



Биология для школьников

Комплекс предметов

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 заключительный тур желательно решить задачи не только по биологии, но и по математике, физике, химии, чтобы набрать больше баллов. Дополнительные баллы будут начислены за прохождение двух тестов: ["Нанотест - приглашение на Олимпиаду"](#) и ["Тест ЗНТШ"](#).

Задания

1. Шпинат и нанотрубки

Органоиды, содержащиеся в клетках организма *Spinacia oleraceae* L., на свету выделяют кислород и поглощают углекислый газ. Что это за органоиды и какой процесс происходит в них на свету? *Органоид:* 1) Амилопласты 2) Пероксисомы 3) Лизосомы 4) Хлоропласты 5) Митохондрии...

Решение обновлено 04.02.2021

2. Нанопластик и пищевые цепи мирового океана

В последнее время ученые обнаружили, что микро- и нанопластик может передаваться по пищевой цепи. Зоопланктон «проглатывает» частички пластика вместо фитопланктона или одноклеточных диатомовых водорослей. Составьте максимально длинную и реалистичную пищевую цепь...

Решение обновлено 04.02.2021

3. Голубое

Все четыре изображения объединяет один физический эффект. 1. Назовите его. 2. Опишите подробнее, как он реализуется в каждом из 4 случаев. 3. Какова роль этого эффекта при формировании зеленого и карего цвета глаз? 4. Почему «голубое»?..

4. Научный шпионаж

Доктор Ву нанял частного детектива для того, чтобы проследить за последними исследованиями профессора Шу, своего более успешного коллеги и конкурента. Детектив установил в лаборатории профессора Шу прослушивающее устройство...

5. Цитокиновый шторм

Поговорим о цитокиновом шторме, о котором вы наверняка слышали в последнее время*. Давайте попробуем сильнее углубиться в это понятие, а заодно проверим свои знания, касающиеся воспаления и иммунитета. Выбирать необходимо только один ответ...

6. Вакцина

Предлагаем проверить свои знания по особенно актуальной в настоящее время проблеме – вакцинам. С вакцинами вы часто встречаетесь не только на страницах учебников, в разговорах, газетах и новостях, но также и «лично», в качестве медицинского препарата...

7. Мыши с «тепловизором»

Молодой сотрудник Технического университета г. Хэфэй Юцянь Ма вышел из лаборатории около 6 вечера. Сегодня ему удалось синтезировать наночастицы, поглощающие свет в инфракрасном диапазоне, а светящиеся в зеленом...

8. Включить/выключить

В современных экспериментах часто возникает задача избирательно выключить или включить тот или иной ген, причем в заданный момент времени и в заданном типе клеток. Для решения таких задач распространено использование Cre-рекомбиназы...

9. Как покрасить клетки антителами?

Для исследования морфологии клеток, внутриклеточной локализации белков и белковых комплексов используются различные методы специфического флуоресцентного окрашивания, из которых самым селективным и высокочувствительным является метод иммунохимического окрашивания...

10. НАНО-3 — материал будущего

Нанотехнологи будущего разработали материал НАНО-3, благодаря которому стало возможно сращивание сломанных костей. Для этого, необходимо ввести наноматериал, содержащий микротрубочки, прямо в кость. Какие есть структуры у костей и в чем их отличие друг от друга?..



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 1. Шпинат и нанотрубки

1. Органоиды, содержащиеся в клетках организма *Spinacia oleraceae* L., на свету выделяют кислород и поглощают углекислый газ. Что это за органоиды и какой процесс происходит в них на свету? **(1 балл)**

Органоид

- 1) Амилопласты
- 2) Пероксисомы
- 3) Лизосомы
- 4) Хлоропласты
- 5) Митохондрии

Процесс

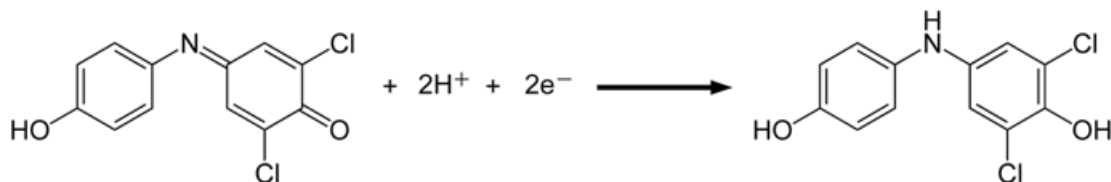
- A. Хемосинтез
- B. Дыхание
- C. Фотосинтез
- D. Транскрипция
- E. Фиксация атмосферного азота.

2. Каковы особенности этих органоидов? **(2 балла)**

- 1) Способны к делению
- 2) Отшнуровываются от аппарата Гольджи
- 3) Во время митоза распадаются на отдельные мембранные пузырьки
- 4) Немембранные органоиды
- 5) Одномембранные органоиды
- 6) Двумембранные органоиды
- 7) Не содержат рибосом
- 8) Содержат рибосомы прокариотического типа 70S
- 9) Содержат рибосомы эукариотического типа 80S
- 10) Не содержат ДНК
- 11) Содержат линейные молекулы ДНК
- 12) Содержат кольцевую молекулу ДНК

3. Ученые из Массачусетского технологического института выделили эти органоиды и добавили к ним углеродные нанотрубки. Оказалось, что в присутствии нанотрубок на свету скорость переноса электронов по электрон-транспортной цепи, локализованной в этих органоидах, увеличивается. Для определения скорости переноса электронов ученые использовали метод, предложенный в 1937 году биохимиком из Кембриджского университета Робертом Хиллом. Хилл обнаружил, что если добавить

к экстрактам листьев растений краситель 2,6-дихлорофенолиндофенол (DCIP – окисленная форма синего цвета), а затем осветить эти препараты, то они будут выделять кислород и одновременно в них будет происходить восстановление этого красителя с образованием бесцветной формы (DCIPH₂).



В темноте не происходило ни выделения кислорода, ни восстановления красителя. Это наблюдение послужило доказательством того, что энергия света может вызывать перенос электронов от воды на молекулу-акцептор. Так как при освещении экстрактов раствор обесцвечивался, по скорости исчезновения окраски можно было рассчитать скорость переноса электронов.

