунной системы. В настоящее время подобная процедура уже отработана, если не с наночастицами, то с различными веществами и лекарствами. Как правило, производится модификация наночастиц различными пептидами или другими веществами, позволяющими иммунной системе считать данный объект частью организма.

В целом, ответ на вопрос может включать другие гипотезы, но идеи о модификации наночастиц, а также о присоединении таких частиц к выделенным компонентам крови должны присутствовать.

На основании доступных Вам данных предположите:

1. По какому механизму наследования передавалась богатырская сила? **(3 балла)**
2. У каких семей из нижнего ряда данной схемы могут родиться дети с повышенными физическими возможностями (укажите номера)? **(4 балла)**
3. Что вы можете сказать о родителях богатыря и его жене? **(3 балла)**

Ответы засчитываются только при наличии объяснения (хотя бы краткого).

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 6. Наследники богатыря

Если внимательно посмотреть на генеалогическое древо, то можно заметить, что сверхспособности передаются только по материнской линии, как дочерям, так и сыновьям, причем величина (проявление) сверхспособностей варьирует и не зависит от пола или поколения потомка. Более всего таким условиям соответствует митохондриальное наследование.

В этом случае сверхсила и суперскорость могут передаваться только от тех родителей, у которых носителями сверхспособностей была мать или бабушка по материнской линии (или еще более давние предки женского рода по материнской линии), поскольку интенсивность сверхспособностей может варьировать от поколения к поколению и не проявиться в каком-либо из поколений. Этим условиям удовлетворяют пары 2, 3 и 5.

В случае митохондриального наследования также можно предположить, что мать, бабушка по материнской линии или еще ранние предки женского рода обладали сверхспособностями. Хотя вполне вероятно, что это была мутация именно у нашего богатыря. Кроме того, жена богатыря или ее предки-женщины также должны были обладать сверхспособностями, иначе они не передались бы по наследству (мы ничего не знаем о предках нашего богатыря и его жены).

Также вполне возможно, что это не митохондриальное наследование, а передача по наследству сложного признака, кодируемого несколькими генами, например, аналогично кодированию цвета глаз. В этом случае достаточно сложно оценить потомков и предков богатыря и его жены. Однако, этому предположению несколько противоречит условие передачи сверхспособностей по женской линии, мы должны предполагать сцепленное с полом наследование, в которой хотя бы один из участвующих в кодировании сверхспособностей ген должен находиться в X хромосоме, что несколько противоречит проявлению сверхспособностей у обнаруженных потомков богатыря.

Кроме того, возможны различные варианты полимерии (возможно сцепленной с полом (!)), однако в нашем случае, при наличии только части родословной (здесь присутствует очень маленькая и не вполне репрезентативная выборка), довольно сложно подтвердить ее наличие, а варианты «против» найти гораздо легче (например, неканоническое расщепление). В то время как гипотеза о митохондриальном наследовании не противоречит всем условиям задачи.

Однако, если Вам удастся создать логичную и непротиворечащую условиям схему передачи сверхспособностей у потомков другим, не митохондриальным, путем, ответ будет безусловно засчитан (ключевые слова здесь «логичную и не противоречащую условиям задачи»).



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 7. Экзобиология

Экзобиологи отправились в экспедицию на планету X, необычную своей разнообразной растительностью и с силой тяжести такой, как на Марсе. Предварительный анализ состава растительных клеток показал, что они содержат большое количество жиров и белков и, в связи с этим, потенциально могут обладать повышенной питательной ценностью для животных по сравнению с растительностью Земли. Однако, электронная микроскопия показала, что растения в клетках накапливают наночастицы меди, образуя их из солей меди, получаемых из почвы.

В экспедиции на планете X перед биологами стояло несколько задач по изучению влияния растительности планеты на разные ткани животных. В качестве привезенных лабораторных животных биологи использовали кроликов.

1. В каких тканях кроликов могут накапливаться наночастицы меди, поглощенные вместе с растениями? **(1 балл)** Какие методы биологи могли бы использовать, чтобы это исследовать? **(1 балл)**
2. При помощи каких методов биологи могли бы исследовать липидный состав мембраны живых клеток печени и скелетных мышц кролика? **(1 балл)**
3. Перед биологами стала задача выделить органоиды скелетных мышц кроликов, которых кормили местной травой. На планете Земля биологи выделяли митохондрии на центрифуге с радиусом 15 см. По протоколу выделение митохондрий на Земле проходило сначала при скорости 1000 оборотов в минуту, а потом при 12000 оборотов в минуту.
 - 3.1. Как вы думаете, какое количество оборотов в минуту на обоих этапах центрифугирования надо было бы использовать, чтобы выделить митохондрии из клеток кролика на планете X? **(3 балла)** Зачем надо использовать два этапа центрифугирования для выделения митохондрий? **(1 балл)** При какой температуре это должно происходить? **(1 балл)**
 - 3.2. Как называется такой способ выделения клеточных органелл? **(1 балл)**
 - 3.3. Как надо было бы изменить протокол центрифугирования, если бы биологам понадобилось выделить цитоплазматические везикулы, с характерным размером в несколько раз меньшим, чем у митохондрий; ядра клеток? **(2 балла)**
4. Как Вы думаете, в каких органоидах скелетных мышц и/или печени могло бы проходить накопление наночастиц и как это можно было бы диагностировать? **(2 балла)**

Всего – 13 баллов



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

1. Исследования на токсичность наночастиц меди показали, что они накапливаются в основном в тканях печени, почек и селезенки. Для оценки токсических эффектов наночастиц меди в первую очередь проводят биохимические анализы крови, так как наночастицы меди оказывают сильные токсические эффекты и повышают такие показатели, как азот мочевины, уровень креатинина, общих желчных кислот и щелочной фосфатазы, что свидетельствует о почечной и печеночной дисфункции. Методы оптической микроскопии позволяют увидеть, что изменяется цвет почечной ткани на бронзовый и цвет клеток селезенки. Методом электронной микроскопии можно обнаружить накопление наночастиц меди в лизосомах.
2. Это ряд современных методов, таких как спектроскопия скоррелированной флуоресценции (FCS), флуоресцентная микроскопия одиночных молекул, микроскопия подавления индуцированного излучения, методы отслеживания одиночных частиц (SPT) и картирования тепловых движений (TNI), флуоресцентно-резонансный перенос энергии (FRET).
3.
 - 3.1. Для начала нам надо будет посчитать исходя из заданного - круговую скорость и центробежное ускорение для первого откручивания.

$$V = 2\pi rn = (2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot 1000) / 60 = 15.7 \text{ м/с}$$
$$A = V^2 / r = (15.7)^2 / 0.15 = 1643 \text{ м/с}^2$$

Относительная центробежная сила на Земле была бы равна

$$A / g = 1643 / 9.81 = 167.5.$$

Так как на планете X сила тяжести, как на Марсе, а она отличается от земной в 2.644 раза, то нужно на центрифуге создать относительную центробежную силу во столько же раз больше. $167.5 \cdot 2.644 = 442.9 \text{ g}$, так как при меньшей силе ядра и остатки мембран хуже будут осаждены.

Повторим вычисления для второго откручивания.

$$V = 2\pi rn = (2 \cdot 3.14 \cdot 0.15 \cdot 12000) / 60 = 188.4 \text{ м/с}$$
$$A = V^2 / r = (188.4)^2 / 0.15 = 236630 \text{ м/с}^2$$

Относительная центробежная сила на Земле была бы равна

$$A / g = 236630 / 9.81 = 24121.3.$$

Так как на планете X сила тяжести, как на Марсе, а она отличается от земной в 2.644 раза, то нужно на центрифуге создать относительную центробежную силу во столько же раз больше, т.е. 63764 g .

Сначала осаждают ядра и остатки плазматической мембраны, а при последующем центрифугировании уже сами митохондрии. Центрифуга должна быть с охлаждением. Температура, при которой осаждают митохондрии, 4 градуса Цельсия, чтобы не повредить митохондрии при действии клеточных ферментов, которые не активны при такой температуре.

