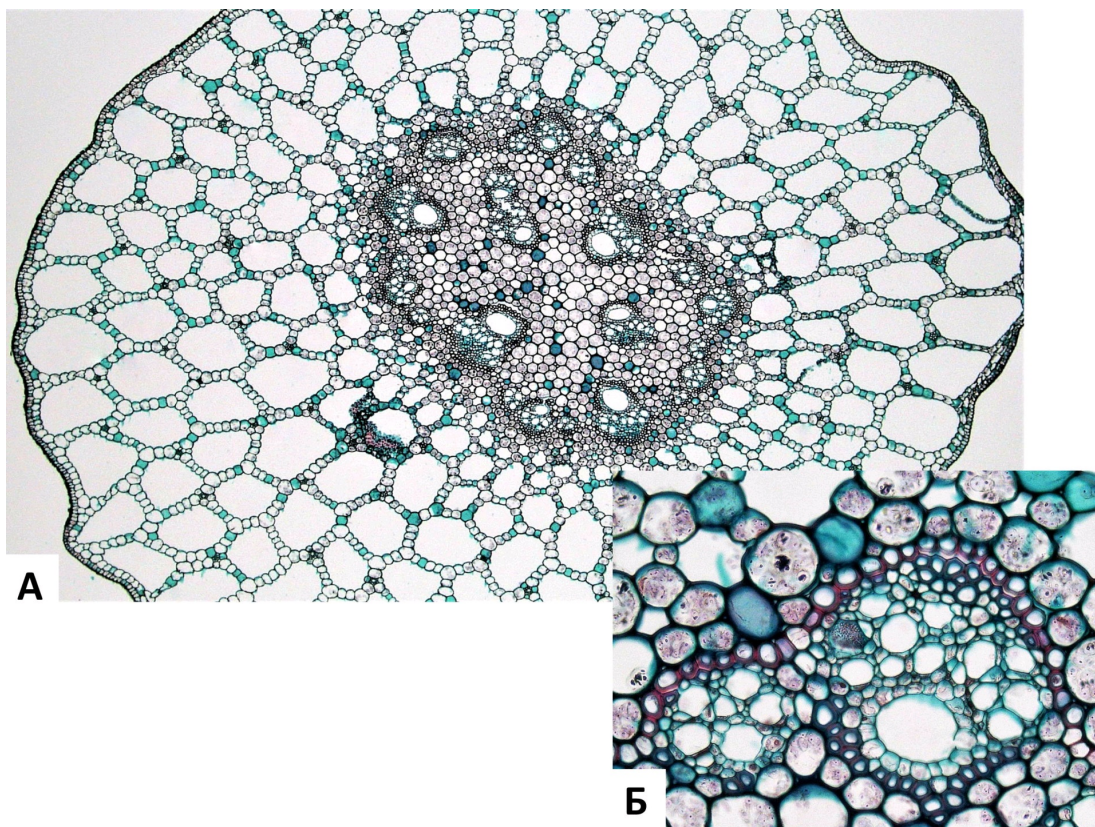


Шифр 42444189  
 Предмет Биология  
 Класс 11  
 ID профиля 803969

## Задание ID2 (Задача № 1281310)

На рисунке показан поперечный срез стебля (А) и проводящего пучка (Б) рдеста (*Potamogeton sp.*).



Основываясь на анатомических особенностях растения, укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

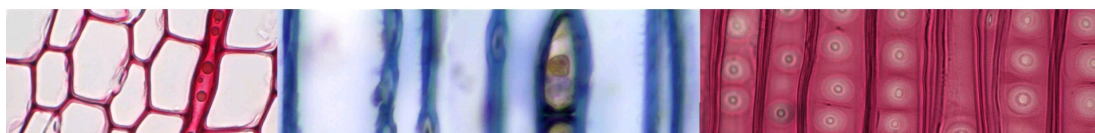
- Аэренхима состоит из клеток с крупными выростами
- В аэренхиме располагаются клетки механической ткани – астроклереиды
- Проводящие пучки концентрические амфивазальные
- В проводящих пучках редуцирована флоэма
- Данное растение – гидрофит
- Для растения характерна атактостела

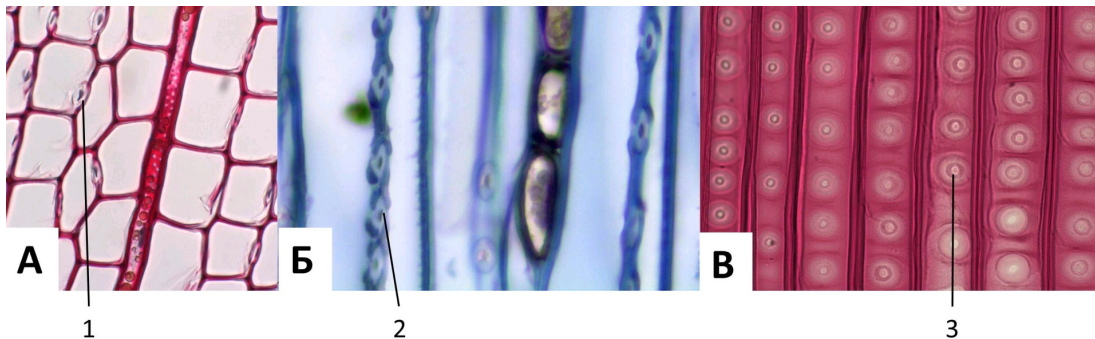
Время ответа: 19.03.2022 10:15:43

Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID3 (Задача № 1281314)

На фотографиях представлены участки срезов проводящей ткани высшего растения (*Embryophyta*).





Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

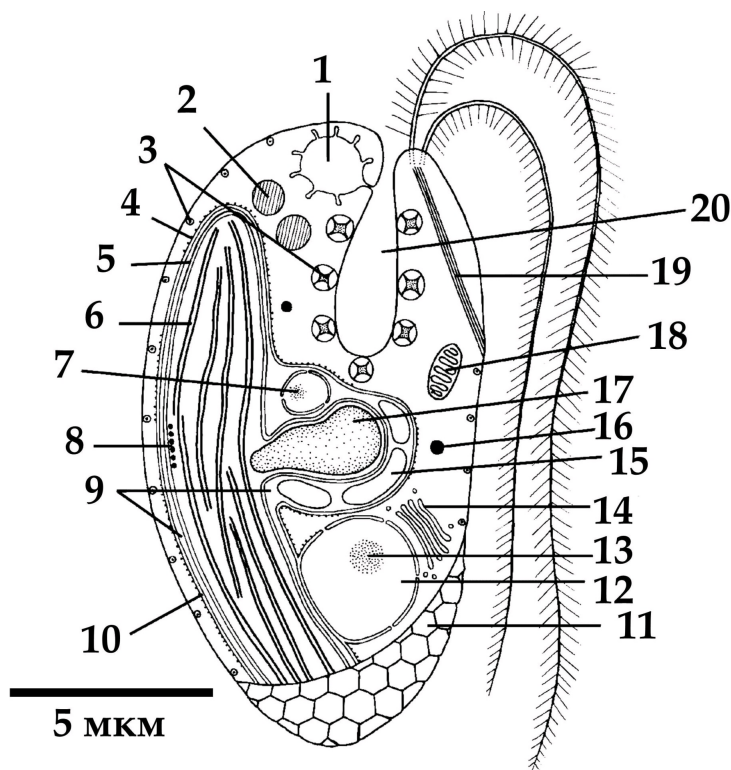
- ✓ На фотографиях показаны трахеиды, проводящая ткань – ксилема
- ✗ Цифрой 3 обозначена простая перфорационная пластинка
- ✓ Раствор по проводящим элементам, показанным на фотографиях, может передвигаться как от корней к листьям, так и в обратном направлении
- ✗ Цифрами 1-2 обозначены окаймленные поры, цифрой 3 – простая пора
- ✓ Данные проводящие элементы НЕ имеют вторичной клеточной стенки
- ✗ На рисунке показаны наиболее совершенные проводящие элементы цветковых растений (*Magnoliophyta*), по которым вода перемещается с наибольшей скоростью

Время ответа: 19.03.2022 10:16:52

Баллы: 2 из 3

## Задание ID7 (Задача № 1281343)

Перед вами схема строения клетки некоего эукариотического организма.



Для каждого из следующих утверждений о данном организме укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Органелла под цифрой 17 содержит запас питательного вещества



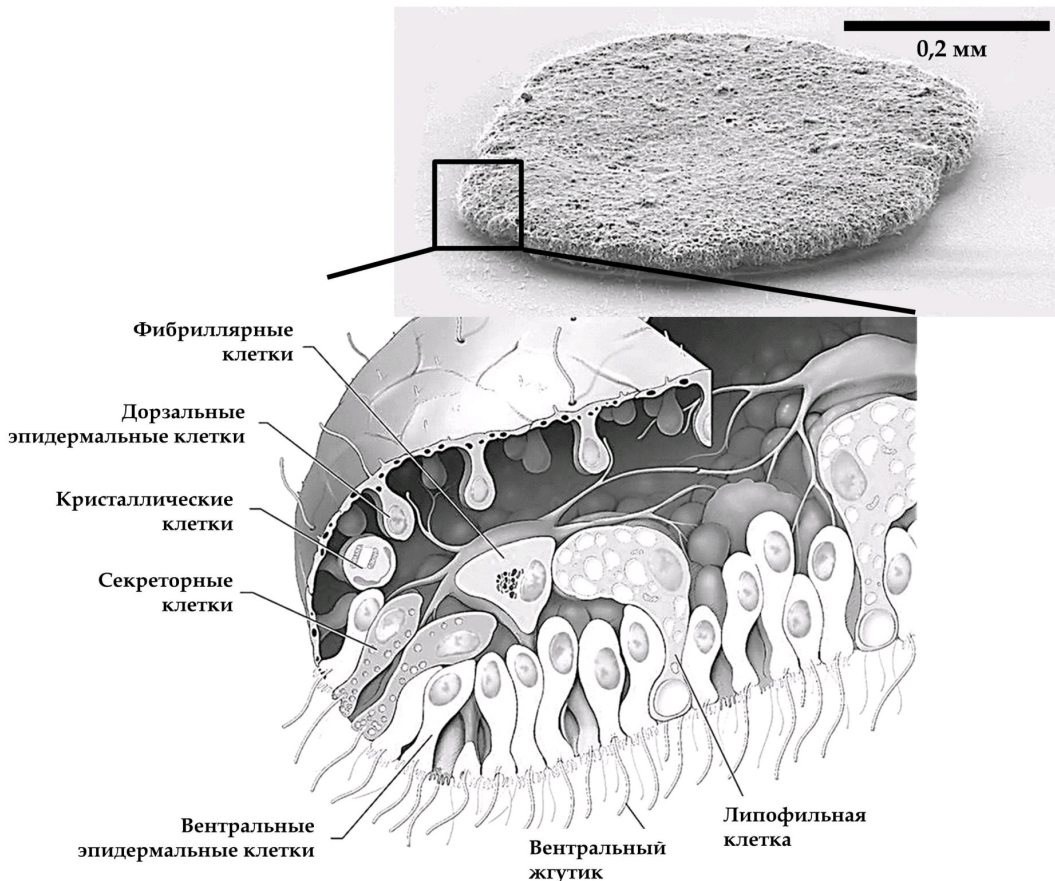
- ✗ Органелла под цифрой 7 содержит запас питательного вещества
- ✓ Данный организм имеет мастигонемы на обоих жгутиках
- ✗ Данный организм принадлежит к супергруппе Discoba (ранее в составе Excavata)
- ✓ Данный организм обладает миксотрофным типом питания
- ✓ Хлоропласт данного организма окружён четырьмя мембранами, включая мембрану хлоропластно-эндоплазматической сети
- ✗ Органелла под цифрой 7 содержит геном, родственные геномам красных водорослей

Время ответа: 19.03.2022 10:17:28

Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID8 (Задача № 1281346)

Этот странный небольшой организм был впервые обнаружен в конце XIX века на стенках морского аквариума, и лишь недавно удалось найти свидетельства его присутствия в дикой природе.



Для каждого из следующих утверждений о данном организме укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✓ Фибриллярные клетки имеют мезодермальное происхождение
- ✓ Данный организм ведёт пелагический образ жизни
- ✓ Данный организм относится к типу Пластинчатые (Placozoa), включающему всего несколько видов
- ✓ Данный организм обладает полостным пищеварением
- Основная функция секреторных клеток, расположенных только по краю тела – продукция пищеварительных ферментов, а липофильные клетки, расположенные на вентральной стороне, выделяют нейропептиды, регулирующие поведение организма
- ✗ Данный организм перемещается, в основном за счёт работы таких белков как динеин и тубулин

Время ответа: 19.03.2022 10:52:56

Баллы: 2 из 3

## Задание ID9 (Задача № 1281350)

В 2007 году у побережья Филиппин на глубине около 2500 м при помощи дистанционно-управляемой субмарины «ROV Global Explorer» было обнаружено необычное животное, длиной до 9 см, издалека напоминающее кальмара и названное исследователями «squidworm» («кальмарочервь»), или по-научному - *Teuthidodrilus samae*.



Для каждого из следующих утверждений о данном организме укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

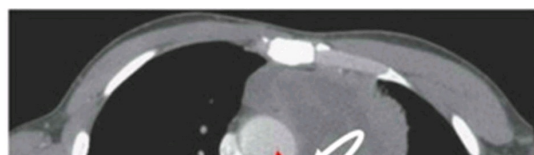
- Данный организм периодически линяет, сбрасывая старую кутикулу
- Данный организм обладает параподиями
- Данный организм ведёт бентосный образ жизни
- Данный организм имеет нервную систему в виде брюшной нервной цепочки
- Сходство данного организма с кальмаром может служить примером Мюллеровской мимикрии, при которой ряд ядовитых (несъедобных) видов имеют сходные ярко выраженные фенотипические признаки
- Перистомальные щупики данного организма имеют особенность сворачиваться и «надуваться» за счёт нагнетания в них целомической жидкости

Время ответа: 19.03.2022 10:19:04

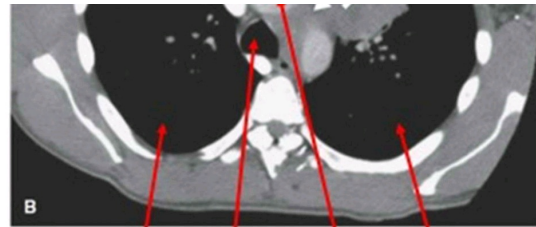
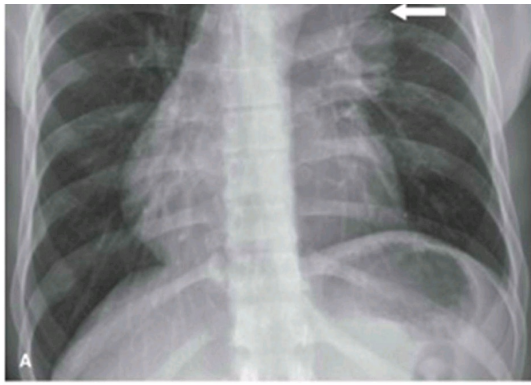
Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID14 (Задача № 1281454)

На приём к врачу обратился мужчина с жалобами на прогрессирующую в течение дня мышечную утомляемость. По результатам рентгенографии органов грудной клетки (А) выявлено новообразование средостения (пространства грудной клетки между двумя плевральными полостями) с неровными контурами. По данным компьютерной томографии (В, С) заподозрена злокачественная опухоль тимуса — инвазивная тимома; отмечено вращение в перикард (с наличием жидкости в перикарде) и клетчатку средостения. Известно, что у около четверти пациентов с тимомой диагностируют аутоиммунное заболевание *миастения гравис*, которое развивается вследствие избыточной продукции Т-лимфоцитами антител к эпитопам клеток эпителиальной тимомы, имеющим схожую структуру с субъединицами ацетилхолинового рецептора.





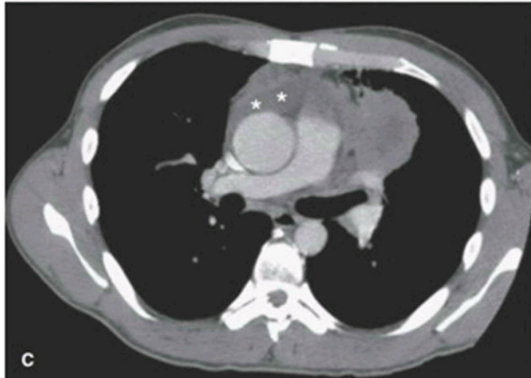


Правое  
лёгкое

Трахея

Левое  
лёгкое

Аорта



Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✓ При сдавливании опухолью верхней полой вены будет отмечено набухание и расширение вен на шее, руках и грудной стенке
- ✗ При условии хирургического удаления тимомы можно ожидать исчезновение симптомов миастении
- ✗ При лечении глюкокортикостероидами мышечная утомляемость станет менее выраженной
- ✗ После умеренной физической нагрузки у пациента можно отметить миоз (сужение зрачка), экзофтальм (запавшее положение глазного яблока) и урежение сердцебиения
- ✓ Массивное накопление жидкости в перикарде проявляется выраженным повышением артериального давления
- ✗ Для тимомы характерен местно-распространенный процесс с прорастанием в органы средостения, легкие и плевру

Время ответа: 19.03.2022 10:21:49

Баллы: 1 из 3

## Задание ID15 (Задача № 1281457)

Газообмен между альвеолами и легочными капиллярами приводит к повышению концентрации кислорода и снижению концентрации углекислого газа в малом круге кровообращения. Далее кровь поступает в магистральные артерии большого круга, где исследователю возможно осуществить измерение газового состава плазмы крови (а точнее, парциальных давлений газов —  $pO_2$ ,  $pCO_2$ ). Более низкие значения парциального давления свидетельствуют о меньшем объеме растворенного соответствующего газа.

Представьте, что из кровотока одновременно были элиминированы все эритроциты, при этом легкие функционируют нормально, и сразу после этого произведено измерение газового состава крови.

Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✓ В дальнейшем, клетки организма испытают тяжелую гипоксию вследствие недостаточности растворенного в крови кислорода
- ✗ Артериальное  $pO_2$  не изменится
- ✓ Общее содержание кислорода в артериальной крови не изменится

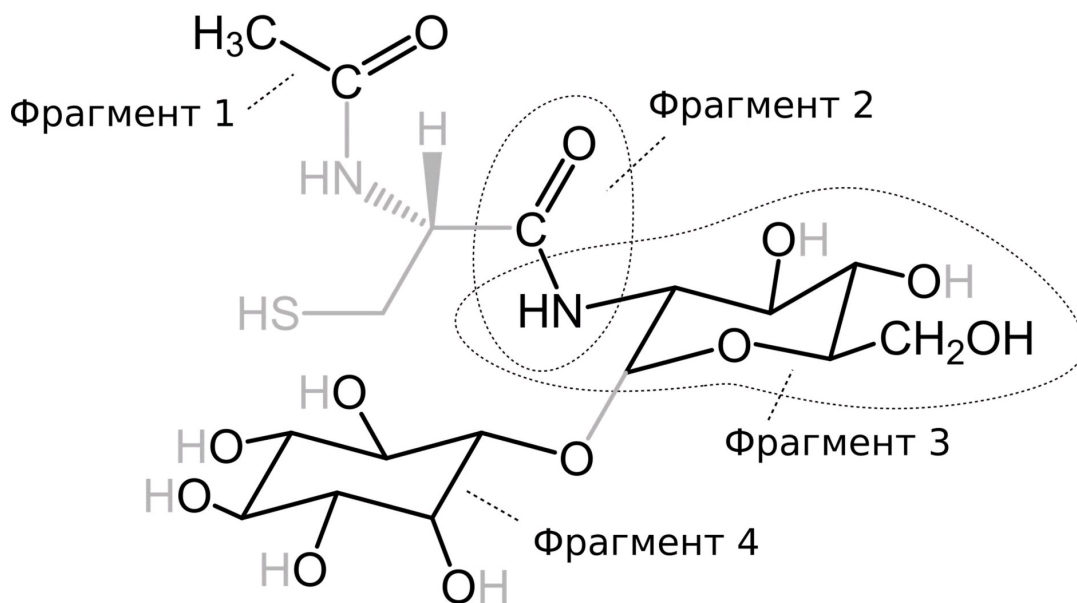
- ✗ Артериальное  $pCO_2$  не изменится
- ✗ Клетки организма испытывают тяжелую гипоксию вследствие резкого, одномоментного с элиминацией эритроцитов, падения  $pO_2$  в плазме
- ✗ Общее содержание углекислого газа в артериальной крови не изменится

Время ответа: 19.03.2022 10:56:17

Баллы: 1.5 из 3

## Задание ID19 (Задача № 1281469)

Некоторым людям кажется, что биохимия – очень сложная наука, потому что ее изучение требует запоминания множества соединений. В частности, согласно *E. coli* Metabolome Database метаболом кишечной палочки (*Escherichia coli*) содержит как минимум 3755 малых молекул. Однако подобная позиция совершенно не верна! Дело в том, что многие биомолекулы синтезируются путем объединения относительно небольшого количества типовых звеньев, словно живые организмы играют в химический конструктор. На практике знание основных блоков метаболизма, а также способов их соединения позволяет достаточно уверенно ориентироваться в многообразии биологических веществ. На рисунке представлена одна из молекул, которая в больших количествах присутствует в цитоплазме микобактерий (*Mycobacterium*), в том числе – Палочки Коха (*Mycobacterium tuberculosis*), опаснейшего возбудителя туберкулеза. Мы выделили четыре ее фрагмента черным цветом (учтите, что некоторые атомы и связи остались обозначены серым). Обратите внимание, что фрагменты 2 и 3 пересекаются.



Внимательно рассмотрите рисунок, после чего выберите, какие утверждения являются верными, а какие – неверными:

Ответ ученика

- ✓ Представленное соединение включает в свой состав остаток маннозы
- ✗ Представленное соединение включает остаток аминокислоты цистеина, которая не является протеиногенной, поскольку находится в D-конфигурации
- ✓ Фрагмент 3 может быть обнаружен в муреине
- ✓ В представленном соединении присутствует  $\beta$ -O-гликозидная связь
- ✗ В представленном соединении присутствует N-гликозидная связь с аминокислотой
- ✓ Фрагмент 4 может быть обнаружен в липидах

Время ответа: 19.03.2022 10:59:04

Баллы: 2 из 3

## Задание ID20 (Задача № 1281470)

Одним из наиболее изучаемых явлений в современной науке является регулируемая клеточная смерть, поскольку она лежит в основе многих физиологических и патологических процессов. На рисунке изображены упрощенные события, которые связаны с тем, как клетки инициируют свою гибель. Обратите внимание на то,



что далеко не все последовательные события соединены стрелками на схеме - мы предлагаем вам разобраться в их связи самостоятельно.

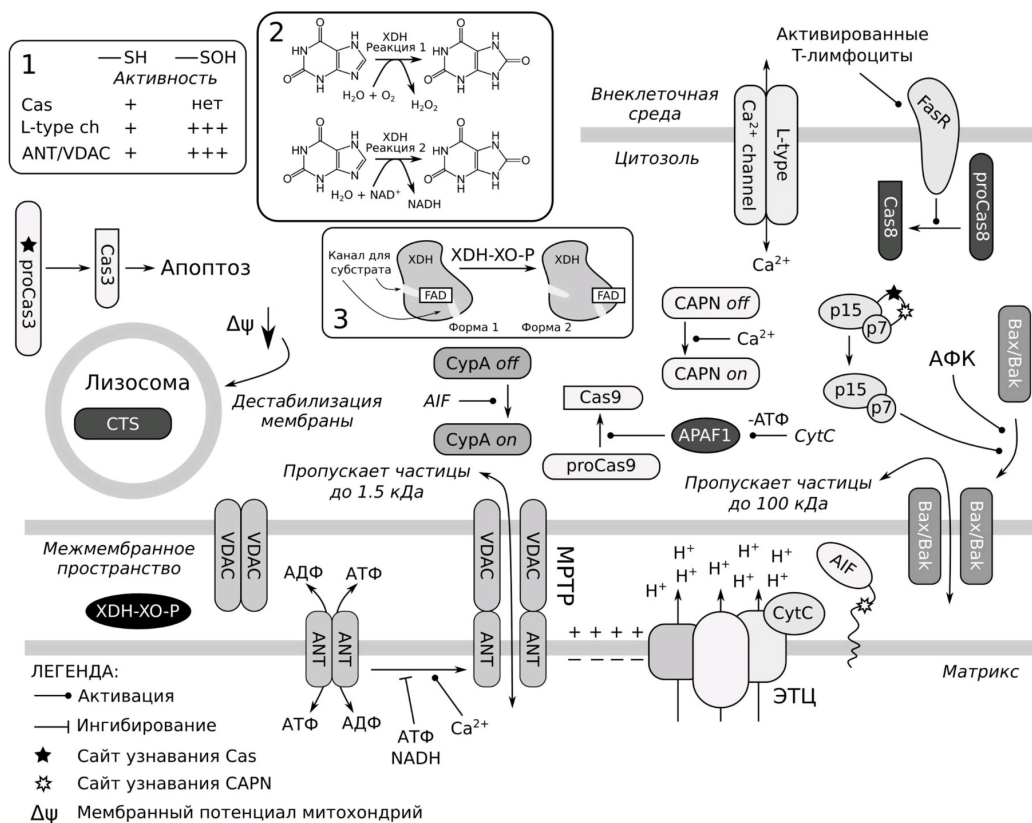
В рамке 1 вы можете видеть, как активность некоторых белков зависит от состояния остатков цистеина в их составе.

Рамка 2 изображает две реакции, которые способен катализировать цитозольный фермент XDH в одной из своих форм (мы умышленно не указываем соответствие форма/реакция).

Рамка 3 иллюстрирует конверсию формы 1 XDH в форму 2 под действием протеазы XDH-XO-P, в норме локализованной в митохондриях.

Cas – ферменты каспазы (протеазы); proCas – их неактивные формы; CTS – ферменты катепсины (мощные неспецифические протеазы); CAPN – протеазы кальпаины; CytC – цитохром с; MPTP – комплекс белков митохондриальной поры; SurA – белок-активатор эндонуклеаз; ЭТЦ – электрон-транспортная цепь; АФК – активные формы кислорода; (-АТФ) над реакцией обозначает расход этого соединения в ходе процесса; считайте, что 1 кДа численно равен 1000 г/моль. Названия других белков мы умышленно не расшифровываем.

В тех случаях, когда процесс контролируют несколько факторов, они могут действовать независимо, а при совместном действии их эффекты суммируются. При решении задания не забывайте об осмотических эффектах, а также о том, что митохондрии служат одним из депо, поглощающим кальций при его повышении в цитозоле!



Для каждого из утверждений выберите, является оно верным или неверным:

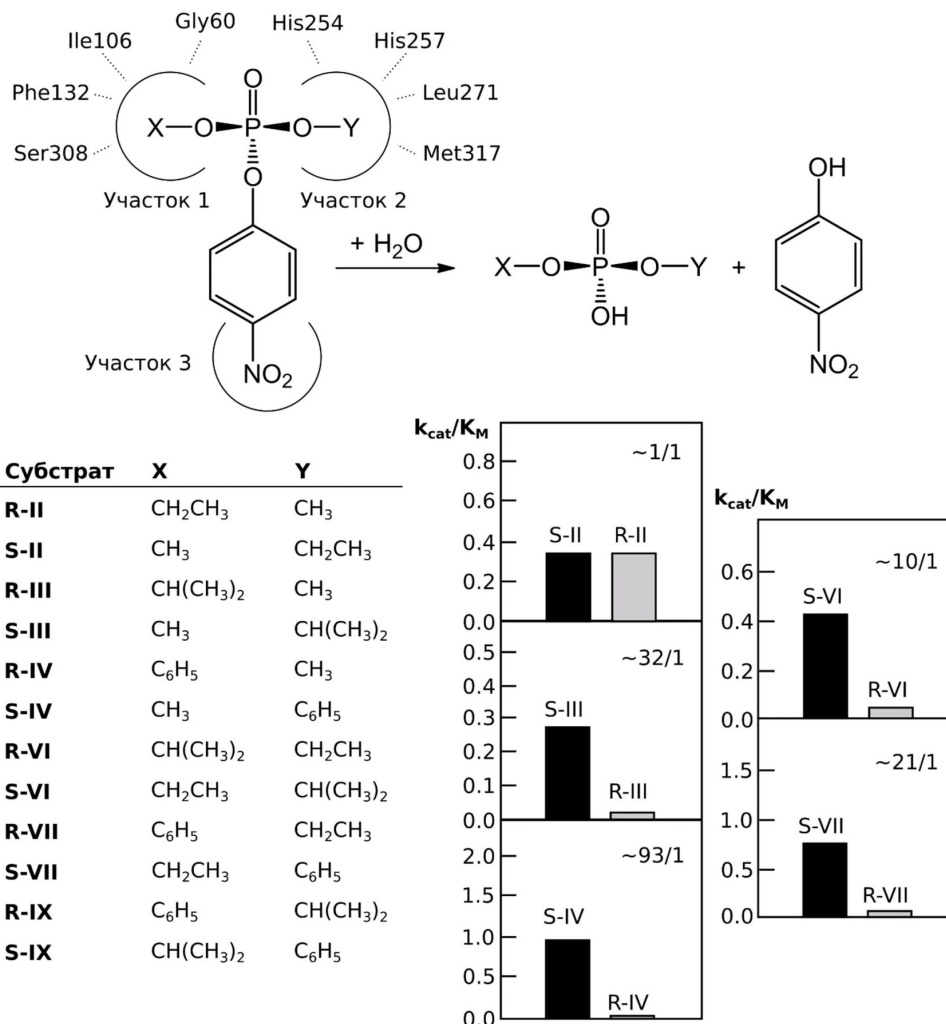
Ответ ученика

- ✗ В случае умеренного повышения АФК исключительно в матриксе, добавление ингибиторов катепсинов приведет к тому, что доля клеток, претерпевших смерть, снизится
- ✗ При увеличении концентрации  $Ca^{2+}$  в митохондрии, усилится ток катионов в матрикс, что в конечном итоге приведет к разрушению митохондриальной мембраны и к выходу цитохрома с в цитозоль даже при ингибировании Вах/Ваk
- ✓ В тех случаях, когда энергетический метаболизм клетки существенно нарушен, эндогенные стимулы вызывают Cas-зависимый апоптоз
- ✓ Реакция 2, катализируемая XDH, является частью катаболизма нуклеотидов
- ✗ Окислители, которые полностью реагируют с компонентами клеточной мембраны и почти не проникают в цитозоль, будут вызывать Cas3-зависимую клеточную смерть
- ✓ При одновременном увеличении внутриклеточной концентрации  $Ca^{2+}$  и ингибировании каспаз, фрагментация ядерной ДНК не будет происходить из-за отсутствия Cas3-зависимого апоптоза

Время ответа: 19.03.2022 11:50:07

Баллы: 0.5 из 3

Бактериальная фосфотриэстераза (PTE) катализирует гидролиз P-O, P-F, P-S связей в различных инсектицидах и фосфорорганических нервных ядах. Общую схему реакции вы можете видеть в верхней части рисунка. Кристаллографические работы показали, что фермент связывает свои субстраты при помощи трех участков в активном центре. В 2001 году Chen-Goodspeed с коллегами решили выяснить, какими факторами регулируется субстратная специфичность PTE. Для этого они воспользовались библиотекой фосфорорганических соединений, представленной в нижней левой части рисунка. Каждое из веществ добавляли к ферменту, после чего измеряли кинетические параметры реакции. В качестве критерия эффективности фермента использовали величину  $k_{cat}/K_M$ . Результаты некоторых измерений вы можете обнаружить в правой нижней части рисунка. Мы также указали примерное соотношение эффективностей катализа для каждой пары соединений (коэффициент селективности S/R, в правом верхнем углу окошка).



Внимательно рассмотрите рисунок, после чего для каждого из утверждений выберите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

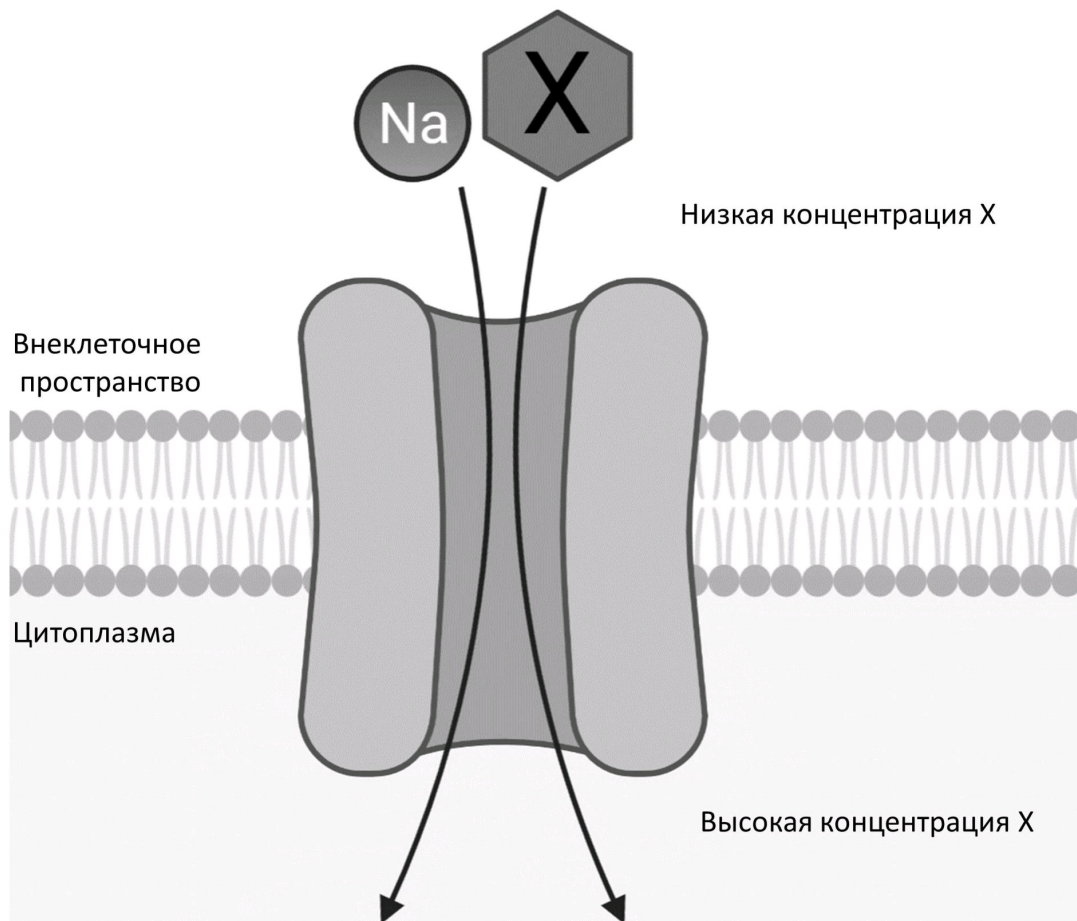
- ✓ Мутация Gly60Ala приведет к тому, что для пары S-II/R-II коэффициент селективности станет выше 1/1
- ✗ Замены Ile106Ala/His257Trp приведут к тому, что для пары S-III/R-III коэффициент селективности станет ниже 32/1
- ✗ Фермент с заменами Ile106Ala/Phe132Ala будет иметь более низкий коэффициент селективности в отношении пары S-VI/R-VI, нежели фермент с заменами Ile106Ala/Phe132Ala/His257Trp
- ✗ Фермент с заменами Ile106Gly/Phe132Gly/Ser308Gly будет иметь более низкий коэффициент селективности в отношении пары S-VII/R-VII, нежели фермент с заменами Ile106Gly/Phe132Gly/His257Trp/Ser308Gly
- ✓ Для фермента дикого типа коэффициент селективности в отношении пары S-IX/R-IX будет ниже 93/1
- ✗ В отношении пары S-IX/R-IX коэффициент селективности будет уменьшаться в ряду ферментов с мутациями Ile106Gly → Gly60Ala → Ile106Gly/Phe132Gly/His257Trp/Ser308Gly

Время ответа: 19.03.2022 11:55:16

Баллы: 2.5 из 3



На рисунке изображена схема транспорта вещества X в клетку с помощью одного из типов транспортеров.