- 1) Какая молекула является природным акцептором электронов (в отсутствие красителя) в листьях? **(1 балл)**
- 2) Какой еще продукт (кроме восстановленного акцептора, электрона и кислорода) образуется при переносе электрона по электрон-транспортной цепи? **(1 балл)**
- 3) Для чего используются эти продукты? **(1 балл)**
- 4) Предположим, что в присутствии DCIP все электроны, образующиеся при окислении воды, идут на восстановление этого красителя. Известно, что в пробирке объемом 1 мл, содержащей органоиды *Spinacia oleracea* L. (см. предыдущие пункты), за 1 час освещения в отсутствие нанотрубок восстановилось 0,026 мкмоль DCIP. Какое количество кислорода (в мкмоль) при этом образовалось? **(3 балла)**
- 5) После добавления углеродных нанотрубок за 1 час освещения в пробирке того же объема образовалось 0,015 мкмоль кислорода. Сколько молекул красителя при этом восстановилось? **(1 балл)**
- 6) Предложите гипотезы, почему углеродные нанотрубки увеличивают скорость переноса электрона. **(1 балл)**

Всего – 11 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 2. Нанопластик и пищевые цепи мирового океана

В последнее время ученые обнаружили, что микро- и нанопластик может передаваться по пищевой цепи. Зоопланктон «проглатывает» частички пластика вместо фитопланктона или одноклеточных диатомовых водорослей.



Чайка



Анчоус



Циклоп



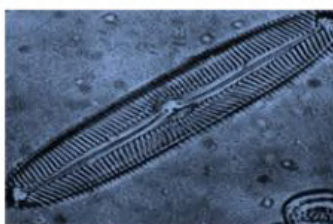
Косатка



Калянус



Морской котик



Диатомея



Барракуда



Кальмар

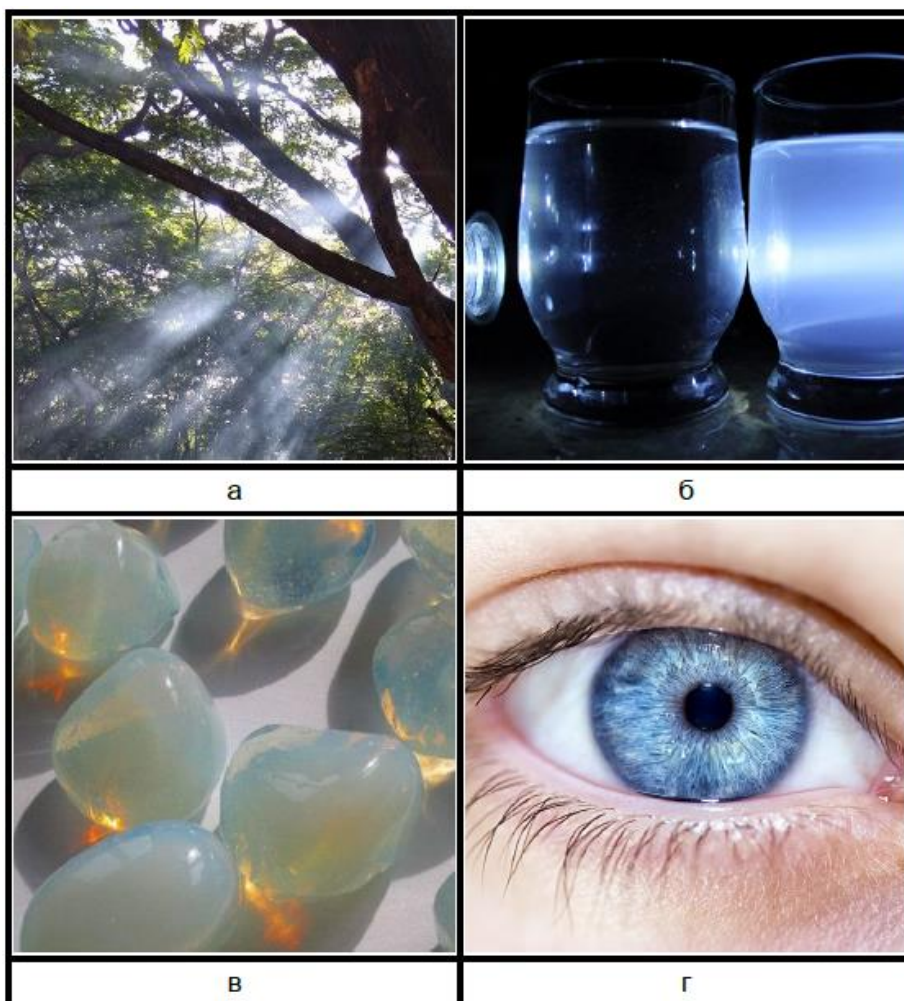
Рис. 1. Представители морской флоры и фауны

1. Составьте максимально длинную и реалистичную пищевую цепь, из представленных выше представителей флоры и фауны. Примите во внимание, что элементом пищевой цепи не являются животные или растения, которые могут выступить в качестве пищи случайно или однократно. **(2 балла)**
2. Составьте три варианта более коротких альтернативных вариантов пищевой цепи. **(3 балла)**
3. К какому типу пищевых цепей относятся составленные вами пищевые цепи? **(1 балл)**
4. Кто из представленных ниже представителей флоры и фауны является автотрофом? **(1 балл)**
5. Назовите консумент 2 порядка, который может содержать в себе микро- или нанопластик. **(1 балл)**

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 3. Голубое



Все четыре изображения объединяет один физический эффект.

1. Назовите его. **(1 балл)**
2. Опишите подробнее, как он реализуется в каждом из 4 случаев. **(4 балла)**
3. Какова роль этого эффекта при формировании зеленого и карего цвета глаз? **(3 балла)**
4. Почему «голубое»? **(2 балла)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 4. Научный шпионаж



Доктор Ву нанял частного детектива для того, чтобы проследить за последними исследованиями профессора Шу, своего более успешного коллеги и конкурента. Детектив установил в лаборатории профессора Шу прослушивающее устройство (профессор любил бормотать себе под нос в процессе работы) и наблюдал за профессором в бинокль. Было видно, как профессор что-то записывает в журнале, но рассмотреть написанное не удалось.

Вечером детектив передал расшифровку доктору Ву.

— Вот что говорил мистер Шу, но часть информации он молча записал в журнал. Выкрасть журнал будет затруднительно.