- 3.2. Такой метод выделения называется дифференциальным центрифугированием.
- 3.3. Для выделения цитоплазматических везикул, с характерным размером в несколько раз меньшим, чем у митохондрий, надо было бы увеличить относительную центробежную силу (количество оборотов в минуту), а для того, чтобы осадить ядра клеток, наоборот, ее уменьшить.
4. Накопление наночастиц, скорее всего, будет проходить в лизосомах и пероксисомах скелетных мышц и/или печени. Диагностировать это можно методами электронной микроскопии.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Задача 8. Гематоэнцефалический барьер и нанороботы

Для того, чтобы вещества проникли в мозг, им необходимо преодолеть гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Гематоэнцефалический барьер – это имеющийся у всех позвоночных полупроницаемый фильтр между кровеносной системой и центральной нервной системой, основная функция которого – защита нервной ткани от находящихся в крови клеточных и неклеточных факторов, в том числе от антител и лейкоцитов (способных воспринять нервную ткань как чужеродную), различных токсинов, вирусов, бактерий и проч. Через гематоэнцефалический барьер в мозг поступают питательные и физиологически активные вещества. Транспорт веществ через ГЭБ осуществляется посредством пассивной (облегченной) диффузии как через клеточные мембраны, так и через плотные межклеточные контакты эндотелиальных клеток гематоэнцефалического барьера (липофильные вещества низкого молекулярного веса), либо используя системы специальных транспортных частиц (аминокислоты, глюкоза, пептиды и др.). Это способствует защите нервной системы от вредных воздействий, однако, при этом затрудняет лечение многих заболеваний, так как ГЭБ не пропускает целый ряд лекарственных препаратов (к которым мы будем относить и нанороботов).

Ответьте на несколько вопросов, посвященных гематоэнцефалическому барьеру:

1. Основу гематоэнцефалического барьера составляют эндотелиальные клетки. Существуют ли промежутки между клетками и каков размер межклеточных щелей между ними? **(2 балла)**
2. Под специальными транспортными системами понимают:
 - а) системы активного транспорта;
 - б) системы облегченной диффузии;
 - в) специализированные каналы;
 - г) все вышеперечисленное;
 - д) все вышеперечисленное плюс везикулярный транспорт.

Правильный ответ – **1 балл**.

3. В настоящее время нанороботы – это предмет многочисленных спекуляций. Остается непонятным, каким должен быть их размер, материал, система управления и т.д. Тем не менее, уже понятны основные принципы построения нанороботов и основные задачи, которые необходимо решить, чтобы нанороботы успешно работали. Одной из таких проблем является доставка наноробота к мишени, в нашем случае – к нервным клеткам центральной нервной системы. Предположим, что размеры нанороботов сравнимы или немного крупнее размера крупных полипептидов и они не агрегируют в крови. Предложите нетравматический способ введения наночастиц в мозг из просвета кровеносного сосуда через гематоэнцефалический барьер (ответ будет засчитан, если в предложенном механизме будут учтены данные о строении и функционировании гематоэнцефалического барьера). **(максимум 5 баллов)**

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 8. Гематоэнцефалический барьер и нанороботы

1. Эндотелиальные клетки сосудов центральной нервной системы не имеют промежутков и межклеточных щелей, они располагаются сплошным слоем, а между клетками находятся т.н. плотные контакты.
2.
 - д) все вышеперечисленное плюс везикулярный транспорт.
3. Существуют разные способы (модели) прохождения гематоэнцефалического барьера. Здесь мы предлагаем рассмотреть наиболее традиционный и наименее травматичный и не рассматриваем варианты, например, с использованием инъекций в заданную область, микрокатетеров и т.д.

Как уже упоминалось в другой задаче, логично рассматривать наноробота в качестве модульной структуры, в которой есть модуль, ответственный за прохождение гематоэнцефалического барьера, модуль, выполняющий основную функцию, модуль, ответственный за распознавание иммунной системой и т.д. Данная схема также применима и к введению лекарств. Наиболее перспективно в этом случае будет выглядеть использование специальных транспортных систем в гематоэнцефалическом барьере, предназначенных для транспорта необходимых мозгу веществ. Поскольку, по условию, наши нанороботы довольно большие, то, скорее всего, в качестве модуля, ответственного за прохождение барьера, нужно использовать структуры, которые будут комплементарны рецепторам, участвующим в транспорте веществ посредством трансцитоза (например, структуру, аналогичную трансферрину для взаимодействия с трансферриновым рецептором). Также перспективным кажется вводить наночастицы в липопротеины низкой плотности с их последующей доставкой в мозг.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 9. Необычные “кукухо”

Профессор Алехандро Плата остановился в городке Сан-Рафаель лас Флорес, в Гватемале. Делать здесь было особенно нечего – не на серебряный же рудник Эскобаль смотреть, в самом деле. Однажды вечером, гуляя по холмистым окрестностям, профессор был поражен ярким светом, который можно было видеть в зарослях местного кустарника. Как он и ожидал, это оказались светящиеся жуки “кукухо” (*Pyrophorus noctilucus*), но до чего же они были яркими! Гораздо ярче, чем те, что он видел прежде, хотя и обычные “кукухо” – самые яркие из светящихся насекомых.

Заинтересовавшись необычными жуками, профессор собрал несколько образцов и увез их с собой. Жуки неплохо прижились у него в лаборатории, однако, светились уже не так ярко. Анализ показал, что в светящихся органах этих жуков жили бактерии, на электронных фотографиях которых можно было видеть маленькие электронноплотные включения, диаметром 13–15 нм.

Съездив в ту же местность еще раз, профессор Плата привез также образцы почвы и растений оттуда и поместил их в террариум с жуками. К своему удивлению, он обнаружил, что яркость свечения жуков вновь начала возрастать! Анализ почвы и растительных остатков показал относительно высокое содержание ионов серебра.

1. Какие еще светящиеся виды членистоногих вы знаете, и на каких жизненных стадиях наблюдается свечение? **(1 балл)**
2. Опишите молекулярный механизм свечения светящихся насекомых? **(1 балл)**
3. Как насекомые используют свое свечение? **(1 балл)**
4. Предположите возможный механизм сверхяркого свечения жуков из рассказа, свое предположение обоснуйте. **(4 балла)**
5. Почему симбиоз с бактериями оказался выгодным жукам из рассказа? **(4 балла)**

Всего – 11 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 9. Необычные “кукухо”

1. Насекомые – светляки (семейство жуков); кроме взрослых животных светятся также личинки и яйца, иногда и куколки; также Фриксотрикс (жук-семафор), некоторые грибные комарики (двукрылые). Некоторые многоножки и сороконожки. Кроме этого, ряд морских ракообразных.
2. Как правило, свет возникает в ходе окисления белка люциферина в присутствии фермента люциферазы.
3. Часть насекомых использует свечение для коммуникации, прежде всего при поиске и привлечении партнера. Часть – хищники – для подманивания жертвы.
4. Можно предположить, что в lanterns (органы свечения) этих жуков поселились бактерии, вырабатывающие наночастицы серебра, на которых происходил плазмонный резонанс и усиление свечения. Близость серебряного рудника Эскобаль указывает на то, что почва рядом может быть “загрязнена” серебром, свечение пропало при питании жуков обычным кормом и восстановилось, когда увеличилось содержание серебра.
5. Жуки смогли светиться ярче, т.е. более эффективно привлекать партнеров при размножении. Личинки (хищники) смогли более эффективно приманивать добычу.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 10. Антитела природные и искусственные

Появление вторичного, или приобретенного иммунитета у высших позвоночных животных привело к резкому повышению устойчивости к различным инфекциям, выживанию после контакта с болезнетворными вирусами и бактериями, а также более эффективному выявлению в собственном организме атипичных клеток, способных перейти в раковые.

1. Перечислите клетки, обеспечивающие приобретенный иммунитет. **(0.5 балла)**

Образование антител является особенностью одного из типов клеток приобретенного иммунитета и важнейшим этапом борьбы с инфекциями и раковыми клетками. Особое строение антител гарантирует, что среди всех их вариантов найдется подходящее антитело к каждому антигену.

2. Какие клетки и в результате какого процесса синтезируют антитела? **(0.5 балла)**
Опишите строение антител и назначение их каждого функционального участка. **(0.5 балла)**

Антитела можно охарактеризовать с точки зрения их специфичности. Большая часть антител является моноспецифическими, но крайне редко встречаются и природные биспецифические антитела. Кроме того, в настоящее время проводятся активные разработки новых лекарственных препаратов, основанных на искусственных биспецифических антителах.

3. Какой участок антитела определяет его специфичность? **(0.5 балла)** В чем преимущество биспецифических антител по сравнению с моноспецифическими? **(1 балл)** Какие функции могут выполнять биспецифические антитела, и какое у них может быть строение? **(2 балла)** Предложите устройство лекарственного препарата, основанного на биспецифических антителах. **(3 балла)**

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) **Решение задачи 10. Антитела природные и искусственные**

1. Клетками приобретенного иммунитета являются лимфоциты – В и Т-клетки.
2. Антитела производятся В-лимфоцитами. Природные антитела имеют Y-образную форму и состоят из консервативного и вариабельных участков, Fc и Fab. Консервативный домен и большая часть вариабельных участков имеют одинаковое строение для всех антител, синтезированных в организме. Небольшая часть вариабельного домена имеет уникальную структуру и отвечает за высокоспецифическое взаимодействие с антигеном. Функция консервативного домена состоит в привлечении к антителу NK-клеток (естественных киллеров), макрофагов и Т-клеток, обеспечивая антитело-опосредованное элиминирование клеток, на поверхности которых связались антитела (это могут быть раковые клетки или клетки, пораженные вирусами или бактериями). Антитела могут также связываться со свободными чужеродными белковыми молекулами (например, токсинами, образовавшимися при бактериальной инфекции) и ускорять их выведение из межклеточной среды.
3. Специфичность антител определяется вариабельным участком. У биспецифических антител есть два разных вариабельных участка, что позволяет антителу взаимодействовать с двумя различными антигенами. При этом искусственные биспецифические антитела могут иметь консервативный Fc домен и два разных Fab домена или могут состоять только из вариабельных доменов с гибкой сшивкой.

