



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) 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

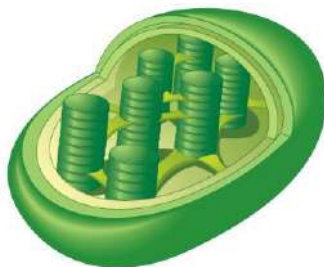
1. Напишите последовательность кодонов иРНК. **(1 балл)** Какие аминокислоты в белковой молекуле кодируются такой последовательностью нуклеотидов? **(1 балл)**
2. Исходя из свойств закодированных аминокислот, предположите, какое место они могут занимать в белковой глобуле в водном растворе, объясните 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

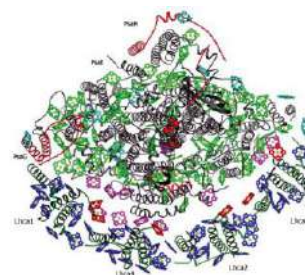
**Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 3. Настройка фотосинтеза**



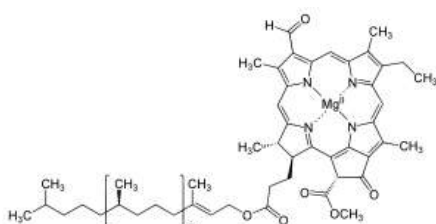
а



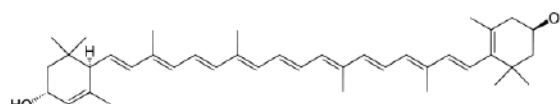
б



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



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)**

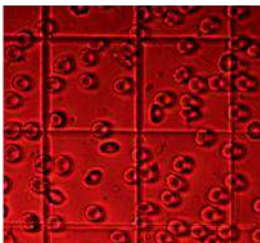
апельсиновый	горелый	грибной
жирный	мясной	острый
мятный	несъедобный	яблочный

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)

Задача 5. Что Вы знаете о крови?

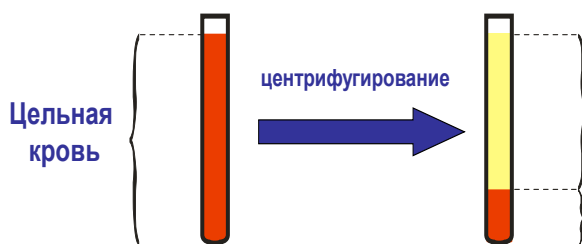


Кровь – одна из важнейших тканей в организме, выполняющая ряд функций и состоящая из жидкой среды – плазмы – и клеток – форменных элементов крови (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов). Что вы знаете о крови? Ниже Вам будет задано несколько вопросов о крови, попробуйте на них ответить.

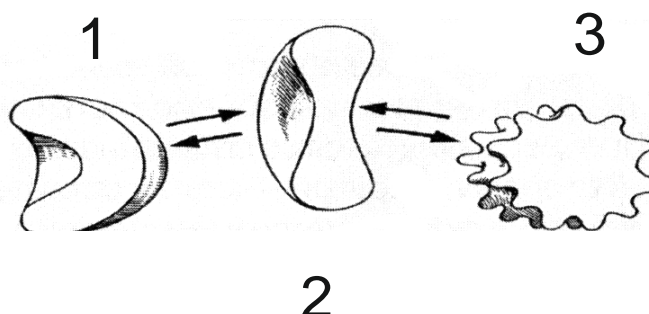
1. К какому виду ткани относится кровь: **(1 балл)**

- 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)**

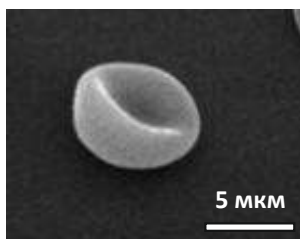


3. Известно, что эритроциты способны обратимо изменять свою морфологию (например, при изменении ионной силы или pH). Ниже на рисунке приведены три основных формы эритроцитов. Назовите их. **(2 балла)**

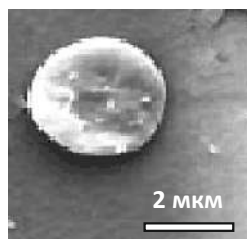


4. Ниже приведено несколько фотографий форменных элементов крови. Сопоставьте название клетки его изображению. **(3 балла)**

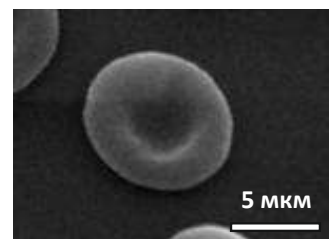
тромбоцит (активированный)
тромбоцит (неактивированный)
лимфоцит
эритроцит (дискоцит)
эритроцит (стоматоцит)
эритроцит (эхиноцит)