— Не стоит беспокоиться, - ответил доктор Ву, - я уже понял, чем занимается мой коллега.

Заполните пробелы в расшифровке аудиозаписи (каждый пробел может включать от одного слова (и даже части слова) до 4-5 предложений):

«В культуральной жидкости культуры опухолевых клеток мы обнаружили интересные частицы. Их диаметр был равен в среднем около 80 нм. На фотографиях, полученных с помощью электронного микроскопа, отчетлива видна округлая форма и однослойная мембрана. Вирусную природу этих частиц мы исключили, анализ состава показал отсутствие фрагментов вирусных ДНК или РНК, но наличие микроРНК. Для того, чтобы избавиться от последних сомнений, провели анализ белков — белки цитоскелета, белки комплексов гистосовместимости, тетраспанины. Сомнений нет, эти частицы — (1)_____. Для дальнейших исследований нужно заказать ультрацентрифугу. Затем посмотрим, как они будут взаимодействовать со здоровыми клетками. Пометим тетраспанины мембраны опухолевых клеток флуоресцентным красителем, он прикрепится к участкам, ориентированным во внеклеточное пространство. Тогда в процессе образования эндосом — очень похожее слово — краситель окажется вот здесь, на (2)_____, а потом, когда образуются мульти(3)_____, вот здесь, на (4)_____, потом произойдет (5)_____, наши частицы окажутся во внеклеточном пространстве. Выделим и концентрируем их, добавим к культуре здоровых клеток. Конечно, мембраны (6)_____, а помеченный красителем участок белка будет ориентирован (7)_____. Посмотрим, как будут развиваться здоровые клетки после такого воздействия. Но хорошо бы использовать это на благо. Например, (8)_____.»

Ответ представьте в виде списка: номер пропуска и ваша версия пропущенного фрагмента. При желании можете добавить пояснения.

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 5. Цитокиновый шторм



Поговорим о цитокиновом шторме, о котором вы наверняка слышали в последнее время*. Давайте попробуем сильнее углубиться в это понятие, а заодно проверим свои знания, касающиеся воспаления и иммунитета. Максимальное количество баллов за это задание – 10. Выбирать необходимо только один ответ. Ответ представьте в виде произвольной таблицы для первых семи вопросов и схемы с ответом на 8 вопрос:

Таблица 1. Пример заполнения таблицы с ответами (в строке «Ответы» надо указать буквы, соответствующие вашему выбору в ответе на подвопрос)

Подвопрос	1	2	3	4	5	6	7
Ответ							

В другом виде правильность проверки не гарантируется и ответ не будет засчитан!!!

*Звездочка в тексте означает что к этому понятию или вопросу существуют справочные материалы, которые, как мы надеемся, помогут вам разобраться в этом вопросе.

Итак:

1. Что такое цитокины? (1 балл)

- A. Небольшие информационные пептиды, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.
- B. Небольшие информационные полипептиды и белки, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.
- C. Информационные молекулы – эфиры, содержащие амидную группу, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.
- D. Информационные молекулы – сахаросодержащие спирты, которые синтезируются лимфоцитами, фагоцитами и другими клетками иммунной системы, а также клетками стромы.

2. Цитокины делятся на группы и обеспечивают (1 балл)

- A. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО α , интерферон γ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF β) воздействие, регуляцию клеточного иммунитета, регуляцию активности гормональной системы.
- B. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО α , интерферон γ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF β) воздействие.
- C. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО α , интерферон γ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF β) воздействие, регуляцию активности гормональной системы.
- D. Провоспалительное, (интерлейкины 1,2,6,8, ФНО α , интерферон γ), противовоспалительное (интерлейкины 4,10, TGF β) воздействие, регуляцию клеточного иммунитета.

3. Каков механизм повреждения клеток и тканей при действии цитокинов? (1 балл)

- A. Прямое повреждение клеток этими веществами.
- B. Косвенное воздействие за счет активации в клетках их биологических функций.
- C. Прямое и косвенное воздействие.
- D. Цитокины активируют клетки (иммунные и другие), а уже эти клетки начинают разрушать органы и ткани.

4. Одними из основных продуцентов цитокинов являются лимфоциты. Считается, что лимфоциты – основные клетки иммунной системы. Какие виды иммунитета (по классификации) обеспечивают лимфоциты? (1 балл)

- A. Гуморальный, клеточный, врожденный и адаптивный.
- B. Гуморальный, клеточный и адаптивный.
- C. Клеточный и адаптивный.
- D. Клеточный.

5. Выберите неправильное утверждение о макрофагах и моноцитах. **(1 балл)**
- A. Все макрофаги — это дифференцированные моноциты.
 - B. Моноциты относятся к врожденной системе иммунитета, источник макрофагов, важный компонент иммунной системы.
 - C. Макрофаги совместно с лимфоцитами играют важную роль в процессе антителообразования.
 - D. Макрофаги и моноциты, воздействуя на другие клетки, способствуют выделению цитокинов и других медиаторов.
6. Процесс воспаления делится на несколько стадий, выберите правильный вариант ** **(1 балл)**
- A. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, параллельно развиваются (2) сосудистые реакции и изменения крово- и лимфообращения, (3) экссудация и выход форменных элементов крови, и (4) пролиферация клеточных элементов тканей.
 - B. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, (2) экссудация и выход форменных элементов крови, и (3) пролиферация клеточных элементов тканей.
 - C. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, (2) экссудация и выход форменных элементов крови, (3) сосудистые реакции и изменения крово- и лимфообращения, и (4) пролиферация клеточных элементов тканей.
 - D. (1) альтерация, которая подразделяется на первичную и вторичную, (2) экссудация, и (3) пролиферация клеточных элементов тканей.
7. В нашем организме есть специальные гормоны, часто упоминаемые в околomedicalных средствах массовой информации, – глюкокортикостероиды. Их часто применяют для лечения цитокинового шторма. Как вы думаете, почему? **(1 балл)**
- A. Они обладают мощным противовоспалительным действием.
 - B. В дополнение к свойству, указанному в пункте А, они обладают иммунорегулирующим действием (угнетают активность различных лимфоцитов и лейкоцитов, снижают продукцию антител и цитокинов).
 - C. В дополнение к свойствам, указанным в пунктах А и Б, они еще и увеличивают свертываемость крови.
 - D. В дополнение к свойствам, указанным в пунктах А, Б и В они еще и понижают чувствительность тканей к инсулину.
8. Правильно ответив на предыдущие вопросы и прочитав справочные материалы, вы вполне сможете выполнить и это задание. Схематично, в произвольной форме изобразите схему развития цитокинового шторма. Излишних подробностей не требуется. Главное – это правильность и понятность. **(3 балла)**

