

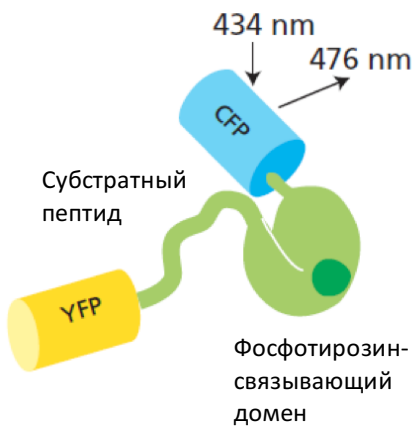
Республиканская олимпиада по биологии.  
10-11 класс. I тур.

Клеточная и молекулярная биология.

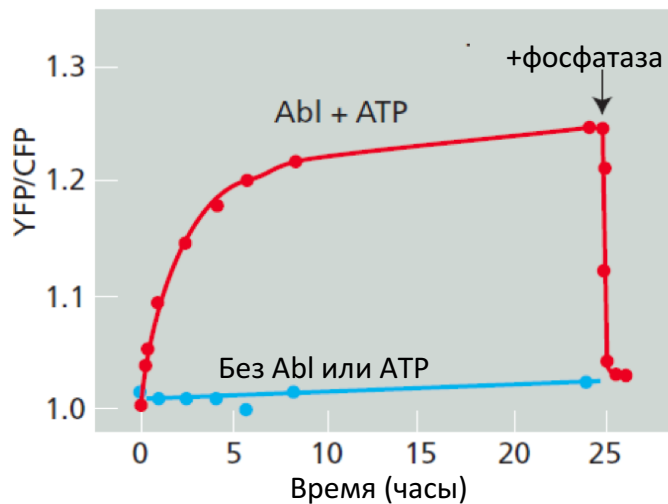
1. Представьте, что у вас есть флуоресцентный детектор, который способен локализовать активные тирозин киназные белки Abl в клетке. Флуоресцентный детектор является белком, у которого концы состоят из двух видов флуоресцентных белков: CFP (Cyan fluorescent protein) и YFP (Yellow fluorescent protein). Так же этот детектор имеет фосфотирозин связывающий домен и субстратный пептид, который распознается тирозин киназным белком (Рис А). Стимуляция CFP домена не вызывает возбуждение YFP домена, когда эти домены далеко друг от друга. Когда же эти домены располагаются близко друг к другу, возбужденный CFP домен может передать энергию фотона YFP домену и вызвать его возбуждение. Этот феномен называется FRET (fluorescence resonance energy transfer). FRET измеряется пропорцией эмиссии света (при возбуждении) доменов YFP/CFP.

Инкубация флуоресцентного белка детектора с тирозин киназным белком Abl в присутствии АТФ вызвало увеличение YFP/CFP эмиссий (Рис Б). В отсутствии АТФ или тирозин киназного белка Abl, FRET сигнала не было. Так же, FRET был остановлен после добавления тирозин фосфатазы.

(А) Детектор



(B) FRET



Основываясь на предоставленной информации отметьте суждения как правильные или неправильные (7 б)

- А. Данный метод может использоваться для локализаций любых видов киназных белков.
- В. Фосфотирозин связывающий домен служит сайтом связывания тирозин киназного белка Abl.

- C. Мутация в фосфотирозиновом домене может привести к уменьшению YFP/CFP эмиссий.
- D. Замена молекул АТФ на ионы магния приведет к такому же сигналу FRET, так как обе молекулы выполняют роль кофактора.
- E. Фосфорилирование белка детектора вызывает сближение двух флуоресцентных доменов и появление феномена FRET.
- F. Уменьшение уровня FRET после добавления фосфатазы происходит благодаря инактивации Abl киназы.
- G. Abl киназа фосфорилирует фосфотирозин связывающий домен белка детектора.