Проанализируйте представленную схему и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

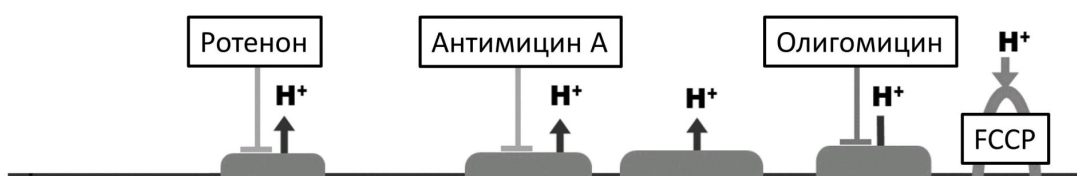
- ✓ Транспорт ионов натрия происходит по градиенту концентрации (из области с большей концентрацией в область с меньшей)
- ✓ Ингибирование транспортера SGLT2, подобного приведенному на схеме, способно предотвращать реабсорбцию глюкозы в нефронах, что может использоваться для лечения сахарного диабета II типа
- ✓ Вещество X транспортируется в клетку по механизму вторично-активного транспорта
- ✗ Вещество X может являться углекислым газом
- ✗ Увеличение концентрации ионов натрия во внеклеточной среде приведёт к снижению транспорта вещества X в клетку
- ✗ Тип транспортера, изображённый на схеме, может функционировать в кишечнике

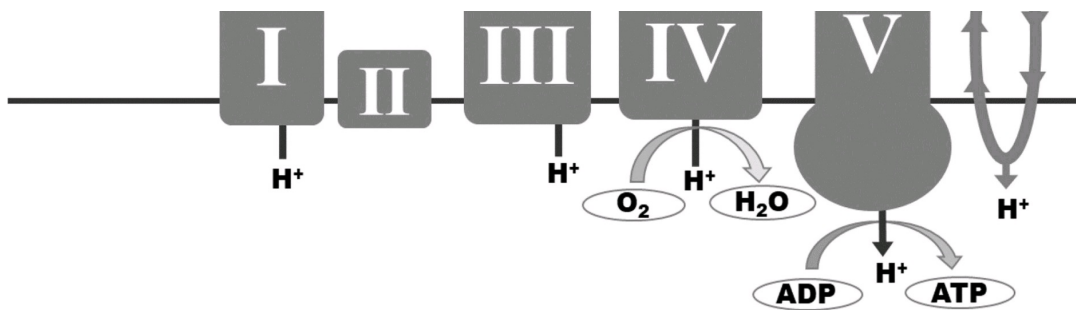
Время ответа: 19.03.2022 10:34:23

Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID26 (Задача № 1281490)

Дыхательная цепь митохондрий – один из основных путей синтеза АТФ в клетке. Использование различных модуляторов дыхательной цепи (см. рисунок ниже) позволяет рассчитать различные метаболические параметры.





Ротенон, антимицин А и олигомицин ингибируют соответственно комплексы I, III и V. FCCP является протонифором – он позволяет протонам свободно проникать через митохондриальную мембрану.

Изучите представленную схему и подумайте, как повлияет на работу дыхательной цепи добавление в клетку каждого из веществ. Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

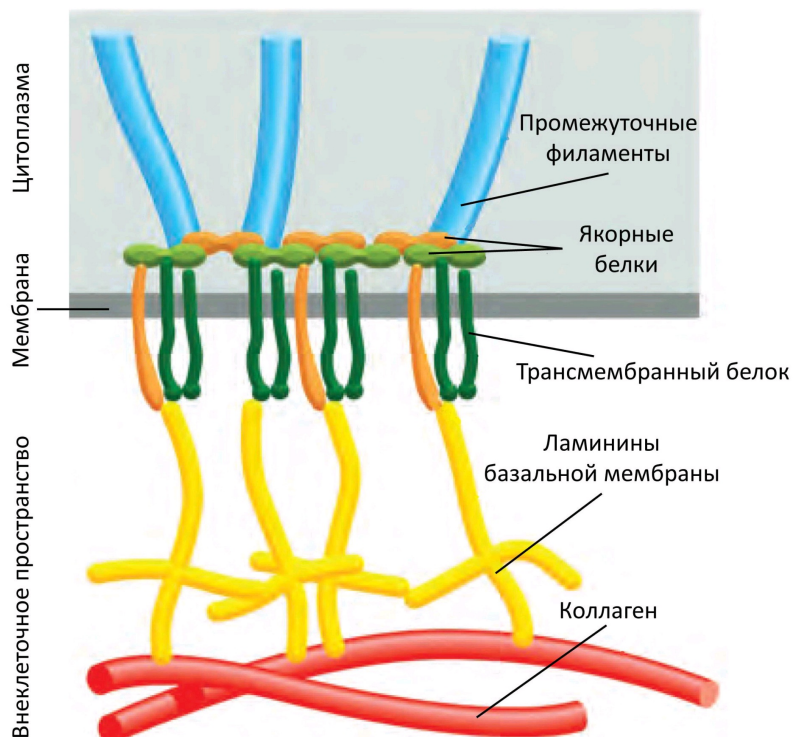
- ✓ Добавление комбинации ротенона и антимицина А практически полностью подавляет работу дыхательной цепи
- ✗ Добавление олигомицина повысит потребление клеткой кислорода
- ✗ Максимальное потребление кислорода достигается добавлением ротенона
- ✓ Добавление FCCP ингибирует продукцию АТФ в дыхательной цепи
- ✓ Добавление ротенона способствует накоплению NADH
- ✓ Чтобы оценить, какой процент потребления кислорода клеткой связан с продукцией АТФ, необходимо добавить олигомицин

Время ответа: 19.03.2022 11:11:38

Баллы: 3 из 3

## Задание ID27 (Задача № 1281493)

На рисунке изображена схема одного из типов клеточных контактов.



Изучите схему и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:



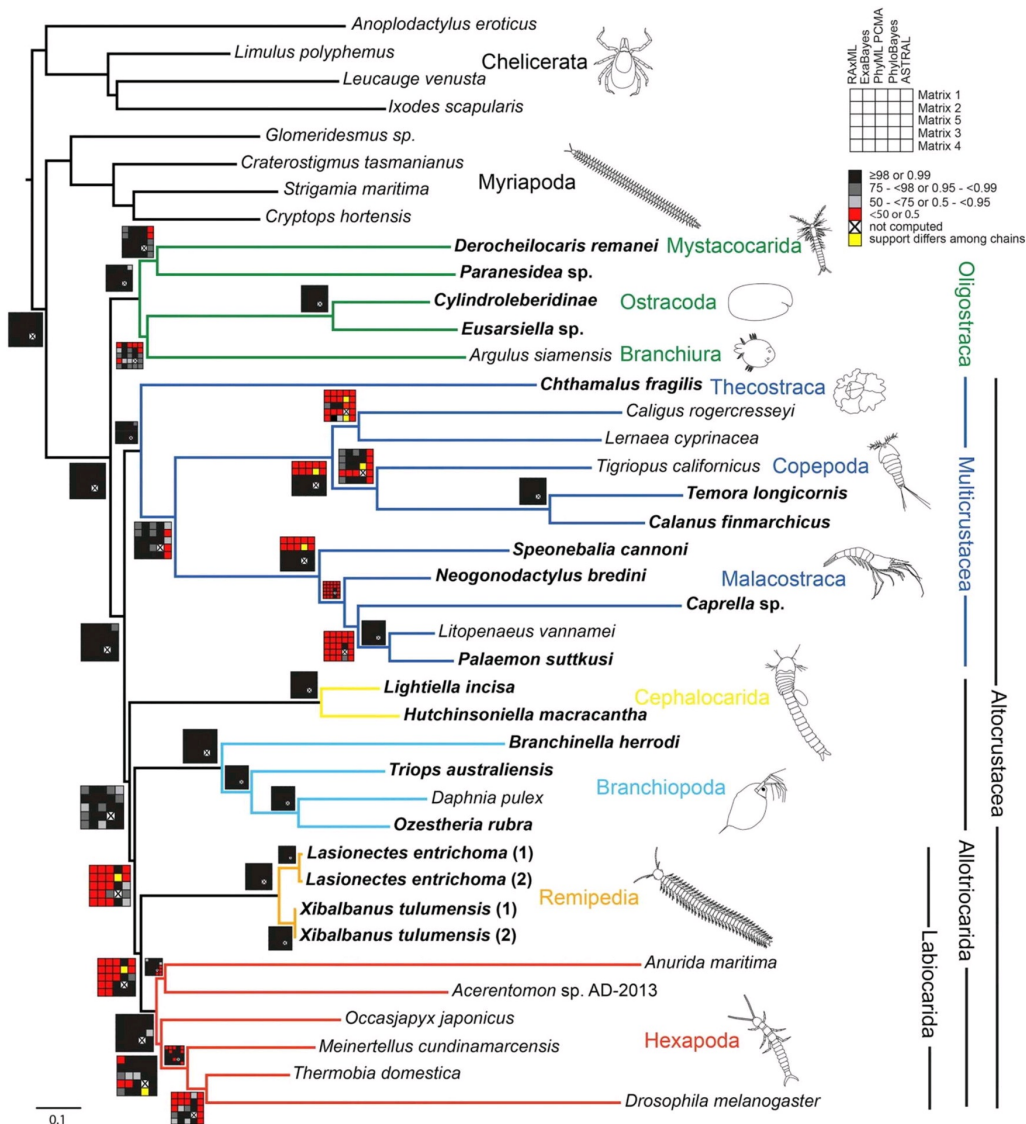
- ✗ Наиболее часто данный тип межклеточных контактов встречается в нервной ткани
- ✓ В формировании данного типа контакта принимают участие белки-интегрины
- ✗ Промежуточные филаменты, с которыми связывается данный тип контакта, могут состоять из кератина
- ✓ Основная функция изображённого на схеме контакта – поддержание различий между апикальной и базолатеральной мембранами клетки
- ✗ На рисунке изображена схема полудесмосомы
- ✓ Нарушение функции данного типа клеточных контактов может вызвать тяжёлые кожные заболевания

Время ответа: 19.03.2022 11:12:19

Баллы: 1.5 из 3

## Задание ID31 (Задача № 1281503)

Относительно недавно было установлено, что насекомых (Insecta) следует рассматривать как сухопутную ветвь ракообразных (Crustacea). Это открытие изменило взгляды на эволюцию как ракообразных, так и насекомых, сформировав представление о таксоне Pancrustacea, который объединил ракообразных с шестиногими (Hexapoda, насекомые и их ближайшие родственники). Однако, несмотря на интенсивные исследования, точная картина родственных связей различных линий ракообразных еще не установлена. Ниже приведена филогения ракообразных и их ближайших родственников из типа членистоногие, построенная на основе большого объема геномных данных (Schwentner M. et al., 2017). Для каждого узла предлагаемого дерева приведена поддержка топологии в зависимости от применяемого метода вычислений и матрицы: черный цвет означает высокую поддержку, красный – низкую поддержку, а желтый – варьирование степени поддержки в разных итерациях методах. Если большое число разных методов с использованием разных матриц демонстрирует низкую поддержку, это означает высокую вероятность того, что топология в этом дереве в реальности может оказаться другой: имеющиеся данные не позволяют утверждать истинность этой топологии.



Проанализируйте представленную схему и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

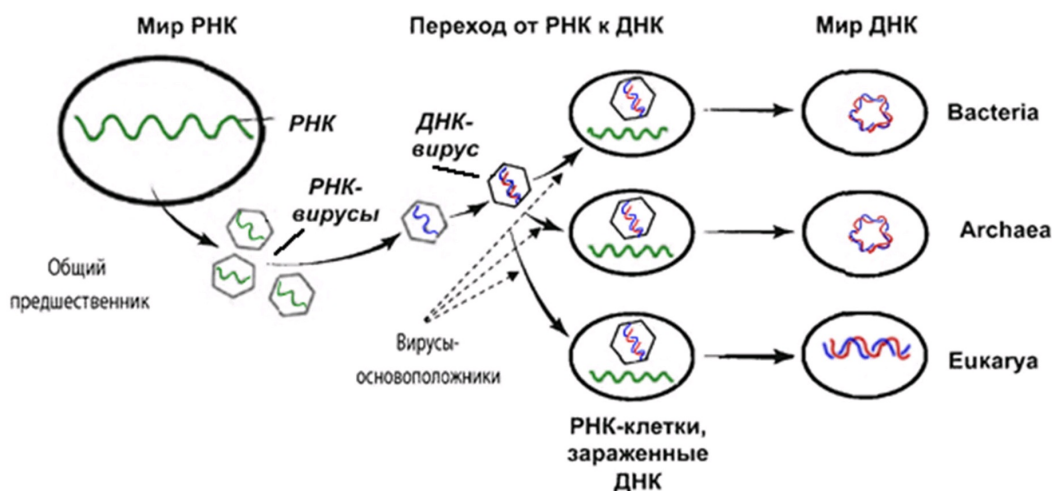
- ✓ Таксон Mandibulata, объединяющий многоножек (Myriapoda) и ракообразных в широком смысле (включая шестиногих), является монофилетическим
- ✓ Узел, в котором расходятся ветви Ремипедий (Remipedia) и Шестиногих (Hexapoda), имеет низкую поддержку
- ✓ Согласно топологии представленного дерева Ремипедии (Remipedia) являются сестринской к группой к Шестиногим (Hexapoda)
- ✓ Высшие раки (Malacostraca) не являются ближайшими среди ракообразных родственниками Насекомым
- ✗ Низкие поддержки топологии дерева в основании Шестиногих (Hexapoda) позволяют предположить возможную немонофилетичность таксона
- ✗ Представленные данные позволяют рассматривать группу Cephalocorida как вероятных предков насекомых

Время ответа: 19.03.2022 11:16:14

Баллы: 3 из 3

### Задание ID33 (Задача № 1281511)

Мир РНК – гипотетический этап возникновения жизни на Земле, когда ансамбли молекул рибонуклеиновых кислот выполняли как функцию хранения генетической информации, так и катализ химических реакций. Впоследствии из их ассоциаций возникла современная ДНК-РНК-белковая жизнь, обособленная мембраной от внешней среды. Идея мира РНК была впервые высказана Карлом Вёзе в 1968 году. Вопрос эволюции современных клеток, использующих ДНК в качестве носителя наследственной информации, от гипотетических предков, использующих РНК для тех же целей, остается очень дискуссионным. Вероятно, большую роль в этих эволюционных процессах играли вирусы, которые могут использовать оба типа нуклеиновых кислот в качестве носителя генетической информации. На иллюстрации ниже приведена довольно спорная, но интересная гипотеза Патрика Фортера, предлагающая возможный эволюционный путь от РНК-организмов к ДНК.



Проанализируйте представленную схему и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным согласно предложенной концепции:

Ответ ученика

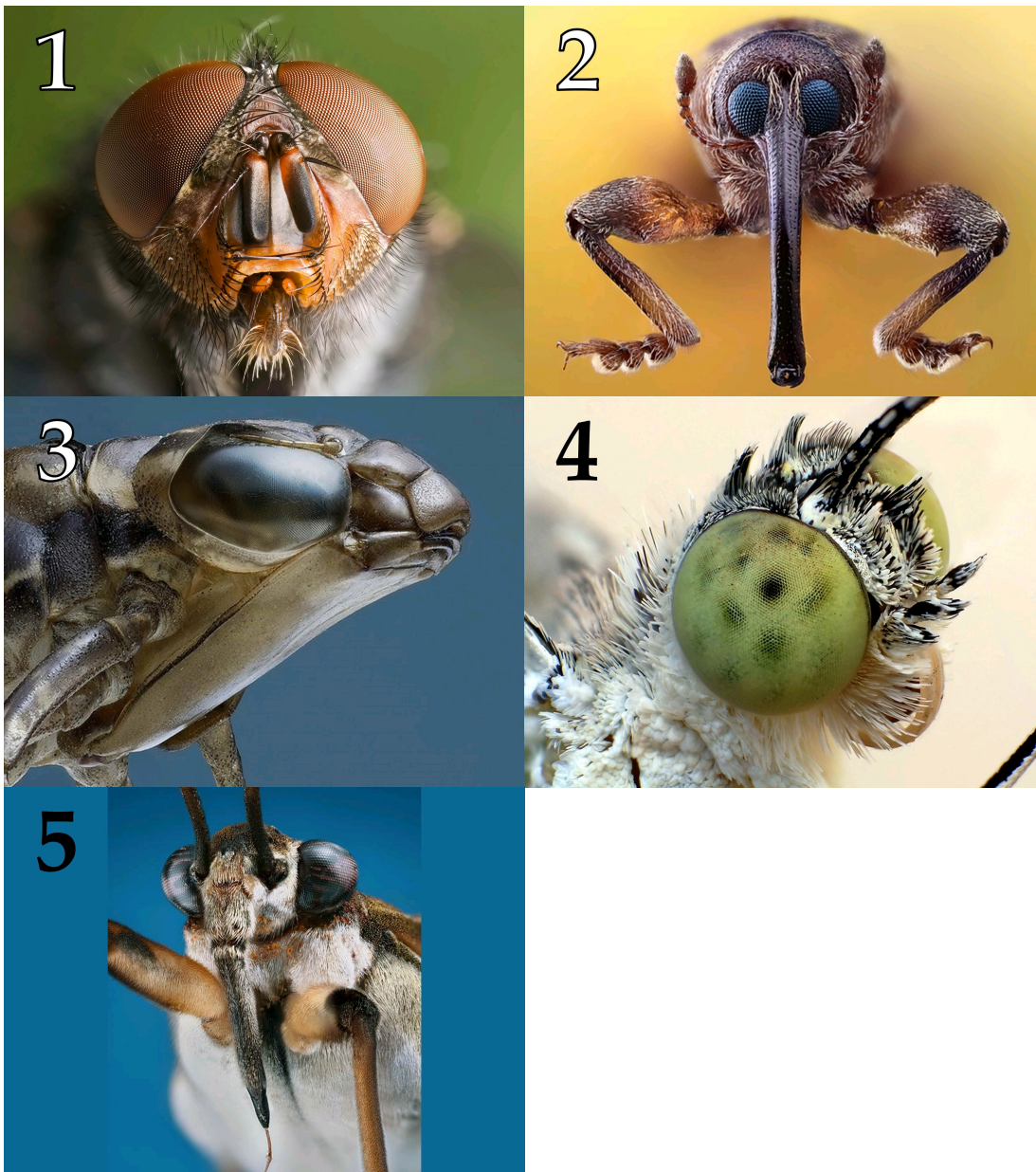
- ✓ Первыми использовать ДНК в качестве носителя генетической информации стали вирусы
- ✗ Одноцепочечные нуклеиновые кислоты появились позже двухцепочечных в процессе эволюции
- ✗ Первые ДНК-клетки появились в ходе встраивания генома ДНК-вируса в геном хозяина
- ✓ Первые ДНК-клетки появились в ходе встраивания генома РНК-вируса в геном хозяина
- ✓ Три линии клеточных организмов (Bacteria, Archaea, Eukarya), произошли независимо от разных предшественников (РНК-клеток) согласно приведенной схеме
- ✗ Вирусы происходят от доклеточных организмов согласно приведенной схеме

Время ответа: 19.03.2022 10:38:51

Баллы: 2 из 3

### Задание ID36 (Задача № 1281518)

Ниже приведены фотографии различных насекомых:



После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список систематических групп (отряды или подотряды) насекомых (список избыточен – в нем есть лишние названия).

