



Биология для школьников

Биология

Категория участников: школьники 7-11 классов

Блок теоретических заданий по **биологии для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по биологии, но и по физике, математике, химии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

Задания

1. Нанороботы в системе кровообращения

Профессор Гемоглинонов 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...

2. Эндосимбиоз в клетках

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...

3. Урок зельеварения

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...

4. Приключения Ясона и Геракла

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.

Что Ясону надо было бы обязательно взять с собой...

5. «Прививка от Кроша»

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...

6. Синдром Рефсума

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...

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...

8. Светящиеся в темноте

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...

9. Вот это поворот!

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

10. Вижу цель, не замечаю препятствий

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...

Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 1. Нанороботы в системе кровообращения

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.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 4. Приключения Ясона и Геракла

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.

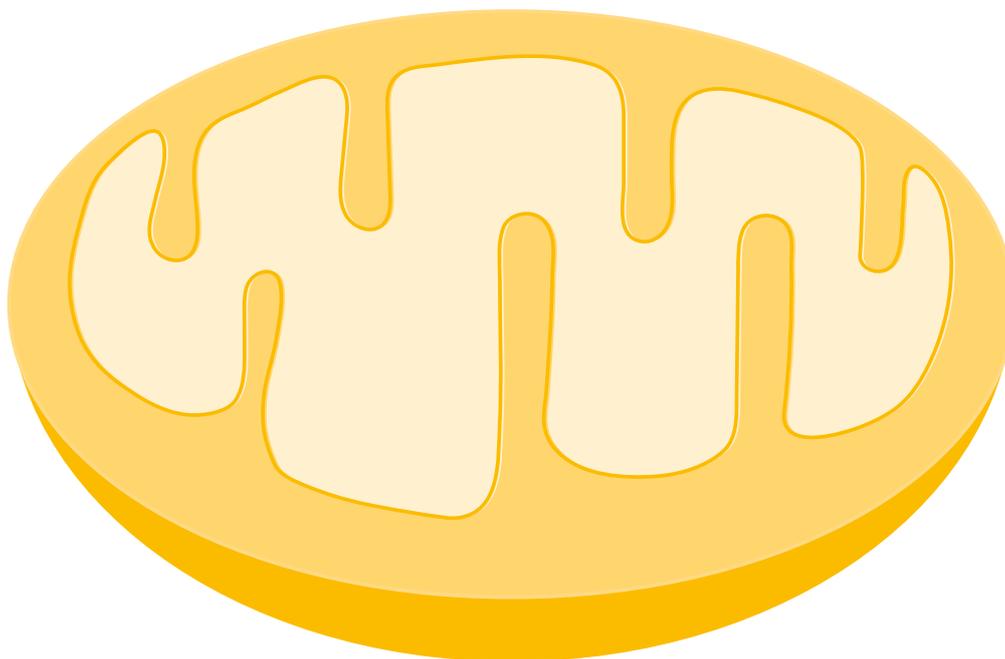
Многие такие заболевания являются наследственными, при этом многие из них, как впрочем, и «обычные» заболевания, могут проявляться не сразу. В последнее время бурное развитие бионанотехнологии позволяет достаточно успешно выявлять, сдерживать и даже излечивать такие заболевания (одним из наиболее ранних 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