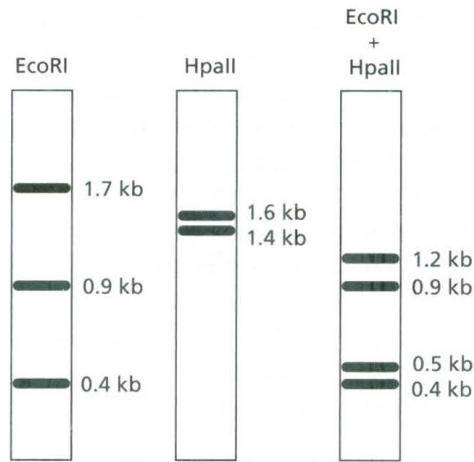
2. Монослой мембраны имеет жидкую структуру из-за постоянного движения фосфолипидов в латеральном направлении. Перемещение фосфолипидов настолько быстро, что требуется только  $10^{-7}$  секунды для того чтобы фосфолипиды поменялись местами. Так же, одна молекула фосфолипида диффундирует  $2\mu\text{m}$  ( диффундирует от одного конца бактерий к другому концу) за 1 секунду. Предположим, что диаметр головки фосфолипида составляет 0.5 нм (3 б).

А. Коррелируются ли эти цифры друг с другом? Если нет, то объясните причину. (1 б)

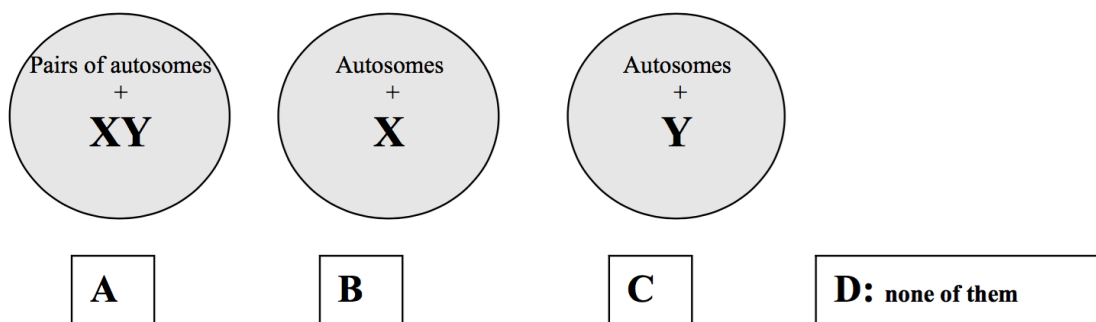
Б. Предположим, что молекула липида имеет размер теннисного шарика (4 см в диаметре) и что пол вашей комнаты (6 м x 6 м) полностью покрыт одним слоем этих шариков. Если два соседних шарика обмениваются местами за  $10^{-7}$  секунды, то какова скорость перемещения шариков в км/час? (1 б)

В. Сколько времени (минимум) потребуется шарик, чтобы переместиться от одного края комнаты к другому? (1 б)

3. Вы хотите получить рестрикционную карту фрагмента ДНК, концы которого заканчиваются липкими концами BamHI. Для этого вы используете 3 пробы фрагмента, чтобы провести реакции рестрикции с EcoRI, HpaII и EcoRI+HpaII. Через гель электрофорез вы определили образовавшиеся фрагменты ДНК для каждой реакции рестрикции (рисунок ниже). Исходя из полученных данных на геле, постройте рестрикционную карту, указав сайты рестрикции и расстояния между ними в кб (kb=kilobases) (4 б)



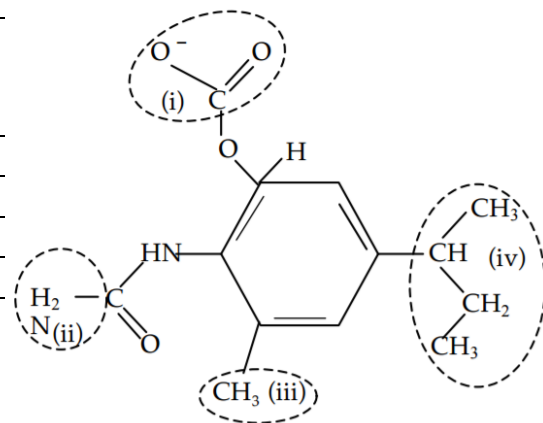
4. На рисунке вам представлены 3 вида человеческих клеток с аутосомами и половыми хромосомами показанными в каждом из них. Заполните таблицу соответствующими буквами из рисунка. Обозначение букв на картине: А – пары аутосом+XY; В – аутосомы+X; С – аутосомы+Y; D – не одна из них (5 б)



1	Вторичный ооцит	
2	Женская соматическая клетка	
3	Содержит 23 пары хромосом	
4	Если эта клетка будет участвовать в оплодотворении, то эмбрион будет мужского пола	
5	Образовалась посредством митоза	
6	Эпителиальные клетки мужчины содержат такие хромосомы	
7	Предположительно одна такая клетка образуется каждый месяц у фертильной женщины	
8	В процессе мейоза яйцеклетка образуется от этих клеток	
9	Они могут образовать гаметы посредством митоза	
10	Они могут образовать соматические клетки посредством митоза	

5. Внизу вам дана структура одного лекарства с обведенными частями функциональных групп. Заполните таблицу со словами Да или Нет в зависимости от химических связей, которые могут возникнуть с той или иной частью молекулы. Целая строка должна быть правильной для получения баллов (4 б).