В среднем столбце указаны номера фотографий (сами фото приведены выше).

В правом столбце приведен список типов ротовых аппаратов (список избыточен – в нем есть лишние названия).

**Загляните в глаза этим удивительным созданиям и соотнесите «портреты» насекомых (Insecta) с систематическими группами, к которым они относятся и типами имеющихся у них ротовых аппаратов.**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

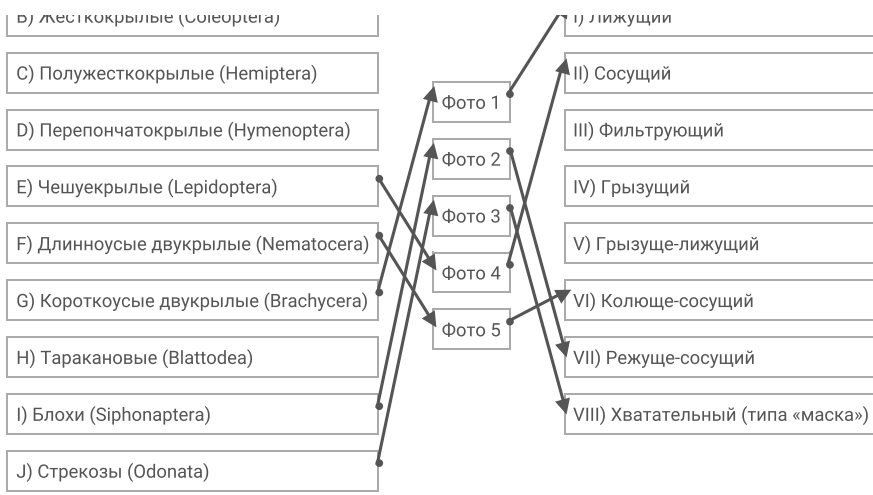
Ответ ученика

А) Прямокрылые (Orthoptera)

В) Жесткокрылые (Coleoptera)

Г) Пилильщик





Время ответа: 19.03.2022 11:57:42

Баллы: 3.5 из 5

### Задание ID38 (Задача № 1281525)

На фотографиях ниже изображены различные кости человека (масштаб не соблюден):



После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список названий костей (список избыточен – в нем есть лишние названия).

В среднем столбце указаны номера фотографий (сами фото приведены выше).

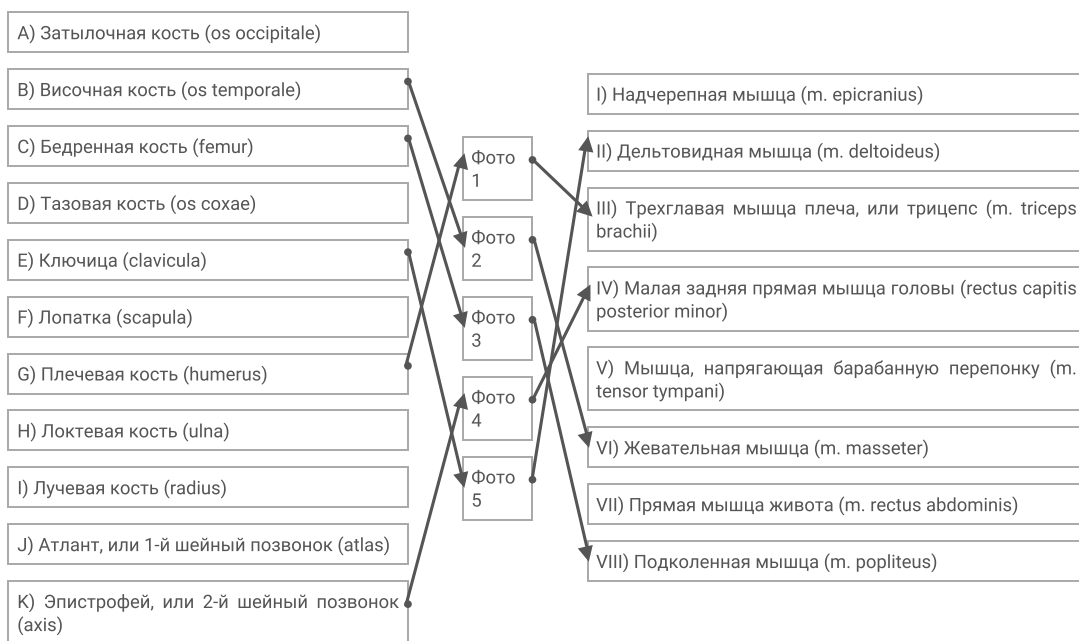
В правом столбце приведен список названий мышц (список избыточен – в нем есть лишние названия).

Определите название каждой из костей и соотнесите её с конкретной мышцей, которая к ней прикрепляется, из предложенного списка.

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

Ответ ученика

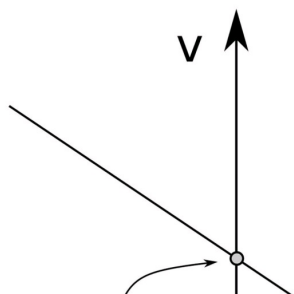


Время ответа: 19.03.2022 11:18:49

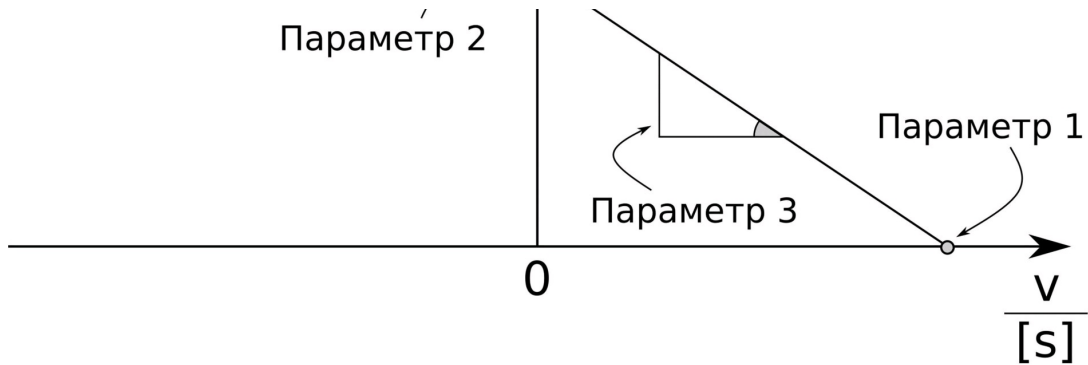
Баллы: 3 из 5

## Задание ID40 (Задача № 1281531)

На рисунке представлено уравнение Михаэлиса-Ментен, описывающее скорость ( $v$ ) ферментативной реакции в зависимости от концентрации субстрата  $[s]$  при определенных условиях (которые, для простоты, мы опустим).  $V_{\max}$  – максимальная скорость реакции,  $K_M$  – константа Михаэлиса, в ближайшем приближении характеризующая сродство фермента к субстрату. До эпохи персональных компьютеров работа с уравнением Михаэлиса-Ментен была не очень удобна, поскольку зависимость  $v$  от  $[s]$  нелинейна. Чтобы обойти данную проблему, ученые придумали различные способы линеаризации этого выражения. В частности, на рисунке вы можете видеть способ Иди-Хофсти. Мы выделили три численных параметра на графике (пересечение с осями X и Y, а также тангенс угла наклона).



$$v = \frac{[S] \cdot V_{\max}}{[S] + K_M}$$



Известно, что активность ферментов может быть снижена добавлением ингибиторов. Конкурентные ингибиторы чаще всего соревнуются с субстратом за активный центр фермента. Неконкурентные ингибиторы не влияют на связывание фермента с субстратом, но снижают общую каталитическую активность белка.

После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список численных значений параметров (список избыточен).

В среднем столбце указаны номера параметров (указания на них приведены на рисунке выше).

В правом столбце приведен список свойств параметров.

**Установите правильные соответствия между параметрами графика (1-3), их численными значениями (A-L) и свойствами (I-III).**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

Ответ ученика

A) $1/V_{\max}$			
B) $-1/V_{\max}$			
C) $-1/K_M$			
D) $1/K_M$			
E) $K_M/V_{\max}$			
F) $-K_M/V_{\max}$			
G) $-K_M$			
H) $K_M$			
I) $V_{\max}$			
J) $-V_{\max}$			
K) $V_{\max}/K_M$			
L) $-V_{\max}/K_M$			

Параметр 1	I) Не изменяется при конкурентном ингибировании
Параметр 2	II) Не изменяется при неконкурентном ингибировании
Параметр 3	III) Изменяется как при конкурентном, так и при неконкурентном ингибировании

Время ответа: 19.03.2022 12:02:39

Баллы: 0 из 3



Большинство клеток человека несут диплоидный набор хромосом, однако в результате прохождения различных фаз клеточного деления, может меняться как количество хромосом в клетке – плоидность клетки ( $n$ ), так и количество нитей ДНК ( $c$ ), причём эти значения не всегда совпадают.

После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список событий, происходящих во время различных фаз (список избыточен – в нем есть лишние события).

В среднем столбце указаны названия фаз деления.

В правом столбце приведен список количества хромосом (плоидность) и нитей ДНК в клетке (список избыточен – в нем есть лишние значения).

**Соотнесите фазу клеточного деления с событием, происходящим во время этой фазы, и количеством хромосом (плоидностью) и нитей ДНК.**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

Ответ ученика



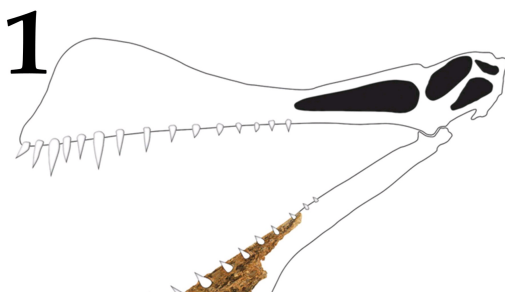
Время ответа: 19.03.2022 11:19:28

Баллы: 5 из 5

## Задание ID44 (Задача № 1281542)

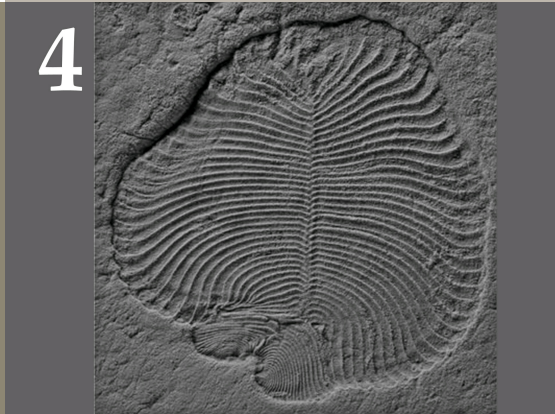
Палеонтологам часто приходится иметь дело с обрывочными сведениями о живых организмах. Иногда реконструкция всего облика древнего животного строится на основе фрагментов костей и сравнения с возможными родственниками. Кроме того, большая часть палеонтологического материала представлена следами жизнедеятельности организмов.

Ниже приведены фотографии различных палеонтологических материалов:





10 cm



После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список названий эр.

В среднем столбце указаны номера фотографий (сами фото приведены выше).

В правом столбце приведен список возможных систематических положений животных (список избыточен – в нем есть лишние элементы).

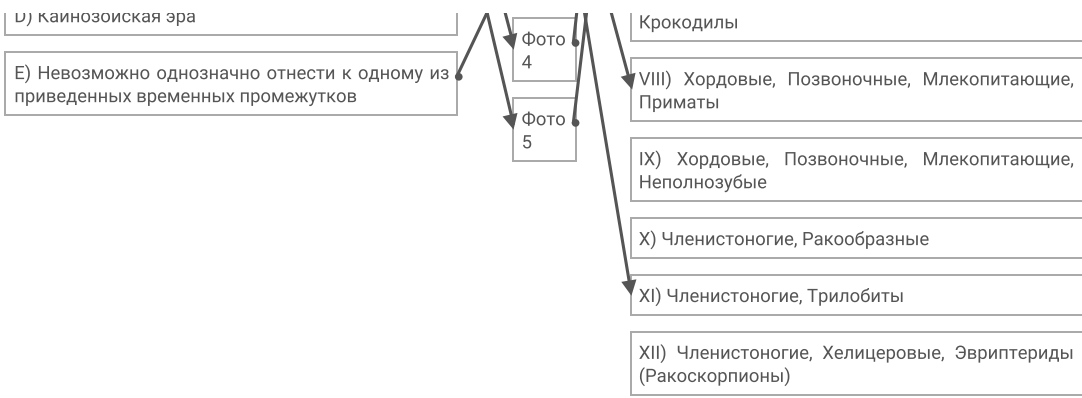
Проанализируете представленные фотоматериалы и сделайте вывод о возможной таксономической принадлежности животного и вероятном отрезке геохронологической шкалы, в котором можно обнаружить представителей этого таксона.

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку по верх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

Ответ ученика





Время ответа: 19.03.2022 12:03:30

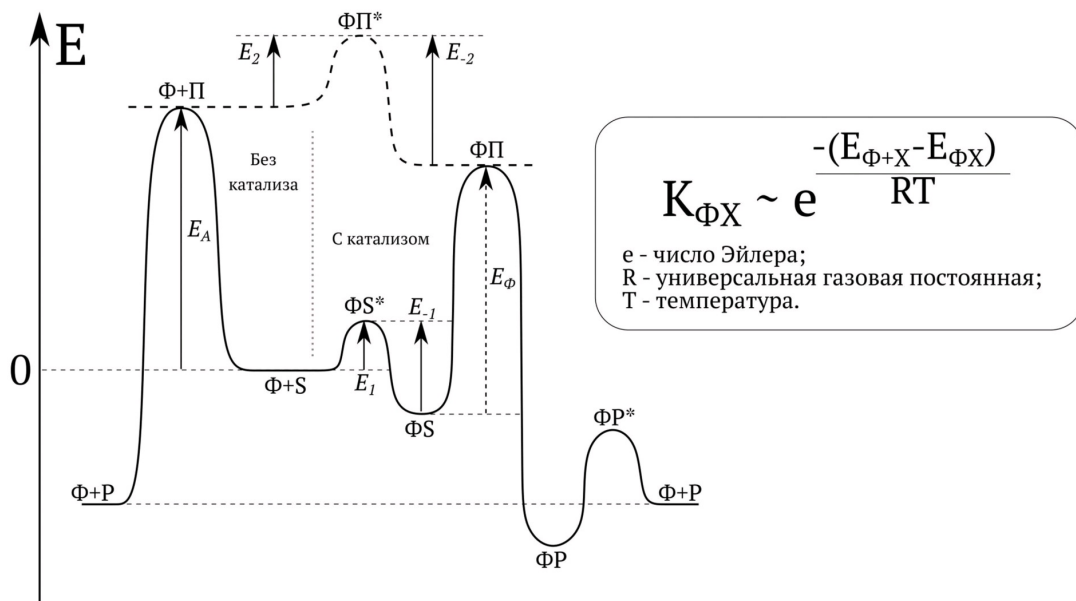
Баллы: 3 из 5

## Задание ID51 (Задача № 1281551)

В левой части рисунка (отделенной вертикальной серой пунктирной линией) представлен энергетический профиль реакции, не катализируемой ферментом (Ф), который, тем не менее, присутствует в системе. Субстрат (S) превращается в продукт (P) через переходное состояние (П). В левой части рисунка («без катализа») координата реакции направлена влево.

На правой части рисунка изображена та же самая реакция, однако теперь ее катализирует фермент. Процесс начинается с образования фермент-субстратного комплекса (ФС), который через комплекс фермента и переходного состояния (ФП) переходит в комплекс фермента и продукта (ФР). Последний распадается на свободные фермент и продукт. Обратите внимание, что реакции образования комплексов фермента и субстрата, а также фермента и продукта характеризуются своими переходными состояниями (ФС\* и ФР\*). Также в верхней части рисунка изображен воображаемый процесс образования комплекса между ферментом и свободным переходным состоянием. В правой части рисунка («с катализом») координата реакции направлена вправо.

Вертикальная ось, нанесенная на левую часть рисунка, обозначает энергию системы; состояние системы, представленное свободными ферментом и субстратом, принято за 0. На рисунке обозначены некоторые известные энергетические переходы ( $E_A$ ,  $E_1$ ,  $E_{-1}$ ,  $E_2$ ,  $E_{-2}$ , имеют положительное значение, выделены курсивом!). Значение перехода  $E_\Phi$  неизвестно. Термодинамические параметры образования комплекса между ферментом и некоторым соединением (X) могут быть охарактеризованы константой диссоциации ( $K_{\Phi X}$ ). Инструкция по ее вычислению присутствует на рисунке (температуру T указывают в Кельвинах, число Эйлера приблизительно равно 2,71828). Чем больше данная величина, тем больше концентрации несвязанных фермента и соединения X в состоянии равновесия. При решении считайте, что пропорциональное равенство ( $\sim$ ) соответствует точному равенству (=).



Ответьте на следующие подвопросы:

1) Рассчитайте значения энергии системы в следующих состояниях:  $\Phi S$ ,  $\Phi+P$ ,  $\Phi P$ . Обозначьте их  $E_{\Phi S}$ ,  $E_{\Phi+P}$ ,  $E_{\Phi P}$ . Используйте лишь известные переходы и помните, что они имеют векторный, а не скалярный характер.



2) Рассчитайте константы диссоциации комплексов фермент-субстрат ( $K_{\Phi S}$ ) и фермент-переходное состояние ( $K_{\Phi\Pi}$ ). Используйте значения  $E_{\Phi S}$ ,  $E_{\Phi\Pi}$ ,  $E_{\Phi\Pi}$ , полученные вами при ответе на подвопрос 1.