Всего – 10 баллов

Справочные материалы

*Цитокиновый шторм

Цитокиновый шторм (синдром цитокинового шторма, гиперцитокинемия) – очень опасная реакция иммунной системы, характеризующаяся быстрой пролиферацией и повышенной активностью некоторых клеток иммунной системы (главным образом лимфоцитов и клеток, обладающих фагоцитарной активностью, например, моноцитов и макрофагов). При цитокиновом шторме происходит неконтролируемая активация этих клеток, сопровождаемая дополнительным выбросом цитокинов и других веществ по принципу положительной обратной связи, что приводит к разрушению тканей и неконтролируемому распространению процесса потенциально на весь организм.

Цитокиновый шторм – понятие относительно новое (считается, что первое упоминание о нем появилось в первой половине 90-х годов XX столетия) и его точного и устоявшегося определения, особенно что касается его клинических проявлений, в настоящее время не существует. Обычно под синдромом цитокинового шторма понимают ряд потенциально приводящих к гибели клинических состояний с похожими симптомами (например, сепсис). Как правило, это – гипервоспалительная реакция различной природы, при которой высвобождается большое количество различных медиаторов (интерферонов, факторов некроза опухоли, интерлейкинов различного действия и др.), приводящая к повреждению собственных клеток из-за высвобождения цитокинов.

Воздействие цитокинов на клетки обусловлено наличием на поверхности клеток специфических рецепторов. Количество свободных рецепторов обуславливают чувствительность клеток к цитокинам. Цитокины активны в очень малых концентрациях. Как правило, они оказывают локальное воздействие. Чтобы воздействие было системным, требуется очень большое количество цитокинов в русле крови. Образование и секреция цитокинов строго регулируются. Синтез цитокинов в клетках индуцируется, чаще всего, микроорганизмами или их компонентами, при этом цитокины одного типа могут служить индуктором синтеза других цитокинов.

Цитокиновый шторм может возникнуть в результате различных инфекций, например, некоторых форм гриппа и других острых респираторных вирусных инфекций, онкозаболеваний, аутоиммунных и ревматических заболеваний, а также в результате некоторых видов иммунотерапий.

Симптомы цитокинового шторма включают в себя повышенную температуру (лихорадку), нарушения свертываемости крови, изменение количества клеток крови, патологическое увеличение селезенки, печени и лимфатических узлов, повреждение легких, увеличение белков острой фазы в крови. Очень часто на фоне симптомов заболевания различить симптомы сопутствующего цитокинового шторма не всегда возможно.

В настоящее время эффективного лечения синдрома цитокинового шторма, особенно в тяжелой форме нет. Основное – это поддерживающая терапия (лечение, направленное на устранение симптомов и поддержку организма, а также позволяющее улучшить качество жизни пациентов во время и после лечения). Поддерживающее лечение также включает в себя коррекцию свертываемости крови. В случае некоторых форм или нетяжелого протекания синдрома этого бывает достаточно, однако это происходит далеко не всегда. Также прибегают к искусственному угнетению иммунитета, например, с использованием глюкокортикостероидов и использованию препаратов, угнетающих определенные этапы процессов или вещества, в них участвующие, так используют специфические антитела к некоторым цитокинам (например, интерлейкин-6).

****Воспаление**

Воспаление – иммуннозависимая защитная реакция организма, направленная на устранение патогенов и приводящая к восстановлению поврежденного участка и/или органа/организма. Причины воспаления могут быть различны и включать в себя как внешние (напр., вирусы, бактерии, грибы, различные токсины, и др.), так и внутренние причины (продукты неправильного метаболизма, продукты разложения поврежденных и погибших тканей, различные комплексы, содержащие антигены и антитела, и др.).

Альтерация – обобщающий термин, означающий повреждение, обусловленное патогеном. В результате альтерации наблюдается повреждение и последующий некроз окружающих клеток и тканей, а также высвобождение медиаторов воспаления, включая цитокины. Альтерация подразделяется на первичную (обусловленную непосредственным воздействием патогена в месте его воздействия) и вторичную (отсрочена во времени, формируется вокруг первичной, связана с диффузией из зоны первичной альтерации в окружающую ткань медиаторов воспаления различного происхождения и/или самих патогенов, также вызывает повреждение клеток соединительных тканей и сосудов, выброс медиаторов воспаления).

Сосудистые реакции – спазмы сосудов, связанные с рефлекторным сокращением нервных клеток, а также действием медиаторов воспаления с последующей артериальной и затем венозной гиперемией (переполнение кровью сосудов кровеносной системы какого-либо органа или области тела). Развиваются после воздействия патогена, идут параллельно альтерации. Сопровождаются локальным покраснением и повышением температуры. Сосудистые реакции способствуют накоплению медиаторов воспаления, частичному вымыванию патогена или продуктов его распада, способствуют накоплению белых клеток крови, но также способствуют агрегации тромбоцитов.

Экссудация и выход форменных элементов крови – выход жидкости и клеток крови (в основном плазмы и белых клеток крови) из сосудов в пораженные ткани и органы в результате увеличения проницаемости стенок микрокапилляров.

Экссудация способствует транспорту различных веществ в очаг воспаления и выводу токсичных веществ. Внешним признаком экссудации является отек. Экссудация – одна из причин развития боли при воспалении.

В процессе экссудации происходит выход форменных элементов белой крови в воспаленную ткань, внутри которой они выполняют ряд функций, ключевых для процесса воспаления.

Лейкоциты и моноциты обеспечивают фагоцитоз и лизис патогенов и его компонентов. Некоторые белые клетки продуцируют специальные вещества, способствующие развитию лихорадки, являющейся частью защитных факторов организма. Макрофаги принимают участие в инициировании иммунного ответа, способствуя созданию антигенов, пригодных для образования антител переработку их в иммуногенную форму. И, наиболее важное для этого вопроса, моноциты/макрофаги, лимфоциты и другие белые клетки выступают как важные медиаторы и модуляторы воспаления, синтезируя различные медиаторы, включая и противовоспалительные белки.