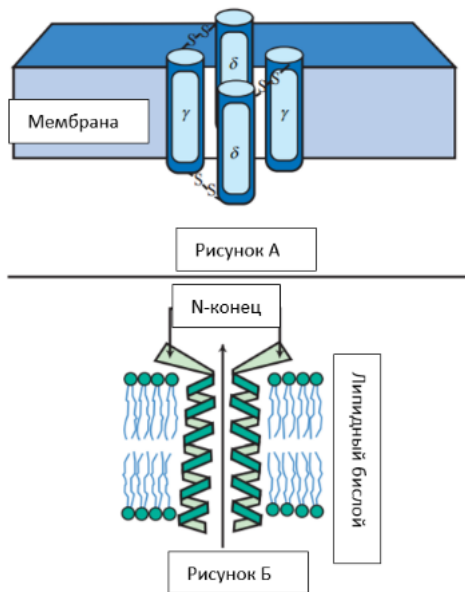
Часть	Образование ионных связей	Образование водородных связей	Образование гидрофобных взаимодействий
i			
ii			
iii			
iv			



6. Что из нижеследующего может изменить генную регуляцию (может быть несколько правильных ответов). Для получения балла ответьте полностью правильно (2 б)

- А. Делеция в промоторе
- Б. Увеличение температуры в культуре бактерий
- В. Перемещение культуры дрожжей в другую питательную среду
- Г. Мутация в гене репрессоре, что приводит к нефункциональному генному продукту

7. Белковый комплекс (называется *ЯУсталНеМозгу*) экспрессируется у 10% всех нейронов в головном мозге у некоторых инопланетян, живущих на планете *ВСЕВОЗМОЖНО*. Он указан на рисунке А ниже и состоит из 2 гамма и 2 дельта полипептидных цепей. На рисунке Б указан поперечный срез через липидный бислой. (13.5 б)



а) Учитывая, что N-конец полипептидов на рисунке Б прилегает к головке молекул липидного бислоя, какие 3 аминокислоты вы скорее всего обнаружите рядом с N-концом? Просто перечислите снизу. (0,5б)

Ответ: \_\_\_\_\_

Б) Сколько уникальных первичных белковых структур образуют комплекс *ЯУсталНеМозгу*? Укажите число. (0,5б)

Ответ: \_\_\_\_\_

В. Какие вторичные структуры белков можно заметить у этого комплекса? Напишите название. (0,5б)

Ответ: \_\_\_\_\_

Г. Есть ли четвертичная структура у комплекса *ЯУсталНеМозгу*? Обведите кружком ваш ответ снизу. Если считаете ДА, то напишите какая сильная связь удерживает четвертичную структуру? (0,5б)

Ответ:                    НЕТ                    ДА, \_\_\_\_\_

Д. Определите суждение снизу как верное или неверное. (рядом поставьте В или НВ) Данный комплекс не может пропускать заряженные частицы/молекулы, так как полностью погружен в липидный бислой \_\_\_\_\_ (0,5б)

Е. В этой же планете есть район РОМАНТИКА, где частота инопланетян влюбляющихся с первого взгляда очень высока. Биологическое сообщество ученых планеты *ВСЕВОЗМОЖНО* ищет этот феномен и один из активных ученых, мистер Нобель, предложил следующую модель, основываясь на накопленные доказанные факты. Модель: Есть белок WOW, который каким-то образом влияет на влюбчивость инопланетян. Было определено, что он вырабатывается в цитоплазме клеток сетчатки глаза у инопланетян этого района. WOW расщепляется другим белком НЕОЧЕНЬ, что в свою очередь ингибируется белком ЭТОМОЯСУДЬБА. Белок ЭТОМОЯСУДЬБА активируется при виде той/того самой/ого, что ведет к увеличению активности белка WOW в определенных частях глаза(посмотрите схему регуляций снизу). Интересно то, что глаз у этих инопланетян имеет форму шара и