3) Как должны соотноситься  $E_A$  и  $E_{\Phi}$ , чтобы фермент выступал эффективным катализатором реакции? Предположите, что скорость процесса лимитируется самой медленной реакцией.

4) Рассчитайте  $E_{\Phi}$ , используя данные, полученные при ответе на подвопрос 1.

5) Как должны соотноситься  $K_{\Phi S}$  и  $K_{\Phi\Pi}$ , если сродство фермента больше в отношении переходного состояния, а не субстрата реакции?

6) Докажите, что фермент будет выступать эффективным катализатором реакции, если его сродство к переходному состоянию реакции больше, чем сродство к субстрату.

**При внесении ответа в поле ниже, пожалуйста, сохраняйте нумерацию подвопросов на которые вы даете ответы!**

Ответ ученика

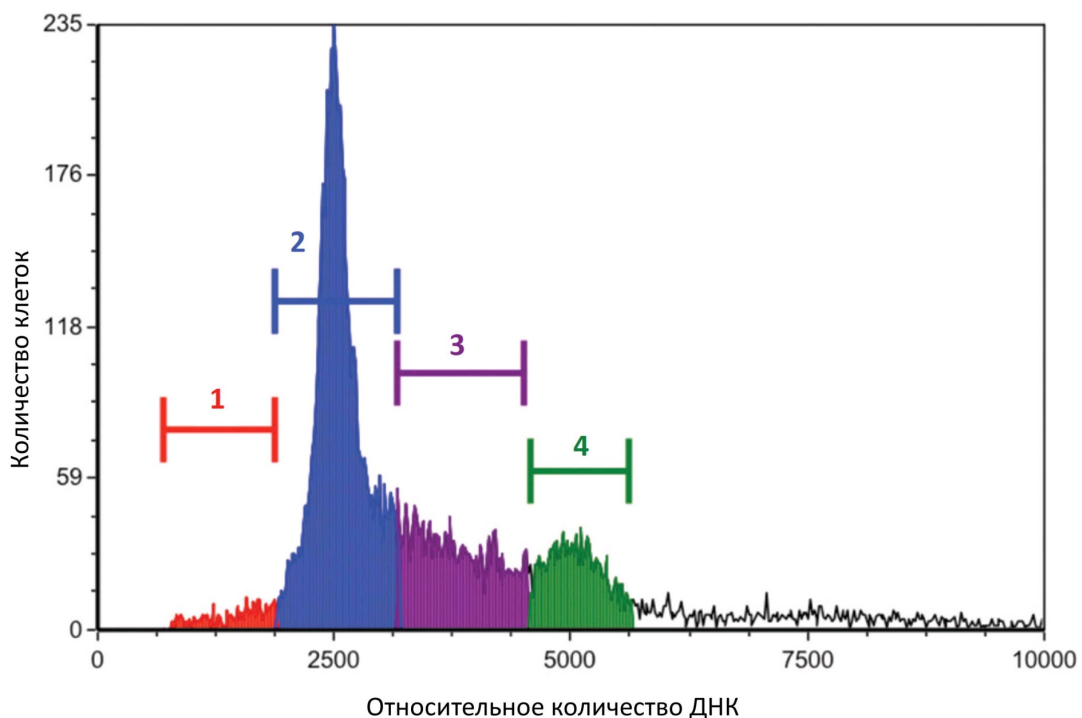
- 1)  $E_{\Phi S} = E_1 - E_{-1}$        $E_{\Phi\Pi} = E_A$        $E_{\Phi\Pi} = -E_{\Phi S} + E_A - (E_{-2} - E_2) = E_{-1} - E_1 + E_A - E_{-2} + E_2$
- 2)  $K_{\Phi S} = 2,71828 \frac{E_1 - E_{-1}}{8,31T} = 0,327(E_1 - E_{-1})$
- 3)
- 4)  $E_{\Phi} = E_{\Phi\Pi}$

Время ответа: 19.03.2022 11:39:32

Баллы: 2 из 12

## Задание ID53 (Задача № 1281553)

Окрашивание клеток флуоресцентным красителем йодидом пропидия позволяет оценить количество ДНК в клетке. На рисунке вы видите гистограмму распределения соматических клеток с различным количеством ДНК. По ней можно определить процент популяции клеток, находящихся в различных фазах клеточного цикла. Область 2 на рисунке соответствует G1-фазе клеточного цикла.



Ответьте на следующие подвопросы:

- 1) Какой фазе клеточного цикла соответствует область гистограммы 3?
- 2) В какой области гистограммы находятся клетки в фазе G0?

3) В какой области гистограммы находятся клетки, делящиеся митозом?

4) К каким изменениям гистограммы приведёт обработка клеток нокодазолом, который нарушает полимеризацию микротрубочек?

5) О чём свидетельствует увеличение содержания клеток в области 1?

**При внесении ответа в поле ниже, пожалуйста, сохраняйте нумерацию подвопросов на которые вы даете ответы!**

Ответ ученика

1) G2

2) 1

3) 4

4) Нарушится веретено деления, вследствие чего клетки будут полиплоидными (количество клеток не изменится, а количество ДНК увеличится)

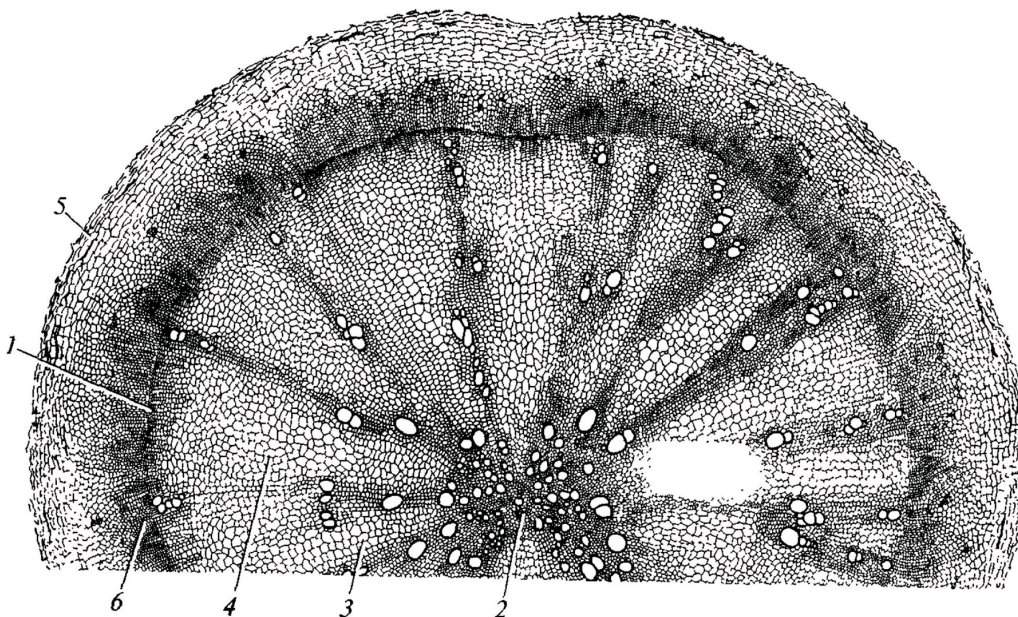
5)

Время ответа: 19.03.2022 11:47:03

Баллы: 3.5 из 10

## Задание ID4 (Задача № 1281334)

На рисунке показан поперечный срез одного из видоизменённых растительных органов.



Для каждого утверждения укажите, является оно верным или неверным для данного органа:

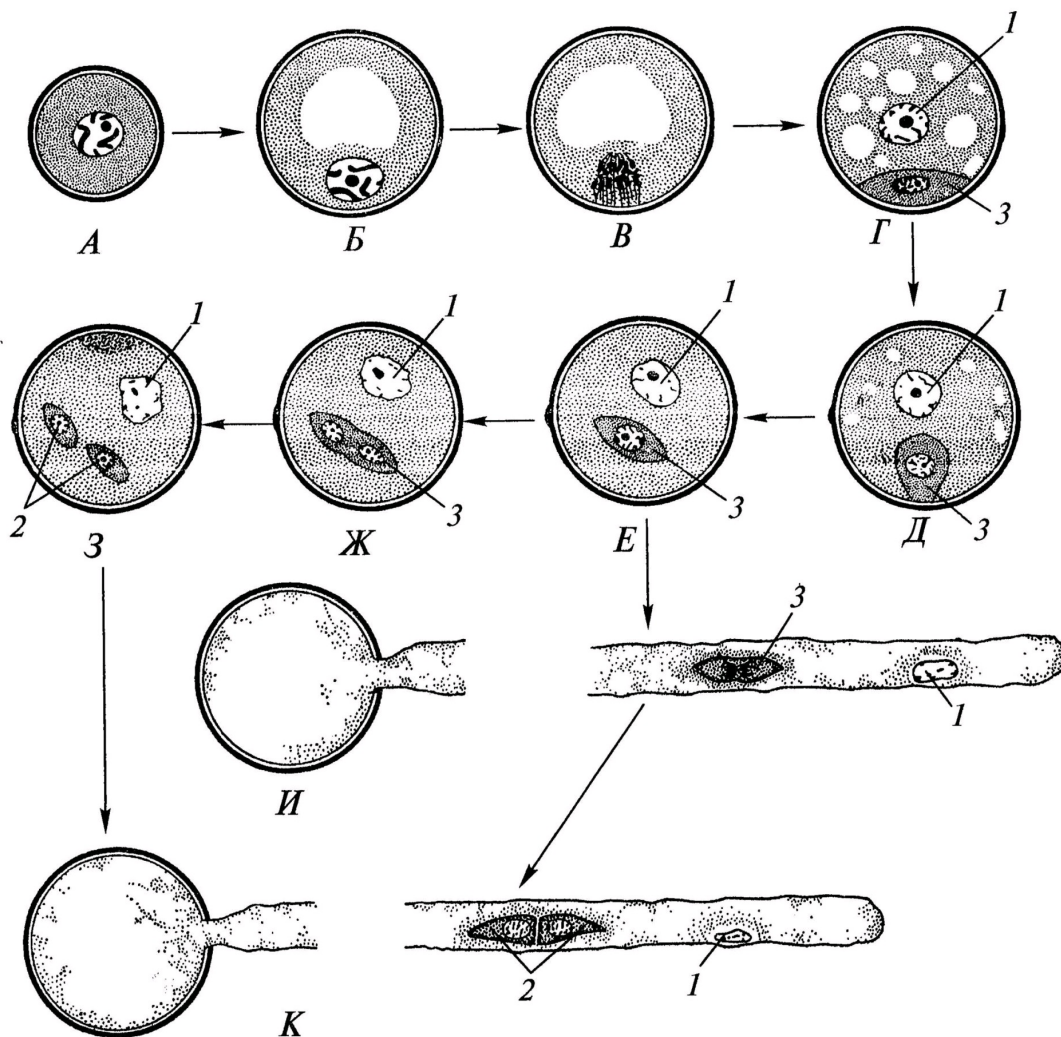
Ответ ученика

- Это поперечный срез видоизменённого корня
- Этот орган часто встречается у растений, обитающих на заболоченной почве
- Под цифрой 2 показана паренхима сердцевины
- Под цифрой 5 показана эпидерма
- Основная функция данного органа – поглощение воды из почвы
- Данный орган принадлежит однодольному растению

Время ответа: 19.03.2022 13:56:00

Баллы: 1.5 из 3

На схеме показаны варианты развития мужского гаметофита (пыльцевого зерна) у цветковых растений. Начальная стадия (А) – микроспора.



Проанализировав схему, укажите для каждого утверждения, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

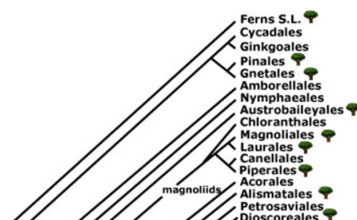
- ✓ Двухклеточное пыльцевое зерно прорастает на стадии E
- ✗ Под цифрой 2 показаны сперматозоиды
- ✓ При прорастании пыльцевого зерна сифоногенная клетка образует пыльцевую трубку
- ✓ Структура под цифрой 1 является гаплоидной
- ✗ Под цифрой 1 показано ядро сифоногенной клетки
- ✓ Структура под цифрой 3 является диплоидной

Время ответа: 19.03.2022 14:37:49

Баллы: 2 из 3

## Задание ID6 (Задача № 1281341)

На молекулярно-филогенетическом дереве цветковых растений (по Stevens, P.F., [www.mobot.org](http://www.mobot.org)) голубым цветом отмечены порядки, в которые входят растения-источники синей краски: вайда красильная (*Isatis tinctoria* L.) и индигофера красильная (*Indigofera tinctoria* L.).







Индигофера красильная  
(*Indigofera tinctoria* L.)



Вайда красильная  
(*Isatis tinctoria* L.)

Обозначения:

monocots – однодольные;

eudicots – высшие двудольные;

magnoliids – магнолииды или примитивные двудольные;

commelinids – коммелиниды;

rosids – розиды;

asterids – астериды;

rosidI/Fabidae – фабиды;

rosidII/Malvidae – мальвиды;

asteridI – астериды I;

asteridII – астериды II;

Проанализируйте дерево и укажите для каждого утверждения, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Вайда является двудольным растением, а индигофера – однодольным растением
- ✗ Вайда и индигофера имеют спайнолепестный венчик
- ✓ Если объединить порядки *Fabales* и *Brassicales*, то вместе они образуют монофилетическую группу
- ✓ Индигофера входит в группу rosidI/Fabidae
- ✗ Вайда входит в группу commelinids
- ✗ Цветок индигоферы является зигоморфным

Время ответа: 19.03.2022 13:04:46

Баллы: 2 из 3

## Задание ID11 (Задача № 1281356)

Известно, что у растительноядных млекопитающих пищеварительная система, в частности её отдельные органы, очень сложно устроены. Перед вами на фото представлена внутренняя поверхность одного из отделов такого органа.





Проанализируйте представленное фото и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Многокамерный желудок является эволюционным приспособлением для синтеза незаменимых аминокислот и свойственен отрядам Зайцеобразные (Lagomorpha), Парнокопытные (Artiodactyla), Непарнокопытные (Perissodactyla)
- ✗ Истинным желудком является сычуг
- ✓ Движение пищи в многокамерном желудке осуществляется в последовательности: рубец — сетка — повторное пережёвывание — книжка — сычуг
- ✗ Многокамерный желудок домашней коровы состоит из 3-х камер
- ✓ У новорождённого телёнка размер рубца по отношению к другим отделам увеличивается с возрастом
- ✗ Движение пищи в многокамерном желудке осуществляется в последовательности: сычуг — сетка — отрыгивание — книжка — рубец

Время ответа: 19.03.2022 14:39:27

Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID12 (Задача № 1281359)

Известно, что строение определённого органа напрямую связано с его функцией. Перед вами на рисунке схематично изображён один из органов позвоночных.





Проанализируйте рисунок и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Это 4-х камерное сердце млекопитающих
- ✗ Это разрез ротовой полости коровы
- ✓ Многокамерный желудок свойственен НЕ всем травоядным
- ✓ Многокамерный желудок домашней лошади состоит из 4-х камер
- ✓ Движение пищи в многокамерном желудке осуществляется в последовательности: сычуг — сетка — отрыгивание — книжка — рубец
- ✗ Многокамерный желудок является эволюционным приспособлением для переваривания растительных белков и свойственен представителям отряда Грызуны (Rodentia)

Время ответа: 19.03.2022 14:39:17

Баллы: 2 из 3

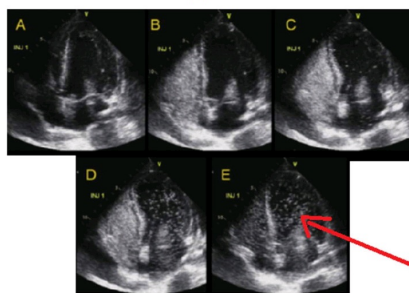
## Задание ID16 (Задача № 1281458)

Баббл-тест – это высокочувствительный метод ультразвуковой диагностики сброса крови справа-налево (из малого круга кровообращения в большой, минуя микроциркуляторное русло). В кровеносные сосуды вводят смесь физиологического раствора NaCl с пузырьками воздуха, взбитую в шприце, далее производят регистрацию потока микропузырьков в сердце или в сосудах головного мозга методом ультразвука. К самым частым право-левым кровеносным шунтам относят открытое овальное окно и легочные шунты.