Пролиферация – завершающая стадия воспаления, представляет собой процесс размножения клеток и разрастания ткани, в результате чего и происходит восстановление целостности ткани в очаге воспаления.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 6. Вакцина



Предлагаем проверить свои знания по особенно актуальной в настоящее время проблеме – вакцинам. С вакцинами вы часто встречаетесь не только на страницах учебников, в разговорах, газетах и новостях, но также и «лично», в качестве медицинского препарата. И хотя некоторые задания из этого вопроса немного выходят за рамки школьной программы, надеемся, что это задание не вызовет у вас особых проблем. Выбирать необходимо только один ответ. Ответ представьте в виде таблицы с обоснованием ответа к подвопросу 9:

Таблица 1. Пример заполнения таблицы с ответами (в строке «Ответы» надо указать буквы, соответствующие вашему выбору в ответе на подвопрос).

Подвопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответ									
Обоснование ответа на 9 подвопрос									

В другом виде правильность проверки не гарантируется и ответ не будет засчитан!!!

Согласно определению, данному на сайте Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), «вакцина — это препарат, предназначенный для обеспечения выработки иммунитета против какой-либо болезни путем стимулирования выработки антител».

- Существует такой процесс как «иммунизация». Как связаны вакцинация и иммунизация между собой? **(1 балл)**
 - Это – не связанные между собой термины.
 - Вакцинация – частный случай иммунизации.
 - Иммунизация – частный случай вакцинации.
 - Это – синонимы.
- Против каких патогенов действуют разработанные в настоящее время вакцины? **(1 балл)**
 - Против вирусов и бактерий.
 - Против вирусов, бактерий и грибов.

- С. Против любых организмов и токсинов (и их частей), являющихся антигенами, способными к созданию антител в организме.
3. На рисунке, сопровождающем этот вопрос, вакцина изображена в виде черного быка. Как вы думаете, почему именно такое изображение использовано для иллюстрации вакцины? **(1 балл)**
- А. Автор так решил по неизвестной мне причине.
 - В. В имени или фамилии создателя первой вакцины присутствовало слово «бык» («корова»).
 - С. Название препарата содержало слово «бык» («корова»).
 - Д. Ее впервые использовали для лечения коров.
4. На рисунке в виде быка изображена вакцина, которая способна защитить от различных микробов, также представленных на рисунке. Эти микробы вызывают различные заболевания. Как называется такая вакцина? **(1 балл)**
- А. Поливалентная.
 - В. Комбинированная.
 - С. Возможны оба вышеупомянутых названия, эти слова – синонимы.
 - Д. Предоставленной информации недостаточно, чтобы определить название вакцины.
5. В настоящее время вакцинация является наиболее эффективным методом предотвращения различных инфекционных заболеваний. Как вы думаете, насколько безопасно вакцинирование? **(1 балл)**
- А. В случае сертифицированных вакцин, прошедших все стадии тестирования, и выполнения всех требований к применению, вакцинирование абсолютно безопасно.
 - В. Возможны только кратковременные незначительные побочные эффекты.
 - С. Даже в случае проведения полного тестирования вакцин и выполнения всех требований, помимо незначительных побочных эффектов, в редких случаях возможны серьезные побочные эффекты.
6. Как вы думаете, может ли у привитого в результате прививки развиться полноценное заболевание, от которого прививка должна была защищать? Возможно ли заразиться от вакцины? (Здесь не рассматривается ситуация, когда вакцина не сработала) **(1 балл)**
- А. Да, это случается довольно часто.
 - В. Да, в случае некоторых типов вакцин, очень редко, это возможно.
 - С. Это невозможно!
7. Ранее уже упоминалось о строгом контроле и тестировании вакцин. Как вы думаете, какие этапы должна пройти вакцина, прежде чем она станет доступна для широкого использования (относится к испытанию всех медицинских препаратов)? **(1 балл)**
- А. Базовые исследования, доклинические исследования, одностадийные клинические испытания, контроль и регистрация государственными органами.

- В. Базовые исследования, доклинические исследования, одностадийные клинические испытания, контроль и регистрация государственными органами, дальнейшие исследования.
- С. Базовые исследования, доклинические исследования, трехфазные клинические испытания, контроль и регистрация государственными органами, дальнейшие исследования.
- Д. Базовые исследования, доклинические исследования, сокращенные по специальному указанию клинические испытания, контроль и регистрация государственными органами, дальнейшие исследования.
8. Когда говорят о вакцинах 2-го и выше поколений, упоминают «анатоксины» и «адьюванты». Очень часто их используют вместе, при этом возникает вопрос о совместимости анатоксинов и адьювантов. Так что такое анатоксины и адьюванты? **(1 балл)**
- А. Анатоксины – инаktivированные токсины, сохранившие иммуногенность; адьюванты – вещества, неспецифически стимулирующие иммунный ответ на определенные антигены.
- В. Анатоксины – разновидность антител, нейтрализующие различные токсины; адьюванты – вещества, стимулирующие иммунитет и неспецифическую резистентность организма к антигенам.
- С. Анатоксины – разновидность антител, нейтрализующие различные токсины; адьюванты – вещества, неспецифически стимулирующие иммунный ответ на определенные антигены.
- Д. Анатоксины – инаktivированные токсины, сохранившие иммуногенность; адьюванты – вещества, стимулирующие иммунитет и неспецифическую резистентность организма к антигенам.
9. Не всегда удается достичь эффективного ответа вакцины. Это может быть связано не только с качеством вакцины, но также и с особенностями патогенов, против которых применяются вакцины. Как вы думаете, существуют ли механизмы, способные противостоять действию вакцин и, если они есть, то какие? Коротко обоснуйте свой ответ, примеры желательны **(2 балла)**
- А. Некоторые патогены в процессе эволюции разработали механизмы, позволяющие избегать иммунного ответа, вызванного вакцинами (например, антигенная вариация и маскировка антигенов).
- В. Некоторые патогены в процессе эволюции разработали механизмы, направленные непосредственно на вакцины (некоторые из них сходны с описанными в предыдущем пункте), позволяющие разрушать или избегать их воздействия.
- С. Существуют механизмы, позволяющие патогенам обманывать иммунитет организма, избегая его различными способами (прячась внутри клеток, формируя пленки, защитные оболочки, синтезируя вещества, связывающие антитела).
- Д. Таких механизмов не существует.

