

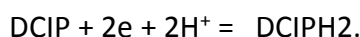


Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

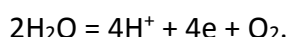
Решение задачи 1. Шпинат и нанотрубки

1. 4, С (ответ D тоже допустим, так как транскрипция в хлоропластах идет постоянно).
2. 1, 6, 8, 12
- 3.

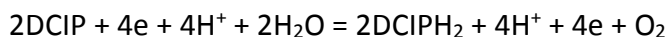
- 1) НАДФ+
- 2) АТФ
- 3) Для фиксации углекислого газа и синтеза сахаров (темновая фаза фотосинтеза)
- 4) Реакцию восстановления DCIP для простоты перепишем так:



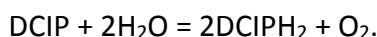
Эта реакция на свету сопровождается окислением воды и выделением кислорода фотосистемой II:



Умножим первую реакцию на 2 и сложим со второй:



или



Значит, при восстановлении 2 моль DCIP образуется 1 моль O_2 , а при восстановлении 0,026 мкмоль DCIP – 0,013 мкмоль O_2 , соответственно.

Ответ: 0,013 мкмоль.

- 5) В присутствии нанотрубок образовалось 0,015 мкмоль O_2 , значит восстановилось 0,03 мкмоль красителя. Число восстановившихся молекул красителя найдем, умножив число молей на число Авогадро:

$$0,03 \text{ мкмоль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 1,806 \cdot 10^{16} \text{ молекул}.$$

Ответ: $1,806 \cdot 10^{16}$.

- 6) Все разумные гипотезы, не содержащие биологических ошибок. Возможные варианты:
 - Нанотрубки взаимодействуют с ферментами электрон-транспортной цепи тилакоидных мембран и увеличивают их активность.

- Нанотрубки служат дополнительными антеннами, улавливающими свет в тех спектральных диапазонах, где не поглощают пигменты фотосинтеза (УФ, зеленый).
- Нанотрубки защищают аппарат фотосинтеза от повреждения активными формами кислорода.

Варианты, связанные с влиянием нанотрубок на темновую фазу фотосинтеза (РУБИСКО и другие ферменты цикла Кальвина), в данном случае не подходят, так как описанные экспериментальные результаты относятся только к световой фазе!



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 2. Нанопластик и пищевые цепи мирового океана

1. Диатомея – калянус – анчоус – кальмар – морской котик – косатка (возможен вариант: диатомея – калянус – анчоус – кальмар – чайка – косатка, но этот пример хуже, так как при нем теряется намного больше, чем 90%, потенциальной энергии в виде тепла).

Вариант “диатомея – калянус – циклоп – анчоус – кальмар – морской котик – косатка” будет оцениваться также на полный балл. При этом обратите внимание на то, что циклопы являются хищниками и в их рацион обычно не входят диатомовые водоросли.

Другие варианты будут оцениваться на балл ниже, так как, по условию задачи, элементом пищевой цепи не являются животные или растения, которые могут выступить в качестве пищи случайно или однократно. Например, не всякая рыба является пищей морских котиков или косаток, таким образом, барракуда не может быть включена в пищевую цепь в качестве промежуточного звена. Также, хотя и есть единичные наблюдения, что косатки в океанариуме охотились на чаек, в дикой природе чайки не являются для них объектами охоты.

2. Альтернативные цепи:

А) диатомея – калянус – анчоус – кальмар – барракуда

Б) диатомея – калянус – кальмар – морской котик – косатка

В) диатомея – калянус – кальмар – чайка

В зачет будут приняты и другие варианты логичных пищевых цепей

3. Все эти цепи относятся по типу к пастбищным – цепи выедания.
4. Диатомея.
5. Таким консументом 2-го порядка в нашей цепи, скорее всего, является анчоус, но может быть и кальмар или циклоп.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 3. Голубое

1. Эффект Тиндаля. Ответ «рассеяние света» тоже можно считать правильным, но конкретные примеры именно про эффект Тиндаля — рассеяние на частицах по размерам сопоставимым с длиной волны света.
2.
 - а. Рассеяние света на частицах тумана.
 - б. Рассеяние на коллоидных частицах в растворе: в первой емкости нет частиц или там находится истинный раствор, во второй — коллоидный раствор, наблюдается рассеяние.
 - в. Рассеяние света на микронеоднородностях в опалесцирующем стекле. Рассеивается голубая часть спектра (молочно-голубая окраска камней или стекла), проходит насквозь оставшаяся, более красная часть спектра — видно желто-оранжевое свечение.
 - г. Свет рассеивается на коллагеновых волокнах радужной оболочки, рассеивается голубая часть спектра.