Возможное строение лекарственного противоракового препарата: Fc домен и два Fab участка. Консервативный домен привлекает и связывает NK-клетки или макрофаги, первый вариабельный участок отвечает за связывание со специфическим антигеном на поверхности раковой клетки, а второй Fab участок связывает антиген на поверхности Т-клетки. Таким образом, достигается одновременное привлечение к раковой клетке двух типов иммунных клеток, что улучшает "исход" борьбы иммунитета с раковыми клетками. Ещё возможный вариант – создание комплексного лекарственного препарата для лечения нейрональных патологий. Первый Fab домен отвечает за взаимодействие со специфическим рецептором на поверхности клеток гематоэнцефалического барьера и проникновение в ткани мозга (например, с трансферриновым рецептором), а второй Fab домен отвечает за связывание с мишенью на поверхности нейронов или глиальных клеток.

-NANO >XIV
НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!

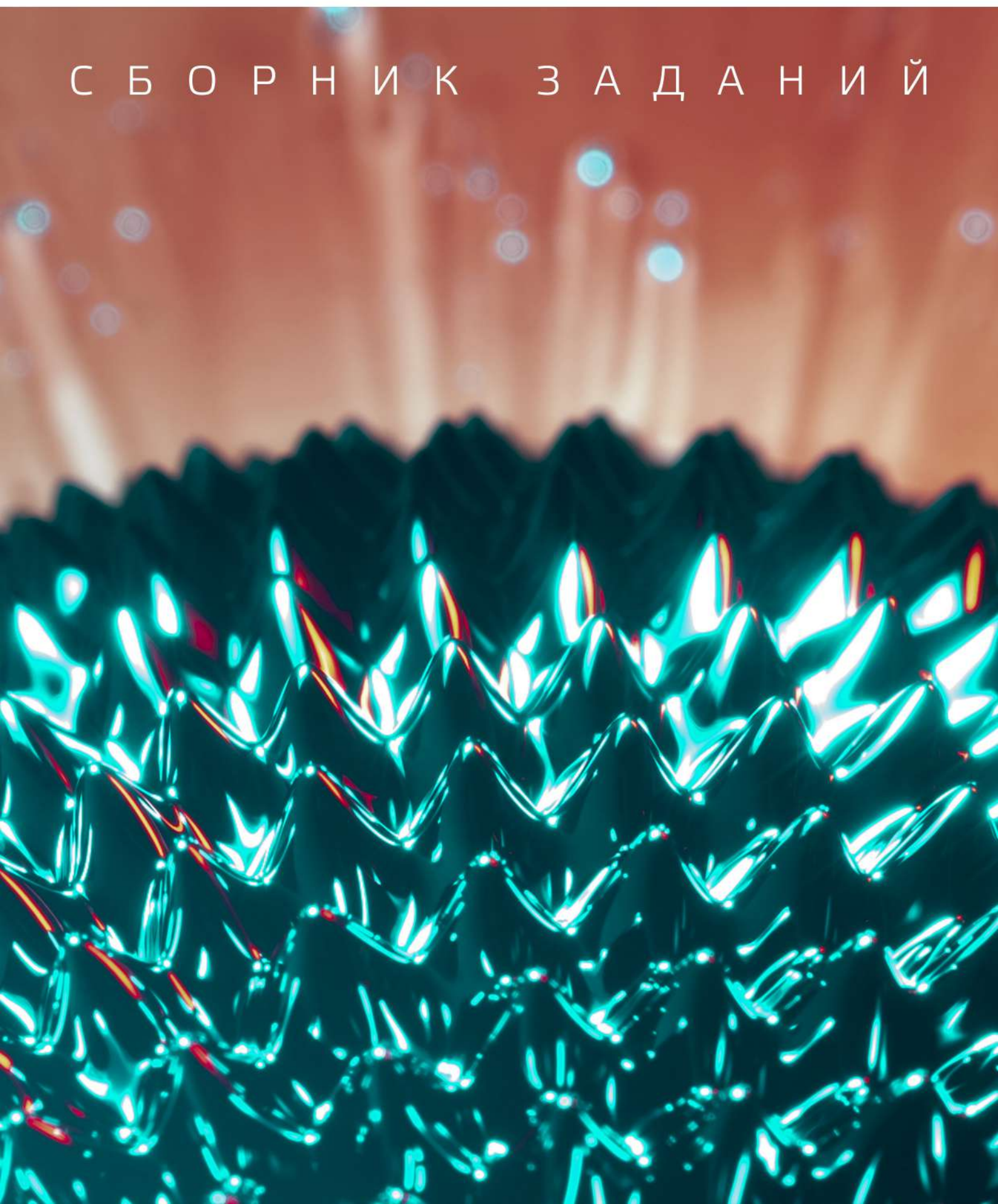


МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА



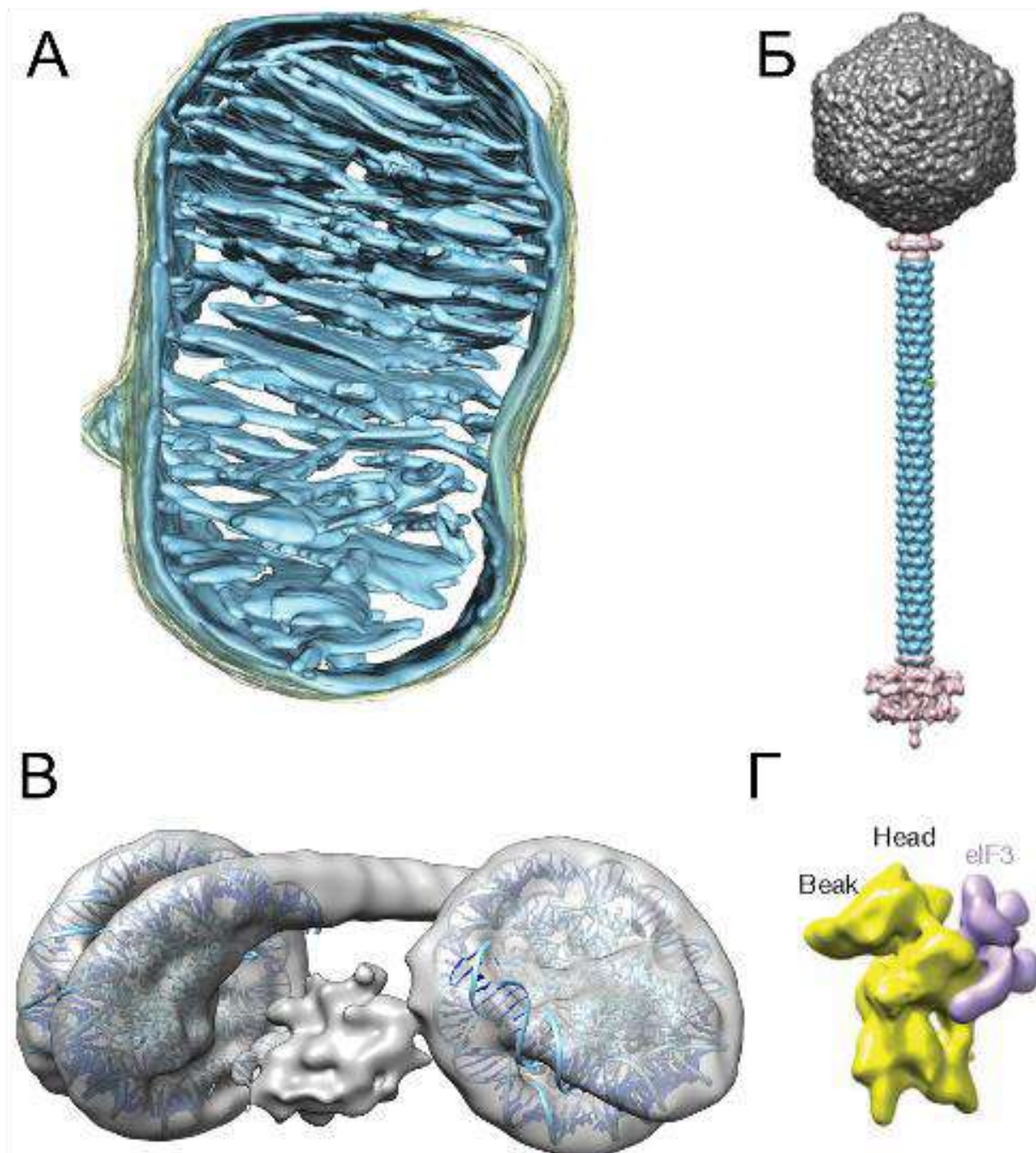
ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
Группа РОСНАНО

СБОРНИК ЗАДАНИЙ



Задача 1. Как заглянуть в клетку

Каждый биолог мечтает заглянуть внутрь живой клетки и увидеть объект исследования своими глазами. Для этого существует много способов. Речь идет, конечно же, о микроскопии. На рисунке представлены 4 изображения, полученные одним и тем же методом (масштаб разный). За этот метод была присуждена Нобелевская премия по химии.