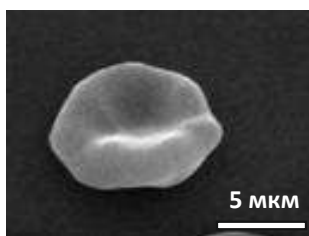
а



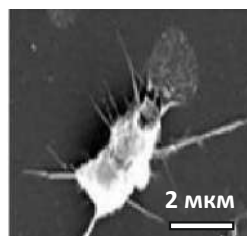
б



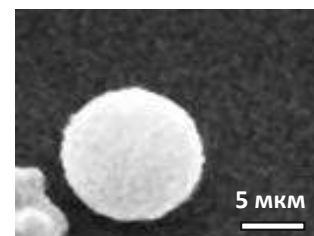
в



г



д



е

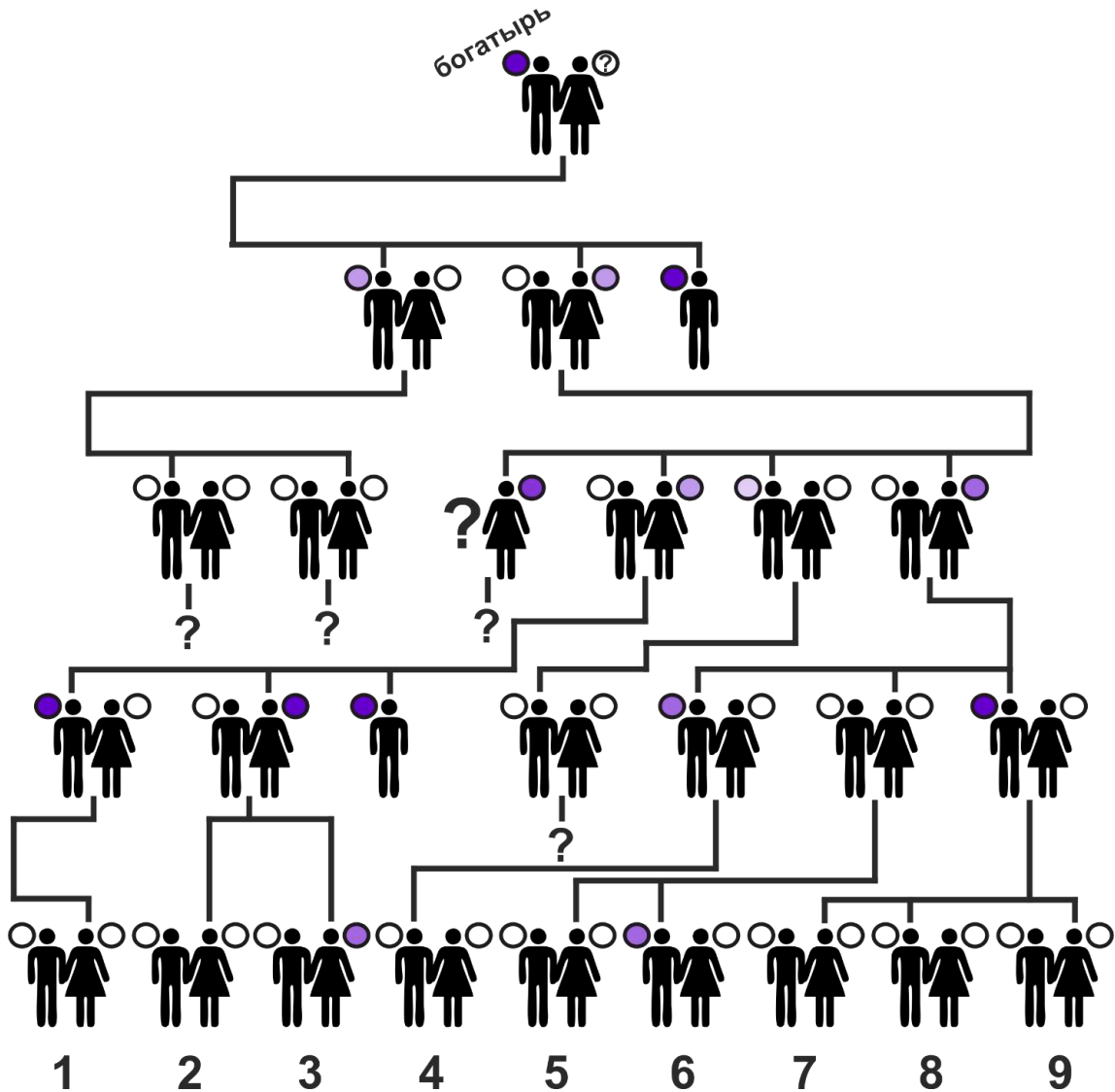
5. Кратко ответьте, какие компоненты крови способны выполнять транспортную функцию? **(1 балл)**

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)
 Задача 6. Наследники богатыря**



В стародавние времена жил на свете один богатырь, который, как и положено богатырю, обладал огромной силой и скоростью, а в бою мог на равных биться с отрядом из нескольких десятков воинов. У богатыря была семья и многие в ней, как мужчины, так и женщины, также обладали сверхспособностями, а некоторые (но не все) из потомков даже сравнивались своими качествами с легендарным предком.

Представьте себе, что вы исследователь, который в старых архивах нашел часть генеалогического древа, принадлежащего нескольким потомкам легендарного героя. На основании этих данных была построена схема, которую Вы видите на рисунке. На рисунке приведена часть генеалогического древа богатыря. Фигурка обозначает пол человека (фигурка в платье – женщина). Интенсивность цвета кружков рядом с фигурками означает наличие сверхспособностей, чем цвет насыщеннее, тем быстрее и сильнее человек (самый насыщенно фиолетовый кружок у богатыря и некоторых его потомков). Белый цвет кружка означает, что физические возможности потомка богатыря не превышают возможностей среднестатистического человека.

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)

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) 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)

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)

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