(по 1 баллу за каждый случай)

3. В радужке нет голубого пигмента, голубая окраска формируется за счет рассеяния света. При наличии пигмента меланина формируется карая и черная окраска, при наличии липофусцина, окрашенного в желтый или коричневый цвета, формируется зеленая окраска, т. к. свет, отраженный от «желтого» липофусцина, суммируется со голубым светом, рассеянным от коллагеновых волокон, также в оттенки зеленого вносит вклад меланин.

Т.о., правильный ответ — эффект Тиндаля играет частичную роль при формировании зеленого цвета глаз, при формировании карего — практически не играет роли.

4. Голубое — потому что во всех случаях рассеянный свет имеет голубоватый оттенок, если объект освещается белым светом. Это связано с тем, что интенсивность рассеяния обратно пропорциональна длине волны в 4 степени, т. е. более интенсивно рассеивается «голубая» часть спектра, поэтому мы наблюдаем голубой оттенок.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 4. Научный шпионаж

Ответ на этот вопрос выходит за рамки школьной программы, однако при некоторой настойчивости и наличии талантов детектива его можно найти в интернете.

1. экзосомы.

Экстраклеточные везикулы тоже считается за правильный ответ. Микровезикулы, эктосомы — не совсем правильный ответ, т. к. в тексте указаны средние размеры частиц, которые гораздо больше подходят под определение экзосом.

2. на внутренней стороне первичной эндосомы

3. мультивезикулярных телец. (Этап в формировании экзосом (но не эктосом))

4. наружной стороне везикул

5. экзоцитоз

6. сольются

7. на внешнюю сторону мембраны здоровых клеток

8. Здесь предполагается привести примеры полезного использования экзосом. Наиболее распространенные варианты: диагностика заболеваний по наличию и характеристикам экзосом в биологических жидкостях, например, в плазме крови. Также предполагается, что экзосомы можно использовать для доставки лекарств или для генетической терапии, поскольку они являются частями собственных клеток организма и не вызывают иммунного ответа.

(По 2 балла за пп. 1 и 8, остальные пункты – по 1 баллу)



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 5. Цитокиновый шторм

Подвопрос	1	2	3	4	5	6	7
Ответ	В	А	Д	А	А	А	В

1. В (это белки, поскольку их масса в среднем составляет около 30 кДа, что значительно превышает массу пептидов).
2. А (цитокины оказывают очень широкий спектр воздействия).
3. Д (если коротко, то опосредованное действие цитокинов приводит к активации клеток иммунной системы, развитию неконтролируемого воспаления с последующим разрушением тканей и всего организма). С также засчитывается, ответы С и Д практически равноценны.
4. А (различные типы лимфоцитов обеспечивают различные, по классификации, типы иммунитета).
5. А (данный пункт наиболее далек от истины; не все макрофаги в организме происходят от моноцитов, но моноциты становятся макрофагами).
6. А (нетрудно догадаться что правильный вариант – А, он самый полный; иногда сосудистые реакции не выносятся отдельным пунктом, но тогда они должны быть указаны в одной из смежных стадий, здесь такого нет, что касается С, то в нем нарушена последовательность стадий).
7. В (остальное излишне и опасно).
8. Мы старались оценивать этот пункт по возможности лояльно, *максимально 3 балла*. Как уже упоминалось, основные критерии — это правильность и понятность. *За это ставили 2 и больше баллов*.

Что касается *третьего балла*, то, как вы уже должны были понять, цитокиновый шторм – это такое состояние иммунной системы, при которой в результате каких-то факторов (внутренних или внешних) она начинает работать вразнос (что, в сущности, и означает термин положительная обратная связь). Если вы сумели отразить это в своей блок-схеме вы получали *третий балл*.

Ниже представлен возможный пример блок-схемы. Надеемся, что в рамках представленного в вопросе материала, он правильный и понятный :).





Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 6. Вакцина

Подвопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответ	В	С	С	В	С	В	С или D	А	любой вариант
Обоснование ответа на 9 подвопрос	см.ниже								