1. О каком методе идет речь? (1 балл)
2. Опишите основу этого метода (в чем его особенность, как исследовать крупные образцы). (2 балла)
3. Определите, что изображено на рисунках? (4 балла)

4. Какой(ие) еще метод(ы) позволяет(ют) получать схожие изображения с более высоким разрешением, но при этом требует более сложной методики приготовления проб? **(1 балл)**

5. Какие разновидности микроскопии позволяют исследовать:
 - а) строение клетки? **(1 балл)**
 - б) взаимодействие отдельных молекул внутри клетки? **(1 балл)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 1. Как заглянуть в клетку

1. Криоэлектронная микроскопия.
2. Это разновидность просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), в которой образец исследуется при криогенных температурах (обычно в жидком азоте). Крупные образцы должны быть остеклованы замораживанием в жидком этане и разрезаны на тонкие срезы. По двумерным изображениям серии срезов можно воссоздать трехмерное изображение объекта.
3. А. Митохондрия.
Б. Бактериофаг.
В. Спираль ДНК (с гистоном).
Г. Рибосома.
4. Рентгеноструктурный анализ, ЯМР.
5.
 - а) Просвечивающая или сканирующая электронная микроскопия, оптическая микроскопия, флуоресцентная микроскопия, атомно-силовая микроскопия.
 - б) Флуоресцентная микроскопия (в том числе ее «сверхразрешающие» разновидности) при окрашивании исследуемых молекул; ПЭМ при мечении молекул наночастицами.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 2. Болезни кентавров

В лаборатории Хогwartса изучали болезнь, которая вызывает дегенеративные неврологические расстройства у кентавров. Биопсия головного мозга пораженных кентавров обнаруживает агрегацию «прионного белка» – белка, который способен складываться в несколько структурно различных форм. Были идентифицированы две версии белка. Нормальная форма преимущественно состоит из альфа-спиралей, тогда как вариант прионного белка имеет значительные структуры из бета-листов. Примечательно, что гидрофильные радикалы аминокислотных остатков располагаются по одну сторону «листа», гидрофобные — по другую. Так, белки с преимущественно бета-структурами имеют на внешней поверхности белка больше гидрофобных радикалов аминокислот.

Гермиона выделила нормальную и «прионную» формы белка и закристаллизовала их. Пробирки с белком были промаркированы. Но, к сожалению, маркер был нестойкий и маркировку случайно стерли с пробирок. Гермиона это обнаружила в тот момент, когда образцы должны были срочно передать в лабораторию маглов. Но она, потратив небольшое количество белка, с помощью простого эксперимента легко выяснила, в какой пробирке находится какой белок. В это же время в лаборатории маглов было разработано лекарство, которое селективно расщепляло ковалентные связи между двумя атомами серы несмежных аминокислот в полипептидной цепи прионной формы белка кентавров.

1. Назовите несколько примеров болезней, которые вызваны прионными белками в мире маглов? **(3 балла)**
2. С помощью каких белков в реальной клетке осуществляется контроль за укладкой молекулы белка в нативную форму? **(1 балл)**
3. Как вы думаете, как Гермиона различила свои образцы? **(4 балла)**
4. Какой уровень структуры белка будет наиболее затронут лекарством маглов? **(2 балла)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 2. Болезни кентавров

1. Например, спорадическая болезнь Крейтцфельда–Якоба (sCJD), синдром Герстмана–Штраусслера–Шейнкера (GSS), фатальная семейная бессонница (FFI), куру и др. Для получения максимального количества баллов за этот подвопрос достаточно указать 3 варианта заболеваний.
2. Шапероны.
3. Она растворила оба образца в воде – нормальная форма белка растворяется быстрее, чем прионная форма.
4. Третичная структура белка.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 3. Зуб отшельника

В лесу нашли отшельника, который утверждал, что ему 200 лет. При осмотре у стоматолога отшельнику вырвали больной зуб. В процессе исследования этого зуба ученые-биохимики изучили содержание различных биомолекул в дентине и опровергли слова отшельника о его возрасте. По их подсчетам ему было около 70 лет.

1. Как вы думаете, какие молекулы в дентине могут подсказать возраст человека? **(3 балла)**
2. Что есть у этих молекул и чего нет у молекулы глицина? **(2 балла)**
3. Какой примерный процент этих биомолекул должен был бы быть в зубе отшельника, если бы он говорил правду о своем возрасте. Приведите расчеты. **(2 балла)**

Всего – 7 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 3. Зуб отшельника

1. L-аспарагиновая кислота самопроизвольно рацемизируется при температуре человеческого тела со скоростью 0,1 % в год. В период формирования зубов в дентине содержится только L-аспарагиновая кислота, у взрослого же человека в результате рацемизации образуется D-аспарагиновая кислота.
2. Молекула глицина не имеет стереоизомеров.
3. $0,1\% \times 200 \text{ лет} = 20\%$ D-аспарагиновой кислоты должно бы было быть в зубе.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 4. Группы крови. Люди и их питомцы

Поговорим о группах крови. Попробуйте ответить на ряд вопросов, посвященных системам крови человека и его питомцев – кошек (и совсем немножечко) собак.



Не на все из этих вопросов можно ответить, используя знания, полученные в рамках школьной программы, однако умение находить (и анализировать) информацию из открытых источников — это необходимое профессиональное качество ученого. Проверьте свои возможности. Вполне вероятно, что некоторые из этих знаний пригодятся вам в очном туре.

Пожалуйста, представьте ответ на вопрос в виде буквенной последовательности вида **ABCDEF**, где номер буквы – правильный с Вашей точки зрения ответ. Существует только один ответ на вопрос! Пробелов и номеров вопросов ставить не надо! Это значительно облегчит проверку. Помогите проверяющему, и проверяющий (возможно ;)) поможет Вам!

Пожалуйста, укажите какие из нижеперечисленных утверждений, на Ваш взгляд, ближе всего к истине.

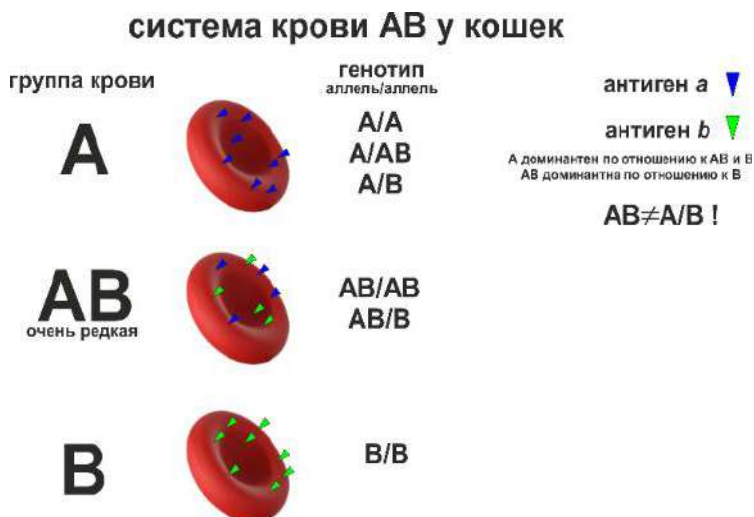
1. У человека присутствует **(2 балла)**:

- A) 3 группы крови;
- B) 4 группы крови;
- C) 8 групп крови;
- D) более 30 групп крови?