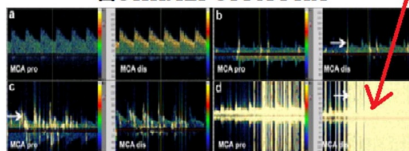
### Ультразвуковой bubble-тест в диагностике право-левых шунтов



### ЭХОКАРДИОГРАФИЯ



### ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОГРАФИЯ



Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Целесообразно производить инъекцию смеси микропузырьков в подключичную артерию
- ✗ Диаметр микропузырьков должен превышать диаметр капилляров
- ✓ При отсутствии право-левых шунтов у здорового человека сигналы от микропузырьков не регистрируются в левых отделах сердца
- ✗ Микропузырьковый сигнал при наличии легочных шунтов регистрируется раньше, чем при наличии открытого



- ✗ овального окна
- ✓ Регистрация микропузырькового сигнала в области легочных вен указывает на легочную локализацию правого левого шунта
- ✓ Открытое овальное окно присутствует в онтогенезе у всех людей

Время ответа: 19.03.2022 14:01:48

Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID17 (Задача № 1281462)

Иван-Царевич устроил международный конкурс красоты для лягушек и жаб, чтобы найти среди них заколдованную Царевну. В финал вышло 5 красивых, но ядовитых претенденток:

Амазонская  
двухцветная лягушка  
(*Phyllomedusa bicolor*)



**ДЕРМОРФИН**  
Агонист мю-опиоидных  
рецепторов

Аргентинская песочная  
жаба (*Rhinella arenarum*)



**АРЕНБУФАГИН**  
Блокатор  
Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-насоса

Эквадорская  
Трехцветная лягушка  
(*Epipedobates anthonyi*)



**ЭПИБАТИДИН**  
Неселективный агонист  
ацетилхолиновых рецепторов

Колорадская речная  
жаба (*Incilius alvarius*)



**БУФОТЕНИН**  
Агонист серотониновых  
рецепторов

Колумбийская  
золотая лягушка  
(*Phyllobates terribilis*)



**БАТРАХОТОКСИН**  
Ингибитор инактивации  
потенциал-зависимых  
Na<sup>+</sup>-каналов

Царевич знал, что целовать ядовитых лягушек и жаб очень опасно, но забыл, какие признаки отравления могут появиться после общения с каждой из претенденток. Помогите Царевичу вспомнить их. Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Буфотенин вызывает эйфорию, манию, диарею, дрожание конечностей
- ✗ Дерморфин вызывает повышенное слюноотделение, судороги, повышение артериального давления, мышечный паралич
- ✗ Эпibatидин вызывает сердечные аритмии, диарею, галлюцинации
- ✓ Тетродотоксин (яд рыбы фугу) имеет аналогичный батрахотоксину механизм действия
- ✓ Батрахотоксин вызывает стойкую деполяризацию кардиомиоцитов с развитием фибрилляции желудочков
- ✓ Аренбуфагин вызывает сердечные аритмии, диарею, галлюцинации

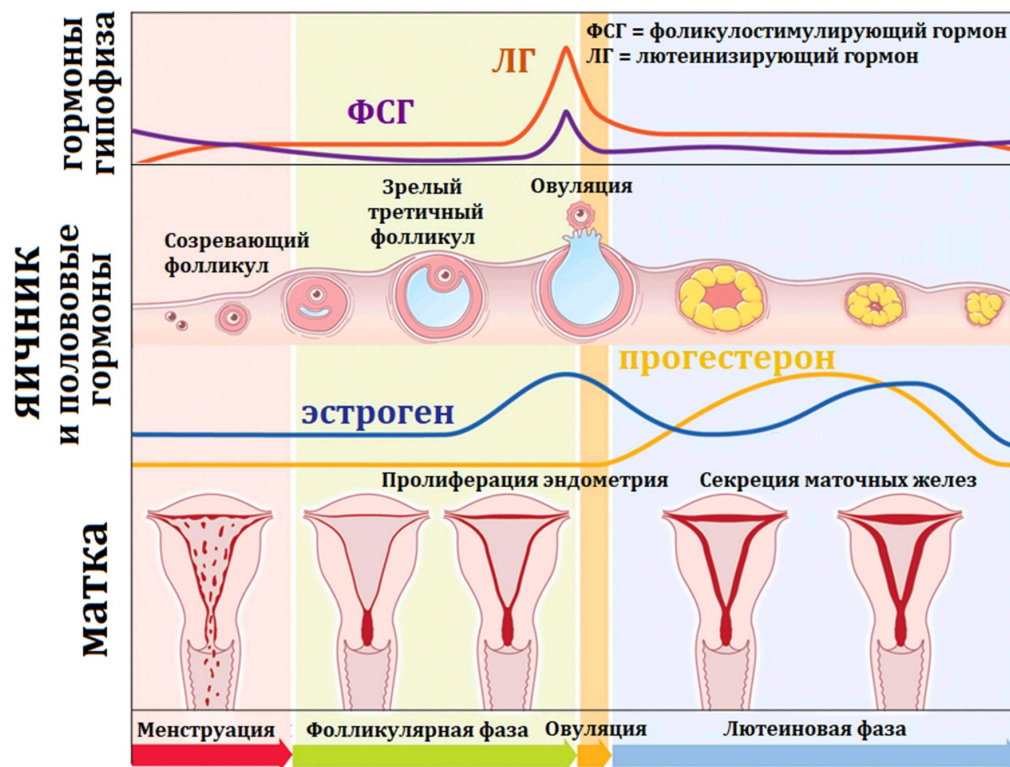
Время ответа: 19.03.2022 14:03:19

Баллы: 2 из 3

## Задание ID18 (Задача № 1281464)

Женский менструальный цикл – это сложный физиологический процесс, состоящий из синхронизированных циклических изменений в промежуточном головном мозге, яичниках, матке:





Соответственно, отсутствие менструаций (аменорея) может быть вызвано патологией промежуточного мозга, яичников или матки. Для выяснения причины аменореи производят функциональные пробы: с изолированным введением прогестерона, либо с последовательным введением эстрогена и прогестерона. Гормоны вводятся в организм извне, но с физиологическими дозировками и длительностью.

Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✓ Отсутствие менструации после изолированного введения прогестерона указывает на стойкое отсутствие овуляции зрелого фолликула
- ✓ При атрезии (недоразвитии) фолликула введение прогестерона приведет к скудным менструациям из-за гипоэстрогении
- ✗ Наступление менструации при последовательном введении эстрогена и прогестерона может возникать при выраженной эстрогеновой недостаточности
- ✓ Отсутствие менструации при последовательном введении эстрогена и прогестерона может возникать при патологии эндометрия матки
- ✗ Появление менструации после эстроген-прогестероновой пробы при низком уровне ФСГ указывает на патологию яичников
- ✗ Избыточная продукция прогестерона при сохранной продукции эстрогена – это фактор риска злокачественной пролиферации клеток эндометрия

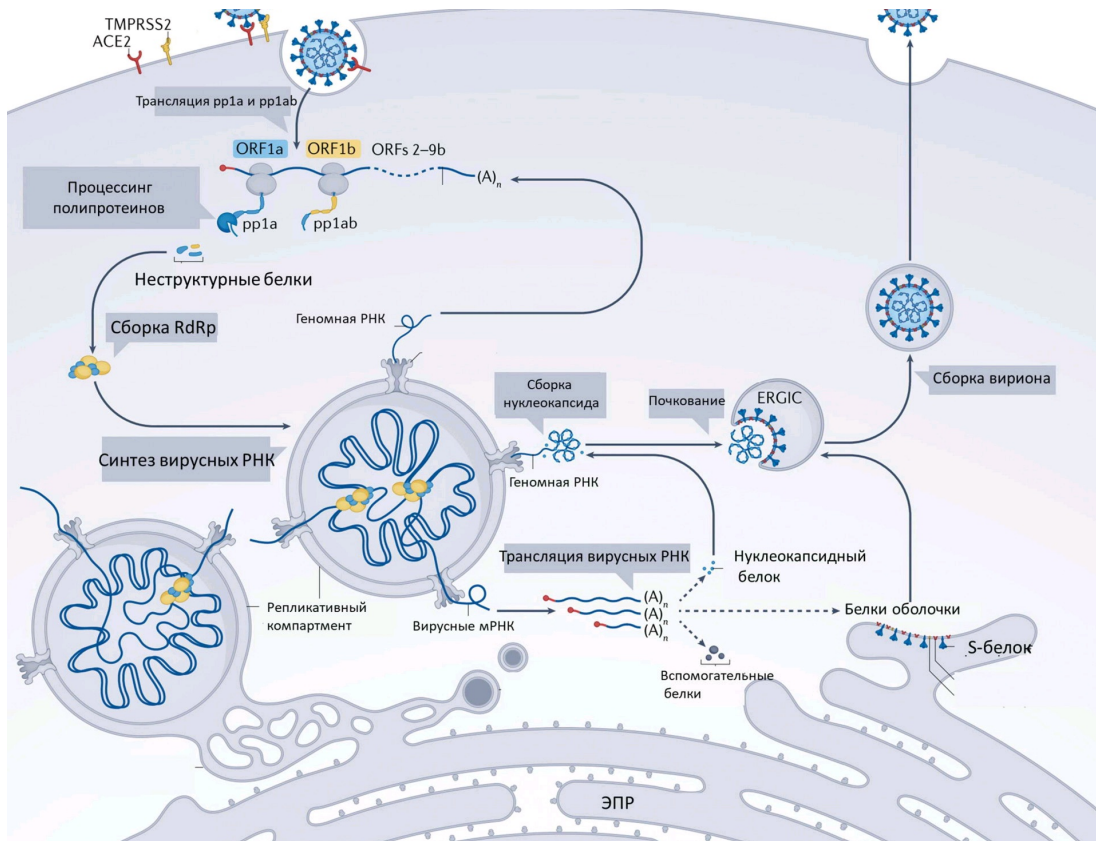
Время ответа: 19.03.2022 13:36:18

Баллы: 2 из 3

## Задание ID22 (Задача № 1281476)

На рисунке показан жизненный цикл коронавируса SARS-CoV-2. Для проникновения в клетку вирус своим S-белком взаимодействует с белком ACE2, расположенным на мембране клетки. Кроме того, для слияния вируса с мембраной клетки необходимо расщепление вирусного S-белка клеточной протеиназой TMPRSS2. В цитоплазме происходит трансляция вирусных полипротеинов pp1a и pp1ab, которые затем нарезаются вирусными протеиназами на отдельные неструктурные белки, часть из которых образует вирусную РНК-полимеразу (RdRp), осуществляющую репликацию вирусной геномной РНК и синтез вирусных мРНК. Синтез вирусных РНК идет в специальном репликативном компартменте, который собирается в клетке под действием вирусных белков. После трансляции вирусных структурных белков происходит сборка вирионов, которые покидают клетку. Расшифровка аббревиатур: ORF – открытая рамка считывания, ERGIC – компартмент, включающий везикулы от эндоплазматического ретикулума, направляющиеся в комплекс Гольджи.





Рассмотрите схему и решите, какие вещества могут использоваться в качестве препаратов, блокирующих жизненный цикл SARS-CoV-2? Для каждого предложенного вещества укажите, подходит оно (отметьте, как «верно») или нет (отметьте, как «неверно»):

Ответ ученика

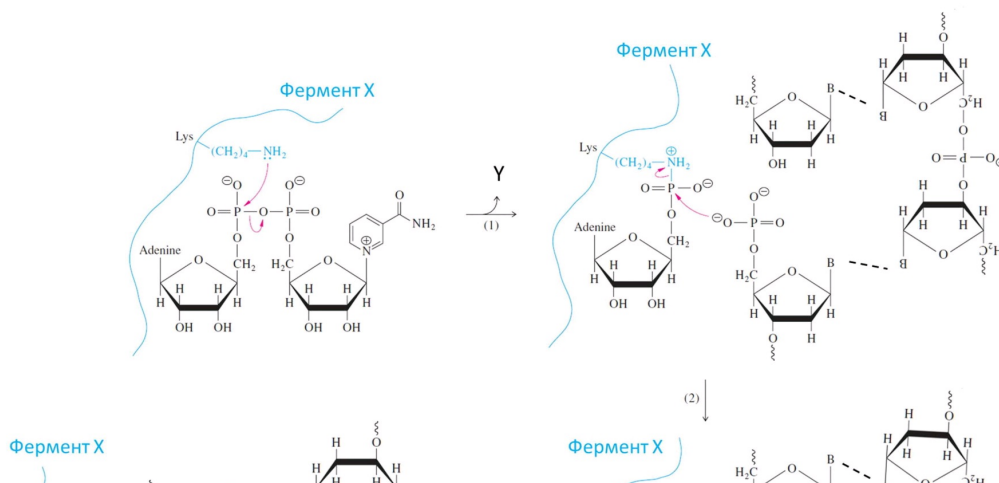
- ✓ Антитела, блокирующие S-белок
- ✗ Растворимая форма внеклеточного домена ACE2
- ✗ Ингибиторы взаимодействия нуклеокапсидного белка с РНК
- ✗ Антибиотик пенициллинового ряда
- ✗ Ингибиторы вирусной ДНК-зависимой РНК-полимеразы
- ✓ Антитела, блокирующие вирусную РНК

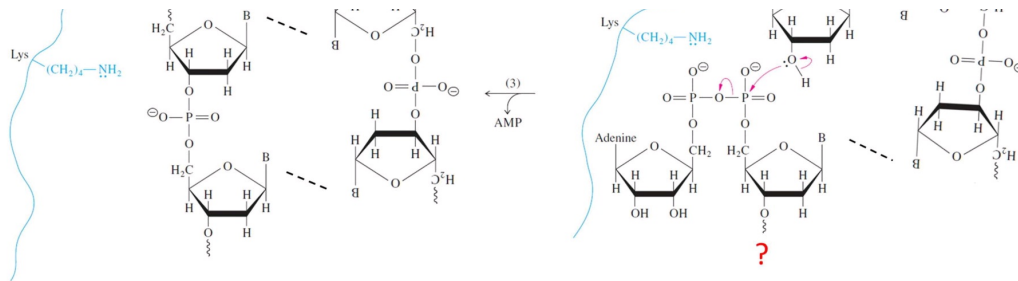
Время ответа: 19.03.2022 14:57:31

Баллы: 1.5 из 3

## Задание ID23 (Задача № 1281481)

На рисунке показан механизм реакции, катализируемой ферментом X и имеющей три основных этапа (1, 2, 3). Для простоты от фермента X показана только часть полипептидной цепи с остатком лизина (Lys) в активном центре. Также для простоты некоторые части показанных на рисунке молекул заменены буквой «В». Стрелки показывают перемещение электронных пар, волнистые линии – продолжение полимерных молекул. Обратите внимание, что на этапе (1) высвобождается побочный продукт Y, структура которого не показана.





Рассмотрите механизм реакции и укажите для каждого утверждения, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Фермент X – это ДНК-полимераза
- ✗ Молекула Y – это аденозинмонофосфат
- ✓ Знаком «?» отмечено продолжение молекулы в сторону 3'-конца
- ✗ Фермент X – это РНК-лигаза
- ✓ Связи, показанные пунктирными линиями, по своей природе являются ковалентными
- ✗ Фермент X участвует в процессе транскрипции

Время ответа: 19.03.2022 14:42:51

Баллы: 2.5 из 3

## Задание ID24 (Задача № 1281483)

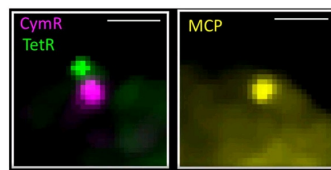
В недавно опубликованной научной статье ученые изучали пространственное взаимодействие между геном *Sox2* и энхансером этого гена – SCR (*Sox2* control region). Для этого ученые использовали специальную клеточную линию, полученную на основе эмбриональных стволовых клеток мыши. В такой линии на расстоянии 5 тысяч пар нуклеотидов (т.п.н.) от энхансера встроили массив сайтов связывания белка TetR (TetO-сайты), на расстоянии 8 т.п.н. от промотора *Sox2* встроили массив сайтов связывания белка CymR (CuO-сайты), а в транскрибируемую часть гена *Sox2* встроили массив сайтов связывания белка оболочки бактериофага – MCP (MS2-сайты) (смотрите рис. А). Генетическое расстояние между промотором гена *Sox2* и энхансером SCR составляет 200 т.п.н. Белок MCP связывается с сайтами MS2 только в составе молекулы РНК. Описанные генетические модификации затрагивали только одну из двух гомологичных хромосом. Ученые также доставили в полученные клетки гены, кодирующие белки TetR, MCP и CymR, при этом каждый был слит с флуоресцентным белком своего цвета, что делало описанные генетические элементы видимыми в флуоресцентном микроскопе (рис. Б).

На графике (рис. В) показана зависимость интенсивности флуоресценции сигнала MCP от времени в одной из клеток. Моменты времени, когда интенсивность сигнала превышала некоторое пороговое значение, обозначены горизонтальными черточками. На графике (рис. Г) собрана информация по популяции клеток – для каждой клетки черточками показаны моменты времени, когда интенсивность сигнала превышала пороговое значение. При этом клетки на графике ранжированы по суммарной интенсивности MCP-сигнала за время наблюдения: сверху клетки с самой высокой суммарной интенсивностью сигнала, к низу интенсивность сигнала убывает. Справа на этом графике для каждой клетки показано среднее расстояние (в микрометрах) между сигналами TetR и CymR. Это расстояние показано также для клеток, в которых не обнаруживался MCP-сигнал (правая нижняя часть графика). Графики типа «ящик с усами» (рис. Д) построены по данным графика нарис. Г. Графики на рис. Д отражают расстояния между TetR и CymR-сигналами для клеток, в которых не обнаруживался или обнаруживался MCP-сигнал. Здесь жирной горизонтальной чертой показано среднее значение, в границах «ящика» заключено 50% наблюдаемых значений и «усы» показывают минимальное и максимальное значения. Надпись «ns» и черная черта под ней показывают, что между группами отсутствует статистически достоверная разница.