- В (согласно определению ВОЗ: «процесс, благодаря которому человек приобретает иммунитет, или становится невосприимчивым к инфекционной болезни, обычно, путём введения вакцины», иммунизация может достигаться не только вакцинированием).
- С (в данном случае это – наиболее полный ответ).
- С (Название вакцина происходит от латинского выражения «la variola vaccine» – «коровья оспа», это название препарата для лечения оспы, впоследствии название сократили, а затем его использовали для названия всех аналогичных препаратов). А тоже может быть засчитано.
- В (поскольку в условии указано, что это микробы различных заболеваний, а не одного заболевания).
- С (действительно, даже у лицензированных вакцин, прошедших все стадии тестирования и дальнейших исследований, при соблюдении всех требований к применению, в редких случаях возможны серьезные побочные эффекты, согласно данным ВОЗ – это около одного выявленного осложнения на миллион введенных доз).
- В (да, в случае живых вакцин, очень редко, возможно развитие такого побочного эффекта, тем не менее высокая эффективность живых вакцин позволяет их использовать с учетом тщательного тестирования и контроля).
- С или D (это длительный и трудоемкий процесс).
- А.
- Будут засчитаны любые пункты, если участник предоставит не противоречащее современному научному мировоззрению объяснение. Однако, наиболее логично выглядит пункт А, поскольку действительно такие механизмы существуют, пункт В маловероятен, поскольку возраст даже самых старых разработанных вакцин ненамного превышает тысячу лет, это не кажется таким уж большим временем для эволюции микроорганизмов, механизмы из пункта С все-таки в большей степени направлены на борьбу с врожденным иммунитетом.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)

Решение задачи 7. Мыши с «тепловизором»

Задача составлена по материалам статьи Ma et al., 2019, Cell 177, 243–255, April 4, 2019; <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.01.038>. Тесты и эксперименты, описанные в этой статье можно считать за эталон. Тем не менее, будут положительно оценены и другие достаточно аргументированные ответы школьников и предложенные ими эксперименты.

1. Энергия фотонов в инфракрасном диапазоне слишком низкая. Для детекции таких фотонов энергетический барьер конформационных изменений опсина должен быть очень низким, что привело бы к значительному тепловому шуму и фоновой активации рецепторов.
2. Конканавалин – белок растительного происхождения (лектин) улучшает связывание наночастиц с клетками сетчатки за счет взаимодействия с рецептором родопсином.
3. Цитотоксичность можно оценить, окрашивая образцы ткани из глаз животных после инъекции и подсчитывая количество клеток. Возможно также проведение специфического окрашивания на маркеры апоптоза, наличие реактивных клеток глии и т.д.
4. Предпочтительно регистрировать электрическую активность в противоположном полушарии из-за перекреста оптических нервов. Часть зрительной коры, тем не менее, получает иннервацию и от глаза, расположенного с той же стороны (колонки глазодоминантности). Поэтому важно также попасть электродом в нужную колонку коры.
5. Для измерения зрачкового рефлекса при освещении видимым и инфракрасным светом – чтобы показать рабочий физиологический ответ на стимуляцию инфракрасным светом и только у животных с инъекцией наночастиц.
6.
 - (а) Мыши предпочитают находиться в слабо освещенных областях пространства. Можно сделать ящик разделенный на “темную” и “светлую” половину. В светлой половине разместить светодиоды зеленого цвета и инфракрасные светодиоды. Периодически включать подсветку – то одну, то другую и регистрировать время, которое животное проводит в той или иной половине ящика. Животные без инъекции не будут “замечать” инфракрасную подсветку, но будут прятаться в темной половине при включении видимой подсветки. Животные с инъекцией будут прятаться в обоих случаях.
 - (б) Для проверки того, что воспринимается именно зеленый свет, можно выработать у животного рефлекс избегания (после включения зеленой лампочки давать удар током), после чего сравнивать наличие замирания после включения лампочки другого видимого света и включения инфракрасного диода.

- (в) Можно использовать водный лабиринт, где рукав со скрытой под водой платформой помечен одним символом, а рукав без платформы – другим символом. Проверять процент угадываний нужного рукава, когда указывающие символы подсвечены видимым цветом и когда символы подсвечены инфракрасным светом.
- (г) Предъявлять символы красные, зеленые и инфракрасные символы для распознавания на темном, красном и зеленом фоне. Животные с инъекцией должны лучше распознавать инфракрасные символы, на темном, но не освещенном зеленым светом фоне.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)
Решение задачи 8. Включить/выключить

Обозначим аллель, несущий Cre-рекомбиназу как С, а аллель без рекомбиназы как с; обозначим также w – аллель области Rosa26 дикого типа, E – аллель области Rosa26, содержащий последовательность -Isl-ER-tdTomato и M – аллель области Rosa26, содержащий Isl-mitYFP.

1. F1: CcEw (все потомство гетерозиготы). После введения тамоксифена в астроцитах будет активирована CreERT, которая удалит стоп-кодон из последовательности, кодирующей ER-tdTomato, что приведет к окрашиванию ЭПР астроцитов красным флуоресцентным белком (у всех животных).
2. F2: **CcEM**, ccEM, CcMw, ccMw; только у животных с генотипом CcEM инъекция тамоксифена приведет к одновременному окрашиванию митохондрий и ЭПР. У животных CcMw инъекция тамоксифена приведет к окрашиванию только митохондрий. У остальных животных инъекция тамоксифена не будет приводить к экспрессии флуоресцентных белков.
3. Либо вместе с CreERT под тот же промотор рядом вставить последовательность, кодирующую еще один флуоресцентный белок, либо использовать иммуногистохимическое окрашивание при помощи флуоресцентно-меченых антител к CreERT.