2. В человеческой крови **(2 балла)**:

- A) первая группа – универсальный донор, четвертая – универсальный реципиент;
- B) первая группа – универсальный донор эритроцитов, четвертая – универсальный донор плазмы;
- C) эритроцитарную массу и плазму можно переливать от любого донора к любому пациенту;
- D) достаточно знать группу крови по системе ABO и резус-фактор, чтобы безопасно переливать кровь;

3. У человека в системе АВО в крови О группы к 10-15 годам появляются антитела к антигенам, похожая ситуация наблюдается и в А и В группах крови, там появляются несовпадающие пары антитело-антиген (антиген А – антитела к антигену В и антиген В – антитела к антигену А, соответственно), то есть в организме появляются антитела к отсутствующим антигенам. Как вы думаете, откуда берутся антитела к антигенам? **(2 балла)**
- А) в настоящее время ученые пытаются это выяснить;
 - В) в геноме есть соответствующие гены и они включаются со временем;
 - С) в результате развития иммунного ответа на вирус гриппа и/или штаммы некоторых бактерий;
 - Д) в результате действия некоего вируса, передающего клеткам хозяина соответствующие антигены, полученные у другого зараженного.
4. Что более опасно при переливании крови (здесь мы рассматриваем только взрослых животных и людей, также известно, что переливаем «неправильную» кровь) **(2 балла)**:
- А) переливание крови от кошки-кошке;
 - В) от собаки-собаке;
 - С) обе эти ситуации одинаково опасны;
 - Д) обе эти ситуации одинаково безопасны;
5. Наиболее распространенная система групп крови у кошек – это система АВ, однако она отличается от человеческой с похожим названием. Данная система содержит три группы крови. Группа крови определяется сочетанием аллелей А, В или АВ, кодирующихся в одном гене. Аллель А доминантна по отношению к АВ и В, а аллель АВ доминантна по отношению к В (смотри рисунок). Какая ситуация может возникнуть в результате скрещивания кошки с кровью группы В и кота с группой А? **(2 балла)**
- А) ничего опасного из-за различных групп крови у кошки и котят не произойдет;
 - В) есть вероятность гибели плода из-за несовместимости групп крови;
 - С) есть большая вероятность гибели котят с отличной от материнской группой крови в первые часы (дни) жизни;
 - Д) обе эти ситуации из пункта В и С одинаково вероятны при рождении котят с отличной от материнской группой крови.



Всего – 10 баллов



**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
 Решение задачи 4. Группы крови. Люди и их питомцы**

За эту задачу можно получить максимум 10 баллов, по 2 балла за подвопрос.

Ответы на подвопросы в виде буквенной комбинации:

ДВААС

Рассмотрим ответы более подробно:

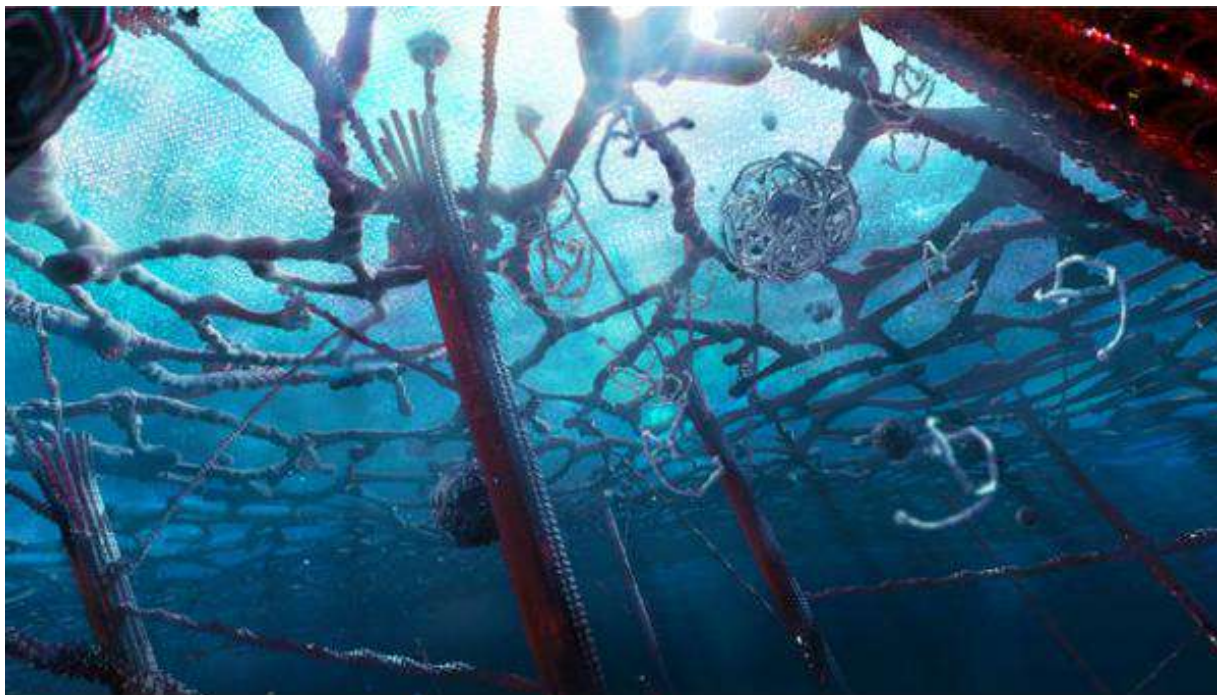
- Для правильного ответа на вопрос нужно понимать, что такое группа крови. Немного упрощенно, группа крови – набор некоторых определенных антигенов эритроцитов, определяемых при помощи специальных методик. Система крови – это совокупность антигенов, контролируемых определенными генами (как правило одним), содержащими различное число аллелей (например, система групп крови АВО, содержащая О, А, В и АВ группы крови, другими примерами могут быть система резус-фактора, система Келла и т.д.). В крови находится множество систем крови и, соответственно, еще больше групп, что и определяет ответ на подвопрос.
- Здесь необходимо вспомнить, что содержит кровь различных групп. Ниже приведена таблица, в которой указано, какие антитела и антигены содержат компоненты крови различных групп:

	Группа крови			
	О	А	В	АВ
плазма	Антитела к антигенам А и В	Антитела к антигенам В	Антитела к антигенам А	нет
эритроциты	нет	Антиген А	Антиген В	Антигены А и В

Из таблицы видно, что плазма О группы содержит антитела к антигенам А и В, значит, ее добавление к крови любой группы вызовет склеивание эритроцитов. В плазме крови группы АВ антител нет, значит, она безопасна для всех групп системы АВО. Зато эритроциты О группы не содержат антигенов, значит, при их добавлении к крови различных групп они не склеятся, что делает их наиболее безопасными.

- Как это ни странно, но единого ответа на этот вопрос нет. Существует довольно широкий спектр гипотез, посвящённых этому вопросу, поэтому ответ «науке это неизвестно» будет наиболее приемлемым.
- Чтобы правильно ответить на этот вопрос, нужно знать о том, что у собак, в отличие от кошек, изначально антител к антигенам в крови нет. Они могут выработаться уже после переливания крови, но на это уходит в среднем 5-8 дней. За это время состояние животного может стабилизироваться, могут подвезти «правильную» кровь, могут синтезироваться «свои» эритроциты, наконец (а вот последующие переливания при наличии антител уже опасны). Таким образом наиболее приемлемым в этом случае будет ответ А – более опасно переливание «неправильной» крови от кошки кошке.

5. В данной ситуации велика вероятность рождения котят с группой крови А (в зависимости от генотипа кота она вообще может быть 100%) или АВ. Это может привести к несовместимости групп крови. При этом, через плаценту в утробе матери антитела практически не передаются и угрозы жизни плоду не несут. Однако, после рождения кишечник котят в первые несколько суток жизни способен поглощать в неизменном виде опасные для котенка материнские антитела, получаемые вместе с молоком, что считается наиболее частой причиной "синдрома угасания котят" в неонатальном периоде.



Аспирант Коврижкин получил наноконструкцию, которая попадает в клетку путем эндоцитоза, однако свое терапевтическое действие осуществляет в клеточном ядре. Он задумался о том, как конструкция в составе эндоцитозной везикулы может добраться от поверхности клетки к ядру: «Везикула «пойдет пешком» или «поедет по железной дороге»?»