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 7. Мыши с «тепловизором»

Молодой сотрудник Технического университета г. Хэфэй Юцянь Ма вышел из лаборатории около 6 вечера. Сегодня ему удалось синтезировать наночастицы, поглощающие свет в инфракрасном диапазоне, а светящиеся в зеленом... Короткие сумерки почти мгновенно сменились глубокой субтропической ночью — как же все-таки рано темнеет здесь в ноябре! «Интересно, почему люди и другие млекопитающие не видят в инфракрасной области спектра? Можно ли как-то расширить диапазон видимого спектра? Может быть, можно покрыть фоторецепторы в сетчатке моими наночастицами? Надо бы обсудить это завтра с профессором Дзинь Бао, ей будет интересно» — подумал Юцянь.

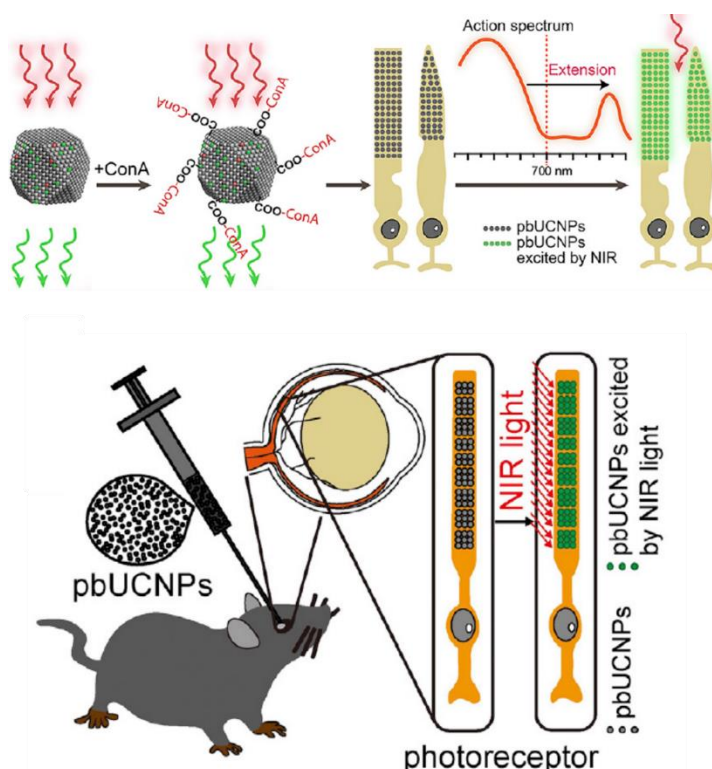


Рис. 1. Схема эксперимента Ма и Бао; сверху — биоадаптация наночастиц и предполагаемый механизм действия, внизу — инъекция раствора наночастиц под сетчатку глаза.

Через несколько недель дело пошло на лад. Покрытые конканавалином А, наночастицы при инъекции под сетчатку хорошо связывались с колбочками, цитотоксического эффекта, похоже, не было. На электроретинограммах отчетливо был виден ответ зрительного нерва на освещение глаза как зеленым, так и инфракрасным (только у животных с инъекцией) светом. Оставалось сделать несколько записей активности мозга, измерить изменения диаметра зрачка и провести несколько поведенческих тестов — и можно отправлять черновик статьи в ведущий научный журнал.

1. Как Вы считаете, в чем причина того, что клетки сетчатки не чувствительны к инфракрасному свету? (2 балла)
2. Зачем потребовалось покрывать наночастицы конканавалином? (1 балл)

3. При помощи каких экспериментов можно показать, что наночастицы не обладали цитотоксичностью? **(1 балл)**
4. При измерении электрической активности в зрительной коре животного, эксперименты следовало проводить в том же полушарии, что и глаз, в который делалась инъекция, в противоположном, или можно было делать в любом полушарии? Почему? **(2 балла)**
5. Зачем ученые планировали измерять диаметр зрачка животного? **(1 балл)**
6. Какие поведенческие тесты Вы бы предложили провести, чтобы убедиться в том, что (а) мыши после инъекции различают наличие и отсутствие общей освещенности в инфракрасном свете; (б) мыши воспринимают инфракрасный свет как зеленый свет; (в) животные не только способны воспринимать общую освещенность, но и различать формы и объекты, видимые в инфракрасной области спектра; (г) при этом объекты тоже воспринимаются как зеленые. При планировании экспериментов можно учесть, что мыши избегают освещенных мест, не любят плавать, и их можно научить распознавать простые геометрические формы. **(6 баллов)**

Всего – 13 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 8. Включить/выключить

В современных экспериментах часто возникает задача избирательно выключить или включить тот или иной ген, причем в заданный момент времени и в заданном типе клеток. Для решения таких задач распространено использование Cre-рекомбиназы, которая “узнает” специфичные палиндромные повторы, разделенные короткой вариабельной вставкой (loxP-сайты). Такие последовательности крайне редки в геномах эукариот, поэтому добавленные в геном loxP-сайты высокоспецифично распознаются Cre-рекомбиназой, и их удобно использовать для управляемого редактирования генома. В зависимости от взаимного направления соседних loxP-сайтов будет происходить либо делеция, либо инверсия участка между loxP.

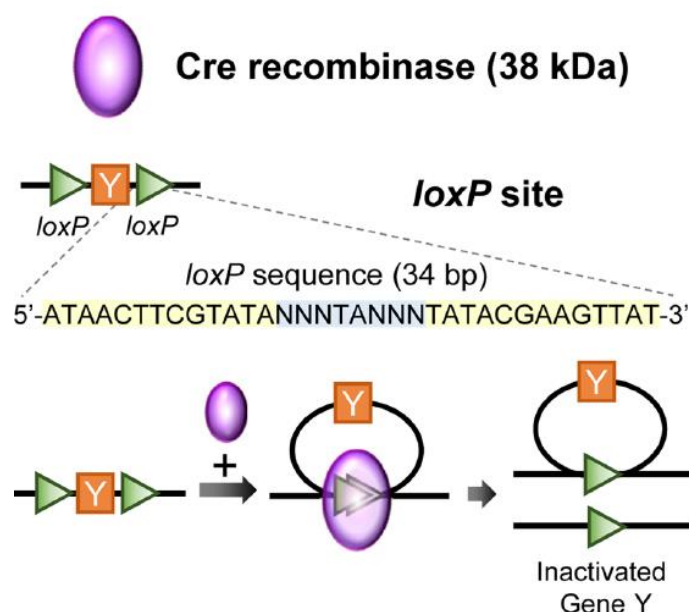


Рис. 1. Пример LoxP-сайта и схема работы Cre-рекомбиназы при однонаправленных LoxP-сайтах (делеция участка между сайтами). (с) <https://doi.org/10.5625/lar.2018.34.4.147>