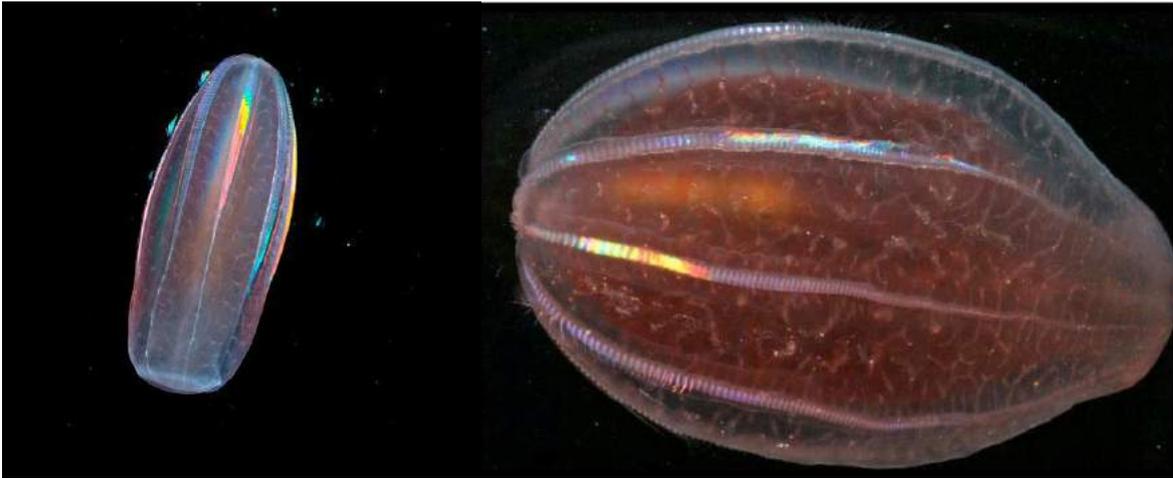
1. Иногда митохондриальные заболевания предлагают разделять на первичные, при которых имеются врожденные дефекты в структуре и функции митохондрий, и вторичные, при которых митохондрии являются главной мишенью в процессе развития таких патологий как механические повреждения ткани, воспаление, гипоксия, 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)**



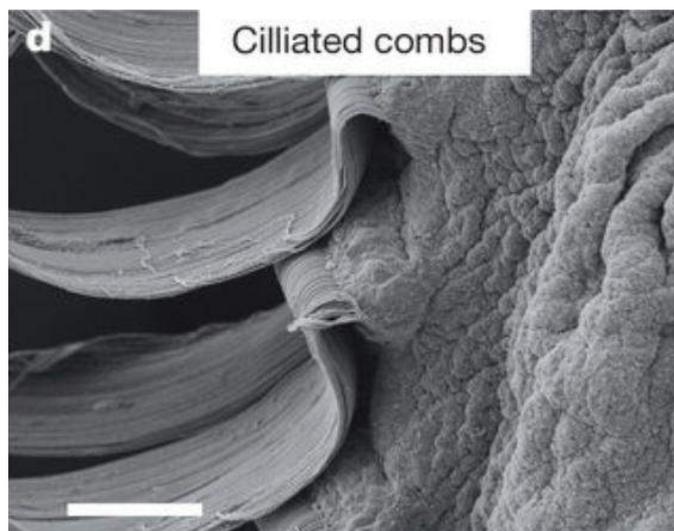
Постоянное свечение сине-зеленого цвета, как заметил Вася, сконцентрировано в 8 радиальных лучах, проходящих вдоль тела. «Ну, почему они светятся, это понятно», – подумал Вася.

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. Прделав 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.

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!**



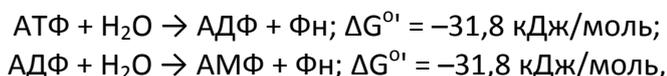
Афанасий Тимофеевич Филимонов прибывает на станцию Энергетическая с двумя чемоданами. Он становится возле дверей, а мимо него пробегают Парамон, а потом снова и снова. И тут – вот это поворот! – у Афанасия Тимофеевича уже три чемодана!

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)**

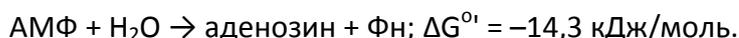
Пожалуйста, при ответе ставьте номер вопроса, на который вы отвечаете.

Всего – 7 баллов

1. А.Т. Фелимонов — 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:

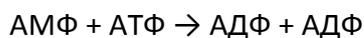


Отщепление последней фосфатной группы от молекулы АМФ приводит к значительно меньшему высвобождению свободной энергии:



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

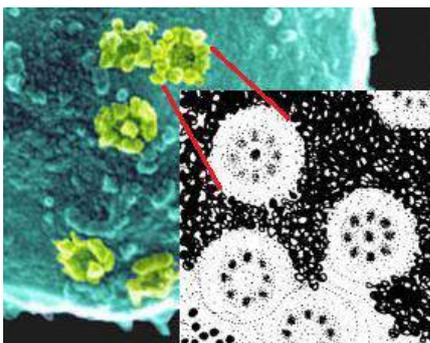
Поясните, почему Вы считаете, что выбранные Вами вещества могут проникать через мембрану.

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