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 9. Как покрасить клетки антителами?

1. Правильных вариантов может быть несколько. Самое главное, что все первичные антитела должны быть получены из разных организмов, в противном случае вторичное антитело будет взаимодействовать с первичными антителами, связанными на разных белках-мишенях, в результате чего не будет селективного окрашивания. Вторичные антитела на разные первичные антитела могут быть получены и из лимфоцитов животного одного и того же вида.

Пары антител:

Для окрашивания белка GFAP: ПА-GFAP, полученные из лимфоцитов козы + вторичные антитела, полученные из лимфоцитов осла на иммуноглобулины козы.

Для окрашивания белка GLT-1: ПА-GLT-1, полученные из лимфоцитов альпаки + вторичные антитела, полученные из лимфоцитов осла на иммуноглобулины альпаки.

Для окрашивания белка NCX: ПА-NCX, полученные из лимфоцитов кролика + вторичные антитела, полученные из лимфоцитов осла на иммуноглобулины кролика ИЛИ ПА-NCX, полученные из лимфоцитов кролика + вторичные антитела, полученные из лимфоцитов морской свинки на иммуноглобулины кролика

2. Самое главное – то, что спектры флуоресценции флуоресцентных зондов не должны пересекаться. В идеале флуоресценция каждого из трех зондов должна возбуждаться своим лазером.
3. Иногда вторичные антитела конъюгируют с золотыми наночастицами, используя их в качестве “маркера” для визуализации распределения исследуемого белка, к которому подбираются первичные и вторичные антитела. Разрабатывают новые виды лекарственных противоопухолевых препаратов, основанных на гетерокомпонентных металлических наночастицах, связанных с антителами на рецепторы, количество которых увеличено на поверхности раковых клеток. Связывание рецепторов с антителами приводит к их интернализации совместно с наночастицами, которые нагреваются в переменном магнитном поле и разрушают опухолевые клетки.
4. Возможное применение – синтез “двойных антител”, связывающихся с белками на поверхности двух разных типов клеток и сближающих их. Например, с поверхностью Т-киллера и раковой клетки, ускоряя их взаимодействие и приводя к разрушению раковой клетки.



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

1. Кости состоят из двух структур – компактного вещества, расположенное поверхностно, и **губчатое вещество**, лежащее внутри кости.

Компактное (другое название - плотное) вещество составляет наружный слой кости, отличается однородностью, твёрдостью, костные пластинки расположены плотно и упорядоченно. Наиболее развито в средней части трубчатых костей.

Губчатое вещество состоит из пластинок, пересекающихся в различных направлениях, образуя систему полостей и отверстий, которые в середине длинных костей сливаются в большую полость.

Можно предположить, что НАНО-3 закачивался в губчатое вещество костей. Размер пор в губчатом веществе костей составляет около 100 мкм. Нанотрубки имеют диаметр от десятых до нескольких десятков нанометров и длину от одного микрометра до нескольких сантиметров. Нанотрубки могли разместиться в порах таких размеров.

2. Красный костный мозг — это один из важных кроветворных органов человеческого организма, от состояния которого во многом зависит и иммунитет, сопротивляемость различным заболеваниям. В костном мозге вырабатываются клетки крови, которые затем будут циркулировать по всему организму. Любое нарушение работы костного мозга грозит отсутствием обновления крови, ведь выработка новых клеток и замена ими отмирающих, старых, может быть замедлена или существенно сокращена. Из-за этого кровь обедняется, и организм начинает страдать.

Костный мозг находится внутри тазовых костей, рёбер, грудины, костей черепа, внутри эпифизов и губчатого вещества эпифизов длинных трубчатых костей и внутри тел позвонков.

3. НАНО-3 закачивали внутрь костей, единственный способ его миграции на поверхность кости – через надкостницу, на поверхности которой находятся так называемые «питательные отверстия», через них внутрь кости входят питающие и кровеносные сосуды. Поэтому расположение НАНО-3 сверху кости, если его закачивали внутрь, невозможно.

При расположении НАНО-3 на поверхности кости будут закупорены питательные отверстия кости. Сосуды будут находиться в постоянном сжатом состоянии, это может препятствовать движению кровотока. Система кроветворения не пострадает, однако, выход новых клеток крови будет затруднен.

Примечание. Для получения максимального балла, требуется ответить на каждый вопрос с обоснованием. Ответы на п.2 и п.3 без объяснения будут оценены в 0.5 балла (например, ответ «да, пострадают» в п.2).