Рис. А



Рис. Б



Флуоресцентные сигналы в ядре клетки

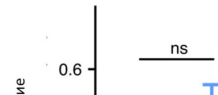
Рис. В

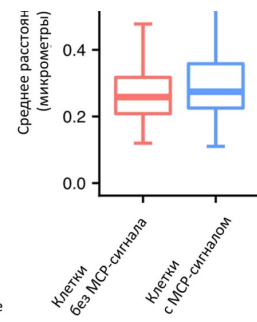
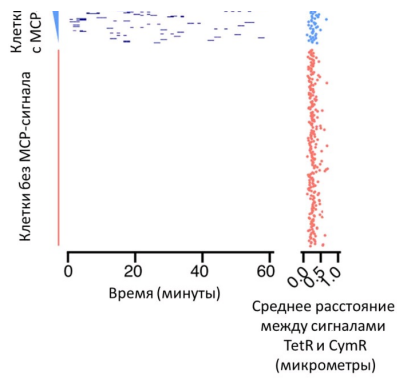
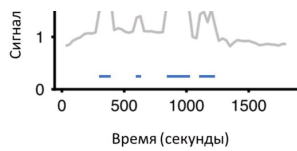


Рис. Г



Рис. Д





Какие выводы можно сделать из этого эксперимента? Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✓ Интенсивность транскрипции гена *Sox2* в эмбриональных стволовых клетках мыши не постоянна во времени и происходит «вспышками»
- ✗ Интенсивность транскрипции гена *Sox2* определяется близостью энхансера SCR к этому гену в пространстве ядра
- ✓ Сигнал МСР отражает трансляцию гена *Sox2*
- ✓ На всех стадиях клеточного цикла у клеток в исследуемой популяции можно обнаружить строго по одному сигналу TetR и CymR
- ✓ Транскрипция гена *Sox2* не зависит от близости энхансера SCR к этому гену в пространстве ядра
- ✗ Суммарное время, когда ген *Sox2* транскрибируется в клетке, одинаково во всех клетках в популяции

Время ответа: 19.03.2022 13:27:41

Баллы: 2 из 3

## Задание ID28 (Задача № 1281495)

В начале XX века возникла новая отрасль животноводства – разведение пушных зверей в неволе. Для организации зверофермы по разведению американских норок (*Neovison vison*) животных отлавливали в дикой природе и помещали в заранее подготовленные шеды (клетки для пушных зверей). Среди норок клеточного содержания человек вел искусственный отбор, оставляя для размножения особей, имеющих самые качественные шкурки и дающих хороший приплод. Пары для скрещивания тоже подбирал человек. Вскоре норководы стали сообщать о рождении детенышей необычных окрасов. Причём детеныши одинакового фенотипа зачатую рождались на разных зверофермах, между которыми никогда не было обмена норками. Таких детенышей выращивали с особым вниманием и оставляли для размножения. Впоследствии они стали родоначальниками цветных пород норок. Какие утверждения верно объясняют появление на зверофермах норок с новыми, неизвестными в дикой природе, окрасами. Для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ Человек еще не имел опыта разведения норок в неволе и не мог создать животным оптимальные условия для жизни и размножения, неоптимальные условия содержания стали причиной резкого увеличения количества мутаций
- ✓ Человек ограничивал свободу скрещивания, что случайным образом увеличивало вероятность рождения рецессивных гомозигот
- ✓ Искусственные популяции на зверофермах имели малую численность, что повышало вероятность родственного скрещивания и рождения рецессивных гомозигот
- ✗ Искусственный отбор, проводимый человеком, стал причиной возникновения большого количества новых мутаций
- ✓ В природных популяциях мутации, влияющие на окрас шерсти, не поддерживались естественным отбором, поэтому частота встречаемости рецессивных аллелей была низкой
- ✗ В искусственных условиях у норок полностью отсутствовала борьба за существование, что вызвало увеличение количества новых мутаций

Время ответа: 19.03.2022 14:45:16

Баллы: 3 из 3



## Задание ID29 (Задача № 1281499)

Юный натуралист описывал процесс передачи наследственности в клетках на примере американской норки (*Neovison vison*), но допустил ошибки. Зная, что у американской норки в диплоидном наборе 30 хромосом, для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✗ В интерфазе S количество молекул геномной ДНК не изменяется
- ✗ В профазе митоза происходит репликация геномной ДНК, в результате чего к концу профазы клетки содержат 60 молекул геномной ДНК
- ✓ В метафазе митоза двуххроматидные хромосомы выстраиваются по экватору клетки
- ✗ Между первым и вторым делением мейоза происходит интерфаза, сопровождающаяся репликацией геномной ДНК
- ✓ В интерфазе G2 в клетках американской норки содержится 60 молекул геномной ДНК
- ✗ Во время мейоза нуклеотидная последовательность каждой из молекул геномной ДНК не изменяется

Время ответа: 19.03.2022 13:21:28

Баллы: 3 из 3

## Задание ID30 (Задача № 1281501)

В живой уголок Станции юных натуралистов привезли трех взрослых американских норок (*Neovison vison*), одного самца и двух самок. Воспитанники станции соорудили вольер и с удовольствием наблюдали за животными. В период гона обе самки забеременели и принесли детенышей. Когда детеныши подросли, их вместе с родителями вернули на звероферму. Юным натуралистам предложили рассчитать, популяция какого состава могла бы сформироваться на Станции юных натуралистов, если бы детеныши остались. Известно, что исходные самки были гомозиготны по доминантному аллелю гена А, находящемуся в X-хромосоме ( $X^A X^A$ ), а самец был рецессивной гемизиготной ( $X^a Y$ ). Наставники ребят отметили, что никаких мутаций и хромосомных перестроек в популяции не происходит, все особи имеют возможность свободно скрещиваться, у них одинаковая фертильность, а все их потомки выживают и остаются в составе популяции. На основании наблюдений и заданных условий ребята высказали ряд гипотез. Для каждой из них укажите, является она верной или неверной:

Ответ ученика

- ✓ Самцы не могут быть гетерозиготами по гену А
- ✓ В первом поколении все детеныши мужского пола будут иметь генотип  $X^A Y$
- ✓ Со временем в популяции установится равновесие, которое будет сохраняться в последующих поколениях
- ✗ В популяции никогда не будет самок с генотипом  $X^A X^a$ , т.к. изначально этот аллель был только у самца
- ✗ В популяции на момент равновесия частота встречаемости аллеля А составит 80%
- ✗ Среди самок в популяции на момент равновесия будет 4% рецессивных гомозигот

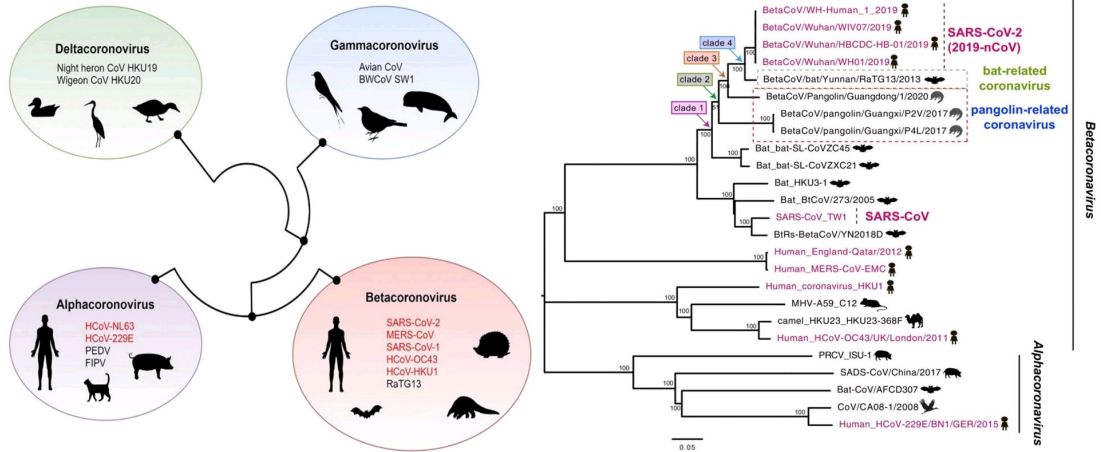
Время ответа: 19.03.2022 14:10:18

Баллы: 3 из 3

## Задание ID32 (Задача № 1281506)

Вирус SARS-CoV-2 является причиной продолжающейся глобальной вспышки коронавирусного заболевания COVID-19. Другие вирусы той же филогенетической группы были ответственны за предыдущие региональные вспышки, включая SARS и MERS. SARS-CoV-2 имеет зоонозное происхождение, аналогичное вирусам-возбудителям этих предыдущих вспышек. Повторяющееся внедрение вирусов животных в человеческую популяцию, приводящее к вспышкам заболеваний, предполагает, что подобные эпидемии в будущем неизбежны. Таким образом, изучение происхождения и продолжающейся эволюции SARS-CoV-2 дает важную информацию для подготовки к будущим вспышкам и их предотвращению. Ниже представлены две иллюстрации из разных источников об эволюции SARS-CoV-2. На первой иллюстрации изображены четыре основных рода семейства коронавирусов (Coronaviridae), силуэтами обозначены животные – хозяева вируса, а розовым шрифтом – вирусы человека. На второй – более подробные данные для рода Betacoronavirus, к которому относится и SARS-CoV-2. В ней обратите внимание на длину ветвей, являющейся графическим отображением дистанций между последовательностями: чем выше дистанция, тем больше различий накоплено между

дистанции между последовательностями. Чем больше дистанция, тем больше различий накоплено между последовательностями, что может говорить как о быстром накоплении изменений по действию отбора, так и о постепенном накоплении в течении большого промежутка времени. Так или иначе, дистанцию можно рассматривать в качестве меры родства между изучаемыми группами.



Проанализируйте представленные схемы и для каждого из следующих утверждений укажите, является оно верным или неверным:

Ответ ученика

- ✓ SARS-CoV-2 – не единственный вирус из рода Betacoronavirus, поражающий человека
- ✓ Коронавирусы летучих мышей (bat-related coronaviruses) и панголинов (pangolin-related coronaviruses) наиболее родственны SARS-CoV-2
- ✓ Во всех родах семейства Coronaviridae встречаются возбудители заболеваний человека
- ✓ Для всех вирусов семейства Coronaviridae хозяевами являются теплокровные животные
- ✓ Коронавирусы могут относительно легко менять хозяев в ходе эволюции
- ✗ Вирус MERS-CoV является более близким родственником вирусу SARS-CoV-2, чем вирус SARS-CoV

Время ответа: 19.03.2022 13:20:26

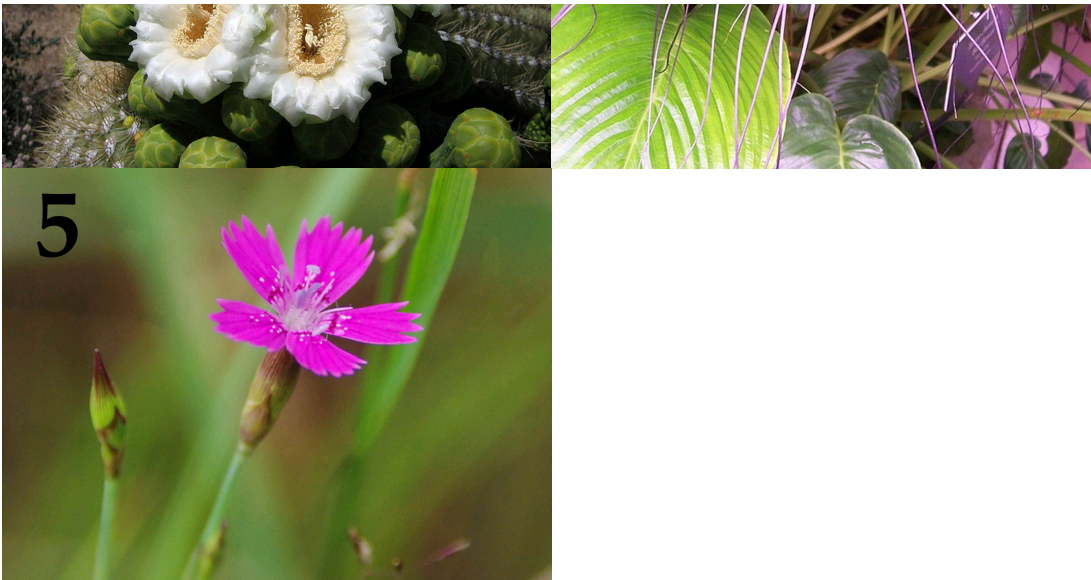
Баллы: 2.5 из 3

### Задание ID35 (Задача № 1281517)

В ходе эволюции у многих цветковых растений сформировались приспособления для взаимодействия с определённым типом опылителя.

Ниже приведены фотографии различных растений:





5

После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список опылителей (список избыточен – в нем есть лишние типы опылителей).

В среднем столбце указаны номера фотографий (сами фото приведены выше).

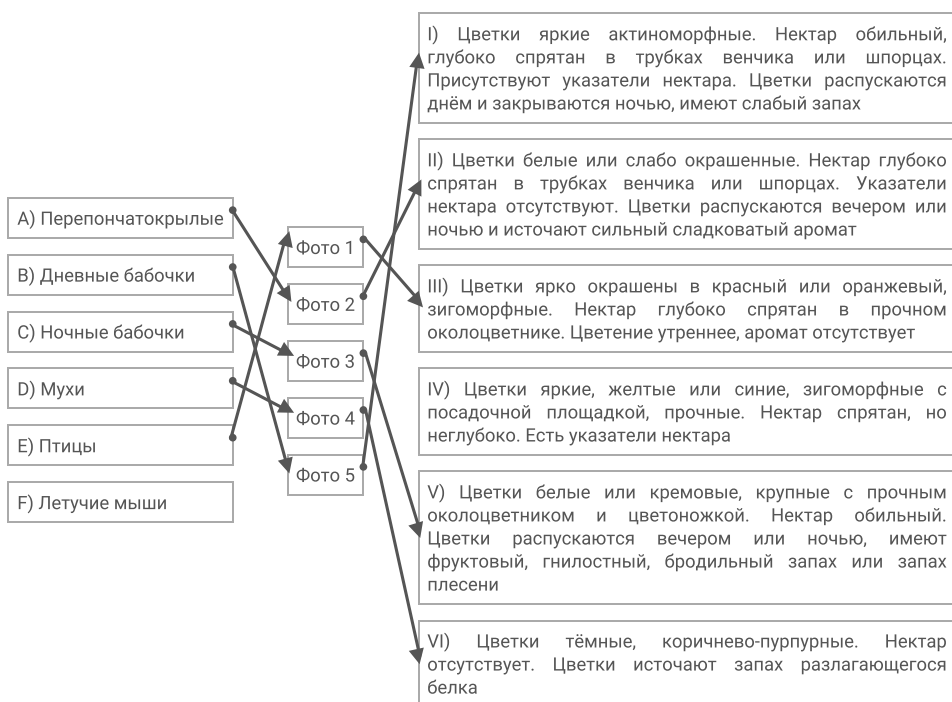
В правом столбце приведен список приспособлений цветка (список избыточен – в нем есть лишние характеристики).

**Рассмотрите фотографии цветков или соцветий и соотнесите их с основным характерным для них типом опылителя и приспособлениями для привлечения этого опылителя.**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

Ответ ученика

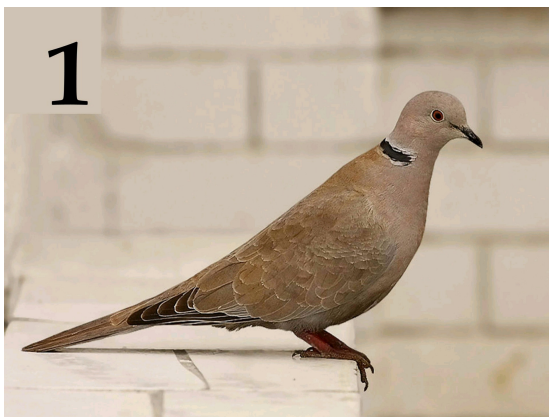


Время ответа: 19.03.2022 14:16:02

Баллы: 4 из 5



Ниже приведены изображения некоторых представителей отрядов класса Aves:



После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список названий систематических групп (список избыточен – в нем есть лишние названия).

В среднем столбце указаны номера фотографий (сами фото приведены выше).

В правом столбце приведен список характеристик отрядов (список избыточен – в нем есть лишние характеристики).

**Используя данные о морфологии, экологии и систематики, соотнесите изображение с названием отряда и подходящей для него характеристикой.**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку вверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.



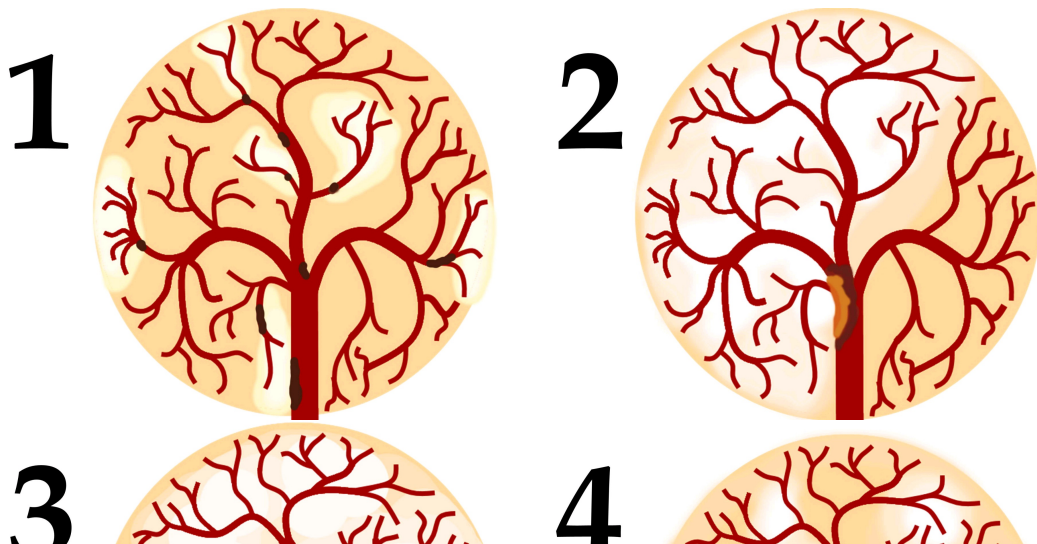


Время ответа: 19.03.2022 13:16:41

Баллы: 3.5 из 5

### Задание ID39 (Задача № 1281528)

По данным ВОЗ, инсульт (острое нарушение мозгового кровообращения, приводящее к некрозу нервной ткани) – вторая по частоте причина смерти после ишемической болезни сердца. Первостепенной задачей врача является скорейшее установление причины инсульта для определения тактики лечения. На рисунках ниже изображена модель кровообращения ткани головного мозга:



5



После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список типов ишемического инсульта (список избыточен - в нем есть лишние элементы).

В среднем столбце указаны номера рисунков (сами рисунки приведены выше).

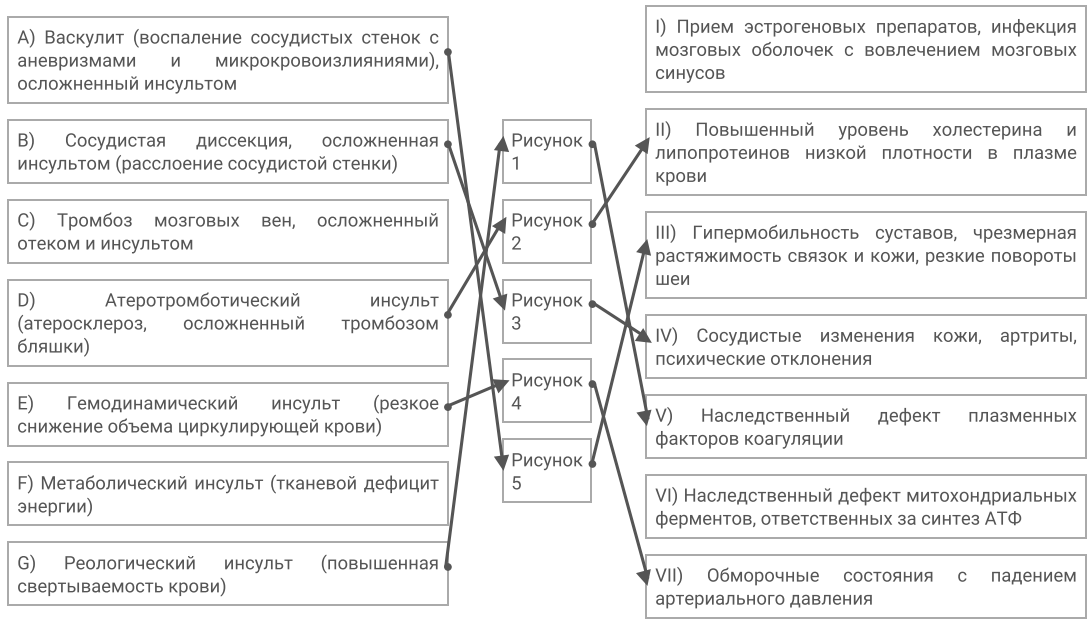
В правом столбце приведен список основных факторов риска (список избыточен - в нем есть лишние элементы).