1. Предположите, что скрывается под понятиями «пойти пешком» и «поехать по железной дороге». **(2 балла)**
2. Как вы думаете, могут ли «ходить пешком» такие «солидные» органеллы, как митохондрии и хлоропласты? Почему? **(1 балл)**
3. Могут ли ездить на поезде отдельные молекулы, такие как глюкоза, или ионы, например, ионы кальция, натрия? Почему? **(1 балл)**
4. Какие типы «рельсов» в клетке вы знаете? **(2 балла)**
5. Произошла авария, и все «поезда» в клетке остановились. Предположите, что могло произойти? **(3 балла)**
6. Каким еще «транспортом» могут перемещаться в клетке эндоцитозные везикулы? Придумайте аналогию и опишите механизм. **(1 балл)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 5. Сел и поехал

1. «Пойти пешком» - передвигаться с помощью простой диффузии под действием броуновского движения молекул воды. «Поехать на поезде» - использовать специальные системы внутриклеточного транспорта, такие как микротрубочки и микрофиламенты (актин).
2. Относительно крупные объекты, такие как митохондрии и хлоропласты, будут передвигаться с помощью диффузии крайне медленно, т.к. количество соударений молекул растворителя с разных сторон будет большим и приблизительно одинаковым.
3. Нет, т.к. для перемещения при помощи микротрубочек и микрофиламентов вещества должны находиться внутри везикулы. Одиночные молекулы глюкозы и ионы транспортируются путем просто диффузии.
4. Микротрубочки, перемещение по ним осуществляется при помощи моторных белков кинезина и динеина. Актин, перемещение осуществляется при помощи молекул миозина.
5. Транспорт с использованием микротрубочек и микрофиламентов является активным, происходит с затратой АТФ. Возможная причина «аварии» – нехватка АТФ. Это возможно при истощении субстратов цикла Кребса или гликолиза, добавлении агентов, нарушающих работу митохондрий, например, ингибиторы дыхательной цепи, разобщителей окислительного фосфорилирования. Другим типом «аварии» может быть добавление агентов, разрушающих элементы цитоскелета, например, цитохалазина.
6. Возможно также перемещение с потоком цитоплазмы (это не то же самое, что диффузия). Характерно для тех клеток, где есть выраженные потоки цитоплазмы, например, циклозис. Аналогия – водный транспорт, лодка и т.п.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 6. Волшебный Зверь Оця



На далеком Севере живет мальчик Ёгра, и у него есть друг – волшебный зверь Оця. Однажды Ёгра спросил:

– Оця, почему у тебя глаза летом светятся золотом, а зимой – голубые как лёд?

Оця ответил:

– В моем глазу есть светящийся гобелен. Летом плетение его нитей редко, и он золотой. Зимой же мне приходится напрягать зрение, давление в глазу возрастает и нити гобелена прижимаются друг к другу, плетение становится плотным, гобелен становится голубым.

– Значит, нити гобелена не меняют цвет, но сам гобелен окрашивается по-разному в зависимости от их расположения?

– Так и есть, – ответил Оця.

– Выходит, что зимой ты видишь хуже? – с сочувствием спросил мальчик Ёгра.

– Я хуже различаю мелкие детали, но зато могу издали заметить тебя, когда ты приходишь встретиться со мной, – утешил его Оця, – и в этом мне помогает синий цвет светящегося гобелена.

1. Кто такой зверь Оця, что такое светящийся гобелен и есть ли он у других зверей (каких?) и у мальчика Ёгры? Что представляют собой нити гобелена? **(4 балла)**
2. Почему глаза зверя Оця меняются зимой и летом (а не весной и осенью, например)? Почему зимой ему приходится напрягать зрение? **(2 балла)**
3. Зачем зверю Оця светящийся гобелен? **(2 балла)**
4. Как в нанотехнологиях называется изменение окраски поверхности или структуры при изменении расположения или размеров ее отдельных элементов? **(1 балл)**
5. Почему именно синий цвет светящегося гобелена помогает зверю Оця видеть лучше? **(4 балла)**

Всего – 13 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 6. Волшебный Зверь Оця

1. Зверь Оця – северный олень, у него в зависимости от сезона меняется окраска глаз. Светящийся гобелен – Tapetum lucidum – слой сосудистой оболочки глаза, расположен позади сетчатки, представляет собой «зеркальце», отражательную оболочку. Состоит из волокон коллагена и кристаллов гуанина. Тапетум есть у кошек, собак, других млекопитающих и даже у некоторых ракообразных. У человека тапетума нет.
2. На севере в полярных широтах зимой полярная ночь и темно, летом – полярный день, однако снег местами не тает и дает дополнительное отраженное освещение. Поэтому зимой и летом глаза оленя адаптируются к пониженной и повышенной освещенности.
3. Как и у других животных, тапетум отражает поток света, уже прошедший сквозь сетчатку, обратно, таким образом увеличивая вероятность поглощения фотонов зрительным пигментом. Это адаптация к условиям пониженной освещенности.
4. Структурная окраска. Примеры в живой природе – окраска бабочек, хамелеона и т.п.
5. Синий свет лучше рассеивается на неоднородностях среды. Поэтому он не просто отражается от тапетума, но и рассеивается во всех направлениях. Таким образом, вероятность поглощения фотонов пигментными клетками сетчатки еще больше увеличивается. Кроме того, в течение полярной ночи спектр освещения смещается в синюю и УФ область, и именно эта область спектра лучше отражается тапетумом, увеличивается вероятность поглощения именно «синих» фотонов.

Использованная литература

Stokkan Karl-Arne, Folkow Lars, Dukes Juliet, Neveu Magella, Hogg Chris, Siefken Sandra, Dakin Steven C. and Jeffery Glen Shifting mirrors: adaptive changes in retinal reflections to winter darkness in Arctic reindeer. 22 December 2013, Volume 280 (Issue 1773). *Proc. R. Soc. B.* <http://doi.org/10.1098/rspb.2013.2451>



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Задача 7. Минипут или лилипут?

В фильмах «Артур и минипуты» и «Человек-муравей» показаны уменьшения людей до размера в несколько миллиметров. В фильмах «Артур и минипуты» Артур и сами минипуты размером около 2.5 мм. А в фильме «Человек-муравей» герои могут уменьшаться до размеров муравья (около 5 мм) и увеличиваться до 10 метров. При этом они могут совершать «скачок» и оказываться в квантовом мире.

При расчетах считать рост человека равным 180 см.

1. Обоснуйте, возможно ли подобное изменение размеров человеческого организма в случаях, когда:
 - 1.1. клетки изменяют размер равномерно, при этом число клеток не меняется. **(2 балла)**
 - 1.2. клетки не изменяют размер, при этом их количество меняется при неизменном размере молекул и атомов **(2 балла)**. Что происходит с АТФ? **(2 балла)**
2. Возможно ли при изменении размеров клеток изменение количества молекул в клетках? Необходимо ли оно? **(2 балла)**
3. Что при изменении размеров выгоднее – изменять внешний вид и физиологию, как в фильме «Артур и минипуты», или оставаться в исходном физиологическом состоянии, как в фильме «Человек-муравей»? В качестве «клеток сравнения» возьмите эритроциты, размер которых в диаметре составляет около 8 мкм и в толщину в самом широком месте равен 2 мкм, диаметр гемоглобина – около 7 нм. **(2 балла)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 7. Минипут или лилипут?

1. Уменьшение или увеличение невозможно:

- 1.1. При равномерном изменении размера клеток, произойдет изменение размера человека в 720-360 раз. При этом, размер маленьких клеток будет сопоставим с толщиной плазматической мембраны – в клетках не будет места для внутриклеточных структур. На примере эритроцита получаем, что он будет иметь диаметр 10-22 нм и ширину 2.7-5.5 нм. В таком случае, при отсутствии изменения своих молекулярных размеров гемоглобин не сможет расположиться в эритроците, так как толщина плазматической мембраны составляет 10 нм.
- 1.2. При равномерном изменении количества клеток необходима либо энергия на их образование (при увеличении), либо существование системы регуляций, которые утилизируют бы клетки (при уменьшении). В обоих случаях процессы будут проходить с затратой энергии в виде АТФ и дополнительных строительных материалов, которого не хватит при увеличении человеческого организма. Так, некоторые клетки расходуют примерно 75% всей АТФ на синтез новых соединений (белков). Больше всего энергии тратится на синтез веществ в фазу роста клетки. При постоянном синтезе АТФ необходимо большое количество сахаров, учитывая увеличение размера в 5.5 раз, организму не хватит всех запасов углеводов, белков и жиров на синтез АТФ. Человек погибнет от изнеможения.

При уменьшении организму будет необходимо быстро избавиться от продуктов распада клеток и лишних молекул, что может привести к токсическому воздействию, либо к перегрузке работы выделительной системы. При распаде сложных органических молекул будут образовываться простые молекулы с выделением энергии в виде АТФ и тепла.

Энергия, освобождающаяся при распаде органических веществ, не расходуется сразу, а запасается в форме АТФ. Первый этап: подготовительный – ферментативное расщепление сложных органических веществ до простых: белковые молекулы – до аминокислот, жиры – до глицерина и карбоновых кислот, углеводы – до глюкозы, нуклеиновые кислоты – до нуклеотидов. Распад высокомолекулярных органических соединений осуществляется или ферментами желудочно-кишечного тракта или ферментами лизосом. Вся высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла. Образовавшиеся небольшие органические молекулы могут быть использованы в качестве «строительного материала» или могут подвергаться дальнейшему расщеплению. Второй этап: бескислородный (гликолиз) – дальнейший ферментативный распад без участия кислорода. Происходит в цитоплазме клеток. В результате образуется 2 АТФ. Третий этап: стадия кислородного расщепления (аэробное дыхание), происходит в митохондриях. Полное окисление органических веществ с образованием 36 АТФ. На кислородном этапе энергия так же частично выделяется в виде тепла.