В экспериментах часто используется рекомбинантная форма Cre, объединенная с эстрогеновым рецептором (CreERT). В таком виде инъекция лекарственного средства тамоксифена приводит к активации Cre рекомбиназы, вызывая включение и выключение гена в нужный момент времени. Коммерчески доступны линии мышей, в которых CreERT находится под управлением различных тканеспецифичных промоторов. В данной задаче будут использоваться мыши, у которых синтез CreERT управляется промотором hGFAP, специфичным для астроцитов – одного из типов глиальных клеток.

Для визуализации внутриклеточных структур иногда используют генетически кодируемые индикаторы на основе флуоресцентных белков. Существуют варианты белков, избирательно связывающихся, за счет дополнительных вставок, с мембранами митохондрий, эндоплазматического ретикулума и других клеточных органелл. Доступны линии мышей, в которых различные флуоресцентные белки вставлены в геном под управлением неспецифичного промотора, т.е. потенциально способны синтезироваться в любой клетке организма. Однако, перед кодирующей последовательностью белка вставлен участок со стоп-кодонами, окруженный двумя однонаправленными loxP-сайтами. Такие линии мышей обозначают суффиксом -lsl- (lox-stop-lox).

Для Вашего эксперимента Вам нужно добиться одновременной визуализации эндоплазматического ретикулума (ЭПР) и митохондрий в астроцитах мозга. В вашем распоряжении есть линии мышей: (1) R26-lsl-ER-tdTomato, у которых последовательность, кодирующая красный флуоресцентный белок, находится под тканенеспецифичным промотором, но перед ней вставлен -lsl- элемент, связывающийся с ЭПР, линия (2): R26-lsl-mitYFP, аналогичная линии 1, но последовательность кодирует желтый флуоресцентный белок, связывающийся с митохондриями и линия (3): hGFAP-CreERT, у которых синтез CreERT регулируется астроцит-специфичным промотором hGFAP.

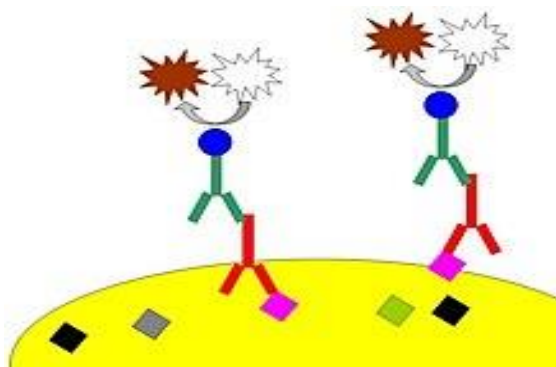
1. Опишите генотип и фенотип потомства (F1) после скрещивания линий hGFAP-CreERT x R26-lsl-ER-tdTomato. Какие изменения фенотипа повлечет инъекция тамоксифена потомству? Свои ответы обоснуйте. **(3 балла)**
2. Опишите генотип и фенотип потомства (F2) после скрещивания F1 x R26-lsl-mitYFP. Какие изменения фенотипа повлечет инъекция тамоксифена этим животным? **(3 балла)**
3. Предложите способы визуализировать все клетки, в которых началась экспрессия CreERT, вне зависимости от включения -lsl-генов. **(4 балла)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Задача 9. Как покрасить клетки антителами?



Для исследования морфологии клеток, внутриклеточной локализации белков и белковых комплексов используются различные методы специфического флуоресцентного окрашивания, из которых самым селективным и высокочувствительным является метод иммунохимического (или иммуногистохимического) окрашивания. В основе данного метода лежит инкубация предварительно фиксированных клеток или срезов тканей с раствором антитела к белку или белковому комплексу, который необходимо визуализировать. В простом случае это – антитело (так называемое первичное антитело, ПА), конъюгированное с выбранным флуоресцентным зондом (низкомолекулярным красителем, который светится в определенном спектральном диапазоне при воздействии светом нужных длин волн). В более сложном случае первичное антитело не несет флуоресцентный зонд, а исследуемый препарат после обработки первичным антителом тщательно отмывается и дополнительно инкубируется с раствором другого антитела (так называемым вторичным антителом, ВА), которое уже связано с флуоресцентным зондом. После отмывки препарата от растворов антител флуоресценция будет наблюдаться только от тех белков, с которыми связалось первичное антитело, а на нем – флуоресцентно-меченое вторичное антитело.

В настоящее время существует множество фирм, которые производят самые разные первичные и вторичные антитела, при этом, по запросу, они могут конъюгировать вторичные или первичные антитела с любыми флуоресцентными зондами. Самое главное – это правильно выбрать антитела и правильно провести окрашивание, чтобы избежать неизбирательного связывания первичных антител с “ненужными” белками или липидами. Получение первичных антител – более трудоемкая и дорогостоящая процедура, чем получение вторичных. Белок, к которому надо получить ПА, добавляют к В-лимфоцитам одного клона, полученному из крови так называемого животного-хозяина. Животным-хозяином могут быть мышь, кролик, альпака, морская свинка, осел, коза и др. В-лимфоциты в ответ на добавленный чужеродный белок синтезируют антитела, которые потом выделяются и очищаются. Это и есть первичные антитела. Следующая стадия – получить вторичные антитела на ПА. Для оптимизации их производства фирмы получают вторичные антитела не на конкретный белок-первичное антитело (слишком много разных ВА нужно было бы получить, учитывая самые разнообразные исследования), а на любые иммуноглобулины (антитела) того животного-хозяина, В-лимфоциты которого производили первичные антитела. Очень важно, чтобы вторичные антитела были получены от лимфоцитов животного не того вида, клетки или ткани которого исследуются при помощи иммунохимического окрашивания!