Установите тип ишемического инсульта и основной фактор риска его развития по картине расположения очагов ишемии, их контуру и размеру, а также по состоянию кровеносного русла.

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

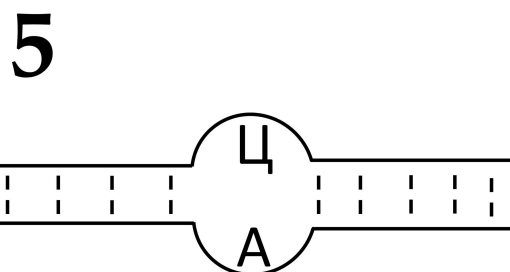
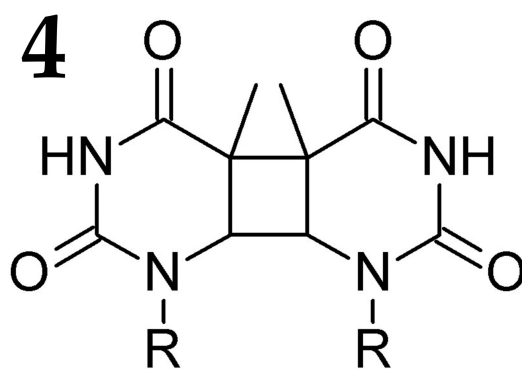
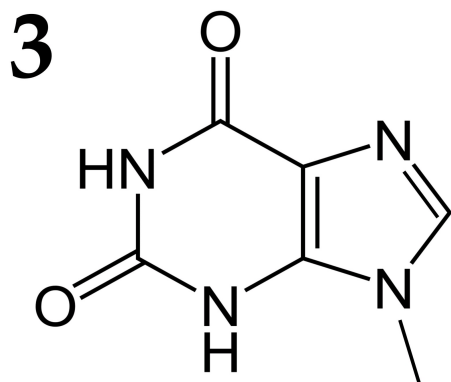
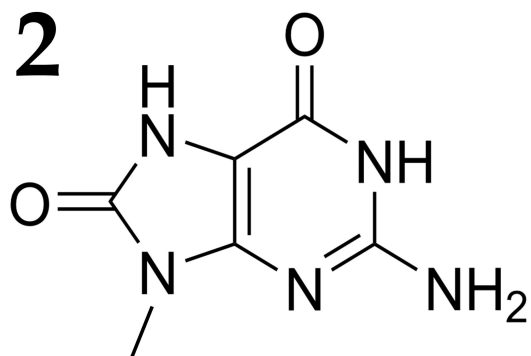
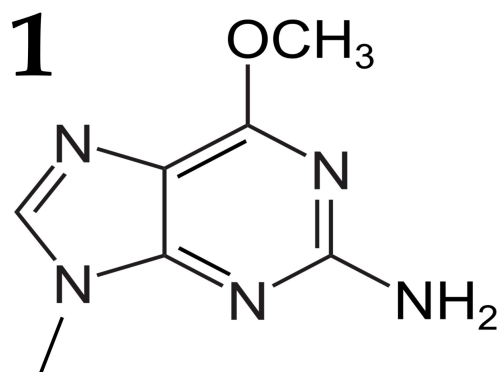
Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.

Ответ ученика



## Задание ID41 (Задача № 1281534)

На рисунках показаны повреждения молекул ДНК (в каждом случае изображена только поврежденная часть молекулы), которые возникают под действием различных факторов физической и химической природы:



После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список причин появления повреждений.

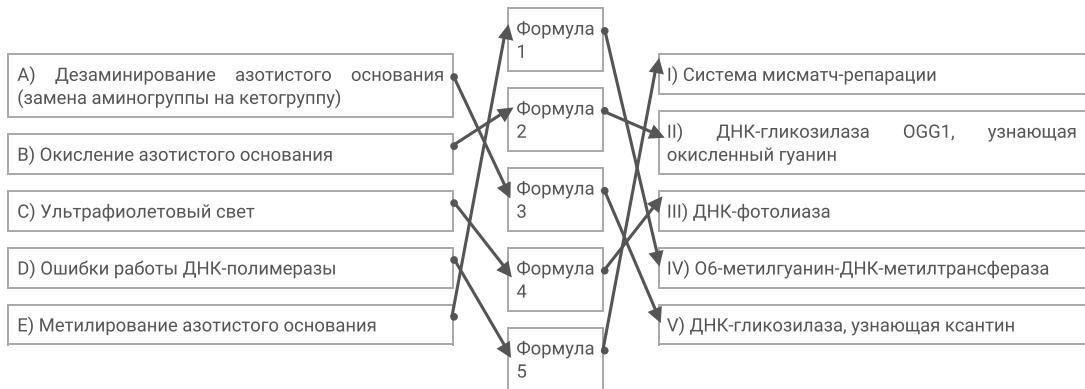
В среднем столбце указаны номера формул (сами формулы приведены выше).

В правом столбце приведен список ферментов или путей репарации.

**Сопоставьте каждое повреждение с основной причиной его возникновения (список А-Е) и ферментом (или путем репарации), ответственным за исправление этого повреждения (список I-V).**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку поверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.



Время ответа: 19.03.2022 13:13:30

Баллы: 5 из 5

### Задание ID43 (Задача № 1281539)

Ниже приведены различные генотипы растений, все гены расположены на разных хромосомах:

1. AABBCDDEE
2. aabbCddEe
3. AaBbccDdEe
4. AaBBCcddEe
5. aaBBccDdee

После данной формулировки задания приведены три столбца элементов для сопоставления:

В левом столбце приведен список количества типов гамет, которое способно образовывать растение (список избыточен – в нем есть лишние значения).

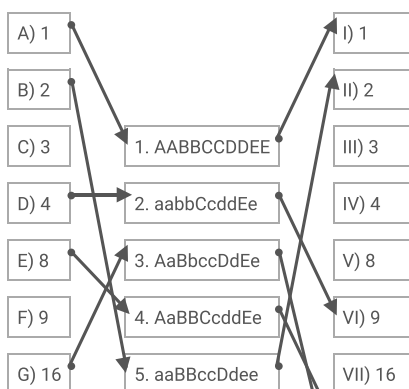
В среднем столбце указаны генотипы растений.

В правом столбце приведен список количества генотипических классов, которые можно получить при самоопылении растения (список избыточен – в нем есть лишние значения).

**Соотнесите генотип растения, количество типов гамет, которое данное растение способно образовывать, и количество генотипических классов, которые можно получить при самоопылении этого растения.**

Каждый элемент из среднего столбца можно соединить стрелкой только с одним элементом в левом столбце и/или в правом столбце. Каждая стрелка должна быть уникальной, т.е. провести две стрелки от двух элементов среднего столбца к одному и тому же элементу левого (или правого) столбца нельзя!

Для того, чтобы провести стрелку перетяните мышкой элемент к которому вы проводите стрелку вверх элемента от которого должна идти стрелка и отпустите. Чтобы отменить стрелку между элементами повторите их перемещение.





H) 27

I) 81

VIII) 27

IX) 81

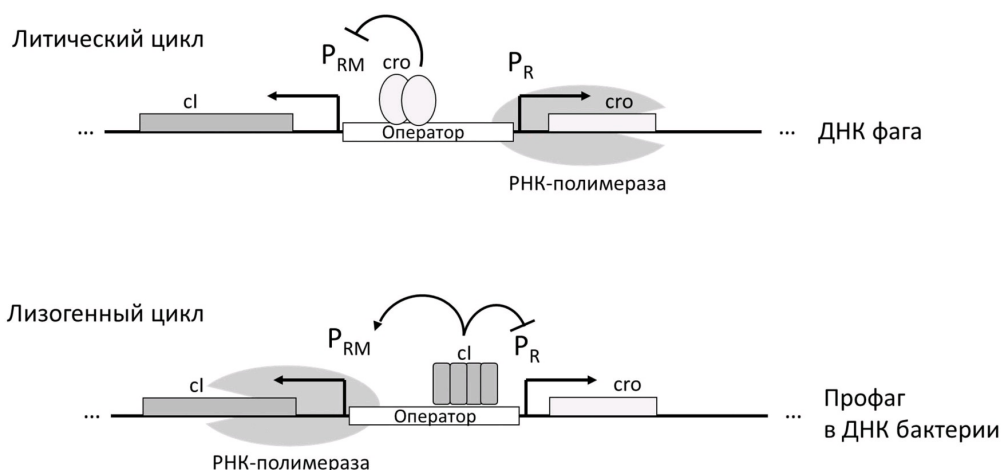
Время ответа: 19.03.2022 14:49:15

Баллы: 4.5 из 5

## Задание ID52 (Задача № 1281552)

Для бактериофага лямбда характерно два типа жизненных циклов – литический, когда фаг активно реплицируется и разрушает клетки кишечной палочки (*Escherichia coli*), или лизогенный, когда геном фага встраивается в молекулу ДНК клетки бактерии в уникальный локус генома с помощью процесса, называемого сайт-специфической рекомбинацией. На рисунке 1 показана упрощенная схема регуляции экспрессии двух генов бактериофага – *cl* и *cro*. В случае литического цикла с промотора  $P_R$  экспрессируется ген *cro*, а также другие гены, необходимые для протекания литического цикла. Белок *cro* блокирует транскрипцию с промотора  $P_{RM}$  (стрелка с тупым концом), связываясь с последовательностью-оператором. В случае лизогенного цикла фаговая ДНК существует в виде профага, встроенного в ДНК бактериальной клетки. При этом активен промотор  $P_{RM}$ , с которого экспрессируется ген *cl*. Белок *cl* блокирует промотор  $P_R$ , также связываясь с оператором. Белок *cl* дополнительно активирует промотор  $P_{RM}$  (стрелка с острым концом), привлекая к нему РНК-полимеразу (в отличие от промотора  $P_R$  промотор  $P_{RM}$  является слабым и требует дополнительной активации).

### Рисунок 1

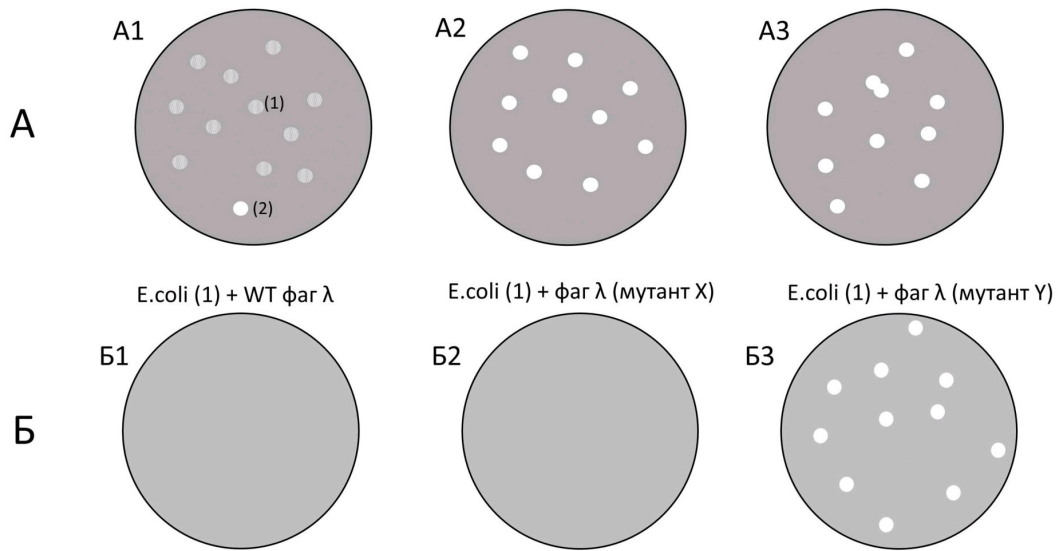


При заражении фагом лямбда клеток *E. coli*, равномерно покрывающих поверхность чашки Петри, в слое бактерий появляются так называемые бляшки – участки, где рост бактерий нарушен. Обычно при заражении культуры *E. coli* фагом дикого типа (WT) образуются в основном мутные бляшки (тип 1 на рисунке 2А, чашка А1), и меньшее количество полностью прозрачных бляшек (тип 2 на рисунке 2А, чашка А1). Если из бактерий в мутных бляшках (тип 1) вырастить культуру, а потом добавить к такой культуре фаг дикого типа, то заметных изменений не наблюдается (рисунок 2Б, чашка Б1).

Ученые обнаружили два мутанта фага лямбда – X и Y, которые образуют только прозрачные колонии при заражении клеток *E. coli* (рисунок 2А, чашки А2 и А3). Ученым удалось установить, что в этих штаммах содержится по одной точечной мутации (эти эксперименты здесь не описаны). При заражении бактерий, выращенных из бляшек типа 1 (полученных при заражении фагом дикого типа), фагом X заметных изменений не наблюдается (рисунок 2Б, чашка Б2). Однако если в таком эксперименте использовать мутантный фаг Y, то на чашке появляются прозрачные бляшки (рисунок 2Б, чашка Б3).

### Рисунок 2





Ответьте на следующие подвопросы:

- 1) Какой тип жизненного цикла преобладает у фагов в мутных бляшках (тип 1)?
- 2) Какой тип жизненного цикла преобладает у фагов в прозрачных бляшках (тип 2)?
- 3) Почему фаги дикого типа (WT) не дают бляшек на чашке с бактериями, выращенными из мутных бляшек (тип 1)?
- 4) Какими являются мутации в штаммах X и Y – доминантными или рецессивными? Объясните ваш ответ.
- 5) В какой (каких) последовательностях могла произойти мутация у штамма X? Считайте, что мутация делает последовательность, в которой она возникла, полностью нефункциональной. Объясните ваш ответ.
- 6) В какой (каких) последовательностях могла произойти мутация у штамма Y? Считайте, что мутация делает последовательность, в которой она возникла, полностью нефункциональной. Объясните ваш ответ.

**При внесении ответа в поле ниже, пожалуйста, сохраняйте нумерацию подвопросов на которые вы даете ответы!**

Ответ ученика

- 1) лизогенный
- 2) литический
- 4) Мутация в штамме X - рецессивная, т.к. у следующих поколений не проявилась, мутация в штамме Y - доминантная, т.к. проявилась у следующих поколений
- 5) Мутация у штамма X могла произойти в некодирующих последовательностях вируса
- 6) Мутация у штамма Y могла произойти в кодирующих последовательностях вируса

Время ответа: 19.03.2022 14:48:00

Баллы: 3 из 10

## Задание ID54 (Задача № 1281554)

Цвет шерсти у млекопитающих связан с работой фермента тирозиназы, который катализирует одну из реакций, необходимую для превращения тирозина в пигмент меланин. Тирозиназа накапливается в особых клеточных везикулах, меланосомах, где и происходит синтез пигмента. В свою очередь меланосомы образуются в клетках меланобластах, которые в процессе эмбрионального развития мигрируют из нервного гребня в эпидермис кожи, где превращаются в меланоциты – клетки, определяющие цвет кожи и шерсти.

У американских норков (*Neovison vison*) описан ген H, продукт которого играет ключевую роль в формировании меланобластов и миграции их из нервного гребня. Ген имеет два аллеля. Аллель дикого типа H определяет нормальное развитие меланобластов, и гомозиготы по данному аллелю имеют коричневую шерсть (фенотип дикого типа). У обладателей мутантного аллеля h нарушены биогенез и миграция меланобластов, в результате чего шерсть остается белой. Данный аллель кодоминирует по отношению к аллелю дикого типа. Гетерозиготы имеют пегий окрас (мелкие белые пятна на коричневом фоне). Кроме того, ген обладает плеiotропным эффектом. Гомозиготы по аллелю h глухие, гетерозиготы и гомозиготы по аллелю H имеют нормальный слух.

Продукт другого гена M регулирует образование и перемещение меланосом в клетке. Доминантный аллель данного гена определяет фенотип дикого типа. Продукт рецессивного аллеля m работает менее эффективно, в

результате чего образуется меньше меланосом и животные имеют светло-коричневый мех.

На звероферме разводят две чистые линии норок, фенотип которых связан с действием описанных генов. Норки линии Мойл светло-коричневые. Норки линии Хедлунд белые и глухие.

Ответьте на следующие подвопросы:

- 1) Какой генотип имеют норки линий Мойл и Хедлунд, если каждая из них несет мутацию только в одном из описанных генов?
- 2) Какие генотип и фенотип по признакам окраса шерсти и наличия слуха будут иметь гибриды F1 от скрещивания данных чистых линий?
- 3) В каком соотношении в F2 можно ожидать рождение глухих детенышей и детенышей с нормальным слухом?
- 4) Сколько фенотипических классов по признаку окраса шерсти можно ожидать в F2? Перечислите все возможные фенотипы и соответствующие им генотипы.
- 5) Какое расщепление можно ожидать в F2 одновременно по двум признакам – наличие слуха и цвет шерсти?

**При внесении ответа в поле ниже, пожалуйста, сохраняйте нумерацию подвопросов на которые вы даете ответы!**

Ответ ученика

- 1) Мойл: HHmm, Хедлунд: hhMM
- 2) Генотип - HhMm, фенотип - пегие, с нормальным слухом
- 3) 4:12 - глухие:нормальный слух
- 4) белые - hhMM, hhMm, hhmm; пегие с белыми пятнами на коричневой шерсти - HhMm, HhMM; пегие с белыми пятнами на светло-коричневой шерсти - Hhmm; светло-коричневые - HHmm; коричневые (дикие) - HHMM, HHMm
- 5) глухие белые:с нормальным слухом пегие с белыми пятнами на коричневой шерсти:с нормальным слухом пегие с белыми пятнами на светло-коричневой шерсти:с нормальным слухом светло-коричневые:с нормальным слухом коричневые (дикие)= 4:6:2:1:3

Время ответа: 19.03.2022 14:33:46

Баллы: 10 из 10