2. Возможно, так как при уменьшении размеров, клетки становятся слишком малыми для содержания в себе большого количества молекул. При увеличении размеров произойдет нарушение осмотического давления в клетках, что может привести к изменению их формы (набухание или усыхание) при неизменном количестве молекул до и после изменения размеров. Поэтому для поддержания осмотического давления в клетках и отсутствия осмотического шока необходимо пропорциональное изменение количества молекул в организме (таких как, вода и микро-макроэлементы). При изменении размеров происходит изменение количества АТФ.
3. Лучше превратиться в минипута, потому как их организм отличен от человеческого, а значит, в нем протекают другие пути метаболизма, организм более приспособлен к окружающей среде и иное функционирование клеток. Возможно, у них эритроциты другой формы, либо иная система кровообращения с отличными от человеческих форменными элементами крови.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 8. Клинические испытания

В лаборатории были синтезированы наночастицы, обладающие бактерицидным действием. Ученые сразу предложили 2 способа их потенциального применения: (1) в качестве антисептика для рук и (2) как лекарство от одного из наиболее распространенных осложнений после гриппа – инфекции, вызванной бактериями вследствие ослабления иммунитета.

1. В каком из этих двух случаев потребуются клинические испытания? **(2 балла)**

2. Перед началом клинических испытаний необходимо провести доклинические испытания на животных. Разработайте протокол доклинических испытаний для препарата с пероральным способом введения. В своем ответе не забудьте упомянуть:
 - 2.1. Сколько групп животных вы будете исследовать. **(1 балл)**
 - 2.2. Как вы будете оценивать их состояние. **(2 балла)**
 - 2.3. Предположите, в каких тканях может происходить накопление разработанного препарата на основе наночастиц, и как это можно будет проверить. **(1 балл)**
 - 2.4. По каким критериям можно оценить эффективность и безопасность лекарства. **(1 балл)**

Каждое утверждение обоснуйте.

3. Как вы считаете, для каких животных нужно получать специальное разрешение при исследовании действия на них наночастиц? Ответ обоснуйте. **(3 балла)**
 - 3.1. Дафнии
 - 3.2. Улитки
 - 3.3. Насекомые
 - 3.4. Рыбы
 - 3.5. Лягушки
 - 3.6. Ящерицы
 - 3.7. Птицы
 - 3.8. Мыши и крысы
 - 3.9. Собаки
 - 3.10. Обезьяны

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 8. Клинические испытания

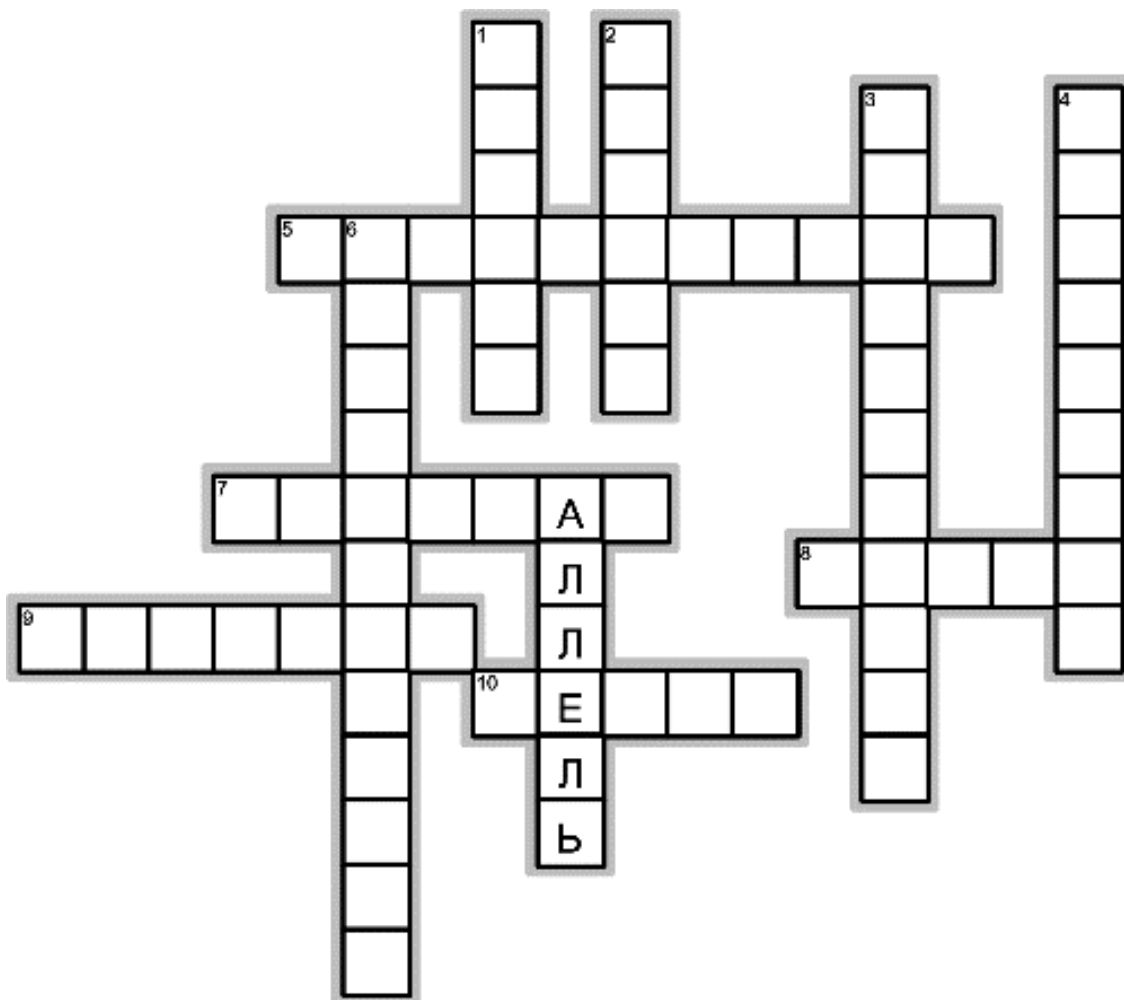
1. Только для лекарства (2).
2. Проведение доклинических испытаний должно быть грамотно спланировано, ведь от этого зависит безопасность и эффективность лекарства:
 - 2.1. Необходимо как минимум 2 группы животных: контрольная (которая будет получать «пустышку» без действующего вещества) и опытная (которой будут давать препарат). В настоящее время рекомендовано проводить доклинические испытания как минимум на 2 видах животных.
 - 2.2. Состояние животных необходимо оценивать по нескольким параметрам. Как минимум по общему состоянию животного (поза, поведение, вес и т.д.) и биохимическим анализам.
 - 2.3. Чаще всего лекарства и продукты их метаболизма накапливаются в печени, поэтому необходимо провести гистологию печени.
 - 2.4. Эффективность – по решению проблемы (например, устранению бактериального заражения в случае применения антибиотика). При этом необходимо результат «опытной» группы сопоставлять с «контрольной» группой, так как выздоровление может происходить само собой за счет иммунитета. Безопасность – по общему состоянию животного, выживаемости, отсутствию побочных эффектов.
3. По Европейским нормам FELASA, для исследований с участием позвоночных животных (группы 3.4 – 3.10) необходимо получать разрешение специальной биоэтической комиссии.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 9. Кроссворд «Аллель»

Предлагаем Вашему вниманию ставший уже традиционным генетический кроссворд «Аллель». За каждое правильно отгаданное слово вы получаете **1 балл**.



По горизонтали

5. Вирус бактерий.
7. Разновидность взаимодействия неаллельных генов, при котором один ген подавляет проявление другого(их) генов.
8. Участок ДНК, несущий "полезную" информацию о синтезе белка.
9. Перестройка хромосомы при которой происходит потеря части молекулы ДНК.
10. Совокупность всех генов, характерных для набора хромосом данного вида организмов.