Представьте, что Вы работаете в лаборатории клеточной нейробиологии и исследуете особенности распределения белков в астроцитах – клетках глии, окружающих нейроны, обеспечивающих их питательными веществами и способствующих синаптической передаче между нейронами. Ваш объект – культура дифференцированных астроцитов мыши. Вам надо изучить распределение в плазматической мембране астроцитов двух ион-транспортных белков – глутаматного транспортера Glt-1 и Na/Ca-обменника NCX – и сопоставить их распределения друг с другом и с распределением цитоплазматического белка GFAP – глиального фибриллярного кислого белка. Таким образом, Вам надо окрасить культуру астроцитов первичными и вторичными антителами ко всем трем типам исследуемых белков. В каталоге биотехнологической фирмы Вы нашли следующие первичные и вторичные антитела:

Первичные антитела:

ПА-GFAP (первичные антитела к белку GFAP), полученные из лимфоцитов козы;

ПА-GFAP, полученные из лимфоцитов альпаки;

ПА-GFAP, полученные из лимфоцитов осла;

ПА-GFAP, полученные из лимфоцитов кролика.

ПА-GLT-1 (первичные антитела к глутаматному транспортеру), полученные из лимфоцитов козы;

ПА-GLT-1, полученные из лимфоцитов альпаки;

ПА-GLT-1, полученные из лимфоцитов морской свинки;

ПА-GLT-1, полученные из лимфоцитов кролика.

ПА-NCX (первичные антитела к Na/Ca-обменнику), полученные из лимфоцитов козы;

ПА-NCX (первичные антитела к Na/Ca-обменнику), полученные из лимфоцитов альпаки;

ПА-NCX (первичные антитела к Na/Ca-обменнику), полученные из лимфоцитов быка;

ПА-NCX (первичные антитела к Na/Ca-обменнику), полученные из лимфоцитов кролика.

Фирма продает следующие вторичные антитела:

ВА, полученные из лимфоцитов осла на иммуноглобулины козы,

ВА, полученные из лимфоцитов козы на иммуноглобулины мыши,

ВА, полученные из лимфоцитов альпаки на иммуноглобулины человека,

ВА, полученные из лимфоцитов альпаки на иммуноглобулины морской свинки,

ВА, полученные из лимфоцитов осла на иммуноглобулины альпаки,

ВА, полученные из лимфоцитов морской свинки на иммуноглобулины кролика,

ВА, полученные из лимфоцитов осла на иммуноглобулины кролика.

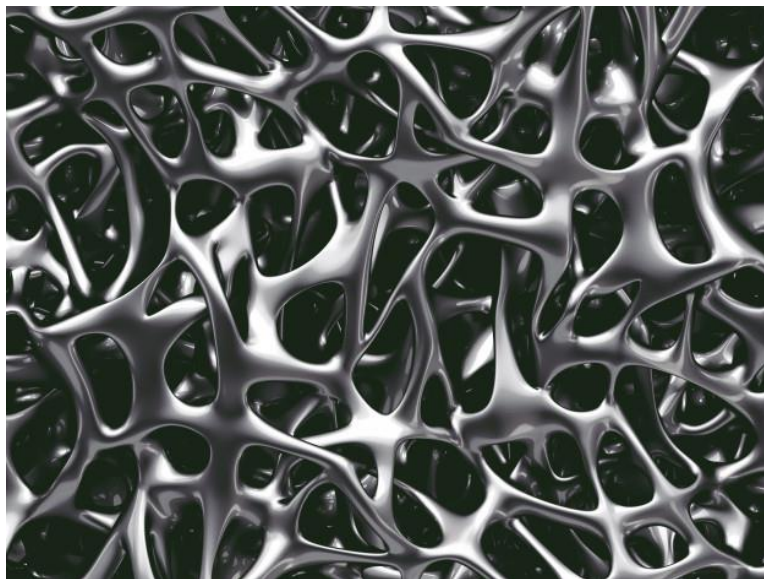
После того, как заказчик выбирает нужные ему первичные и вторичные антитела, фирма-производитель советует подходящие флуоресцентные зонды, чтобы конъюгировать их со вторичными антителами и сделать окрашивание исследуемого препарата всеми тремя парами антител и исследовать распределение в астроцитах белков GFAP, GLT-1, NCX.

1. Напишите пары первичных и вторичных антител, которые Вы выберете для того, чтобы обеспечить селективное связывание первичных антител с исследуемыми белками GFAP, GLT-1, NCX, а затем – селективное связывание вторичного антитела с первичным антителом. Помните, что каждое первичное антитело должно реагировать с белками одного типа: GFAP, GLT-1 или NCX, а вторичное антитело должно связываться только с одним из трех используемых антител. Обоснуйте Ваш выбор. **(6 баллов, по 2 балла за правильную пару).**
2. Как Вы считаете, как нужно подбирать флуоресцентные зонды, которые будут конъюгированы со вторичными антителами, чтобы на одной культуре астроцитов исследовать распределение белков GFAP, GLT-1, NCX в астроцитах? **(2 балла)**
3. В некоторых случаях антитела связывают с наночастицами. Как Вы думаете, для чего? **(1 балл)**
4. Какие еще применения антител в биомедицинских исследованиях Вы знаете? **(1 балл)**

Всего – 10 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Задача 10. НАНО-3 — материал будущего



Нанотехнологи будущего разработали материал НАНО-3, благодаря которому стало возможно сращивание сломанных костей. Для этого, необходимо ввести наноматериал, содержащий микротрубочки, прямо в кость.

1. Какие есть структуры у костей и в чем их отличие друг от друга? В какие структуры кости может закачиваться НАНО-3? Каковы размеры этих костных структур (порядок величин, желательно указать точный диапазон)? Наноструктуры каких размеров могут поместиться в кости? **(4 балла)**
2. Что будет, если НАНО-3 полностью заполнит внутреннюю структуру костей? Пострадают ли при этом сосуды, а также ещё одна структура костей, отвечающая за кроветворение? Если эта структура будет повреждена, то какие кости нельзя заполнять НАНО-3? **(2 балла)**
3. Возможно ли использовать материал НАНО-3 для покрытия костей с внешней стороны? Будет ли это возможно при закачивании НАНО-3 внутрь кости? Если предположить, что такое покрытие возможно, то что будет с сосудами и системой кроветворения? **(2 балла)**

Всего – 8 баллов