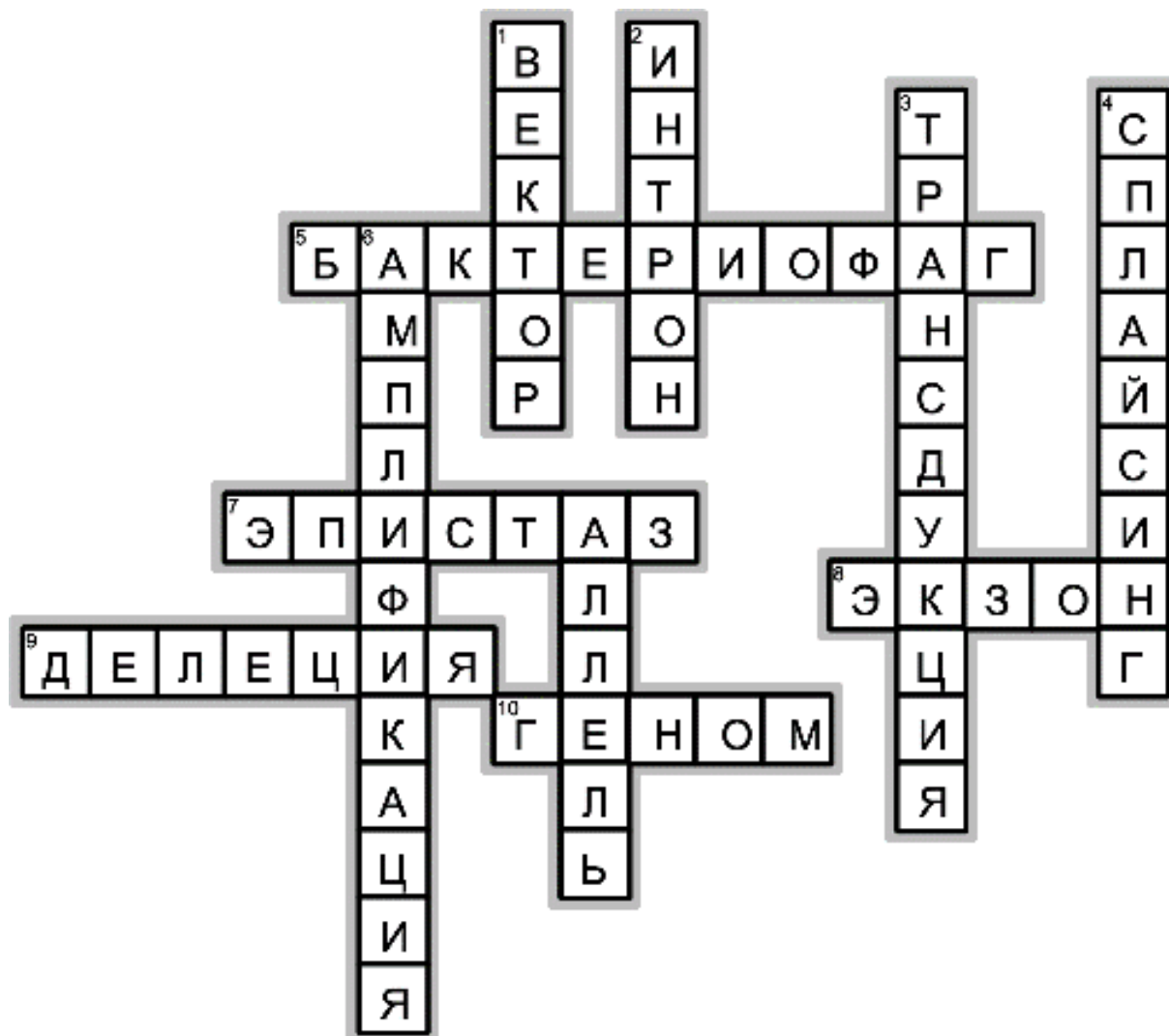
По вертикали

1. Структура, содержащая генетический материал и служащая для внесения чужеродной генетической информации в клетку.
2. Участок гена, который не несет информации, относящейся к синтезу белка.
3. Перенос фрагментов ДНК при помощи вируса.
4. Процесс вырезания нуклеотидных последовательностей, не несущих информации о структуре белка из мРНК.
6. Увеличение числа копий фрагментов ДНК.

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 9. Кроссворд «Аллель»



По горизонтали

5. **Бактериофаг** – вирус бактерий.

7. **Эпистаз** – разновидность взаимодействия неаллельных генов, при котором один ген подавляет проявление другого(их) генов.

8. **Экзон** – участок ДНК, несущий "полезную" информацию о синтезе белка.

9. **Делеция** – перестройка хромосомы, при которой происходит потеря части молекулы ДНК.

10. **Геном** – совокупность всех генов, характерных для набора хромосом данного вида организмов.

По вертикали

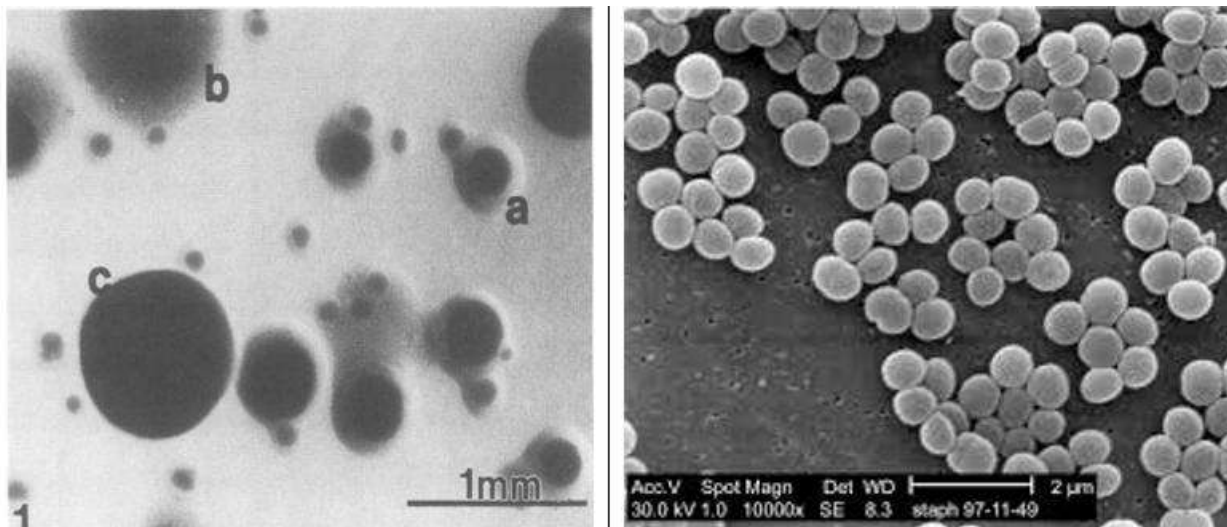
1. **Вектор** – структура, содержащая генетический материал и служащая для внесения чужеродной генетической информации в клетку.

2. **Интрон** – участок гена, который не несет информации, относящейся к синтезу белка.

3. **Трансдукция** – перенос фрагментов ДНК при помощи вируса.

4. **Сплайсинг** – процесс вырезания нуклеотидных последовательностей не несущих информации о структуре белка из мРНК.

6. **Амплификация** – увеличение числа копий фрагментов ДНК.



Микробиологи выделили из организма человека патогенные бактерии и выселили их на питательную среду. Через несколько дней одни из них были явно больше других, но при этом имели один и тот же генотип. На правой фотографии все бактерии только что выделены из организма человека и все они имеют один и тот же размер, на левой фотографии – часть бактерий имеет явно больший размер, чем у остальных. Масштабы, показанные на левой и правой микрофотографиях горизонтальными линиями, разные. При окраске по Грамму бактерии меньшего размера окрашивались в синий цвет, а бактерии большего размера не окрашивались совсем.

1. Что есть у всех бактерий с правой фотографии, в отличие от больших бактерий с левой фотографии? **(2 балла)**
2. Какие из бактерий на фотографиях более устойчивы к осмотическому шоку? **(2 балла)**
3. Как вы думаете, какие из бактерий на этих фотографиях менее устойчивы к антибиотикам пенициллинового ряда и почему? **(2 балла)**
4. К какому основному классу относятся эти бактерии по форме? **(2 балла)**
5. Исходя из фотографий предположите, способны ли эти бактерии к самостоятельному движению? **(2 балла)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 10. Бактерии-переростки

1. У всех бактерий с правой фотографии, в отличие от бактерий с левой картинки, есть клеточная стенка, состоящая из пептидогликана.
2. Какие из бактерий на фотографиях более устойчивы к осмотическому шоку? Более устойчивы к осмотическому шоку бактерии с правой фотографии, так как они имеют клеточную стенку, в отличие от L формы – бактерий с левой фотографии, не имеющих клеточной стенки.
3. Менее устойчивы к антибиотикам пенициллинового ряда бактерии с правой фотографии, так как пенициллин блокирует синтез пептидогликана и приводит к гибели бактерии.
4. По форме эти бактерии являются кокками.
5. Так как на фотографии не наблюдается ни пилей, ни жгутиков, то, более вероятно, что не способны.