концентрация белка ЭТОМОЯСУДЬБА распространяется постепенно по всему объему глаза переходя от передней части к задней (Смотрите рисунок снизу).(7 б)

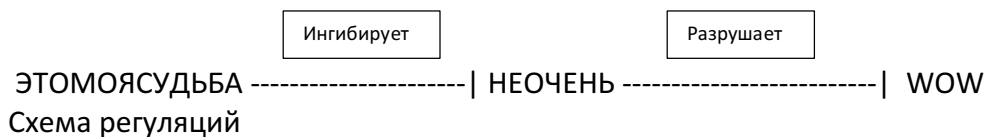
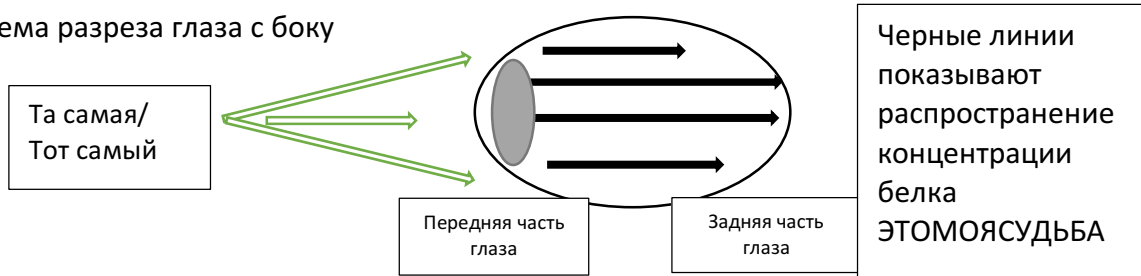


Схема разреза глаза с боку



Внизу вам даны четыре графика А, Б, В, Г, где на оси ординат указаны либо активность либо распределение, а на оси абсцисса расстояние от передней части глаза до задней части. Изучив их, заполните таблицу, поставив тот график, который наиболее правильно описывает распределение или активность белков при разных условиях (в таблице указаны эти условия, также до и после взгляда имеется ввиду до встречи и после встречи той/того)

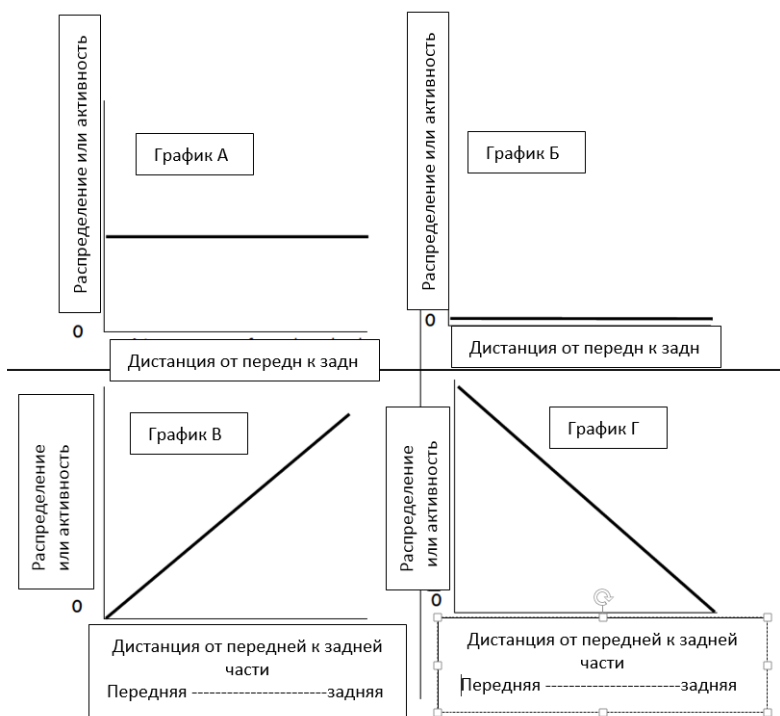
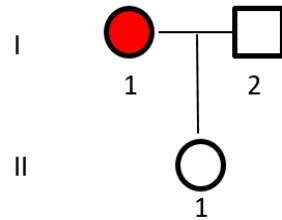


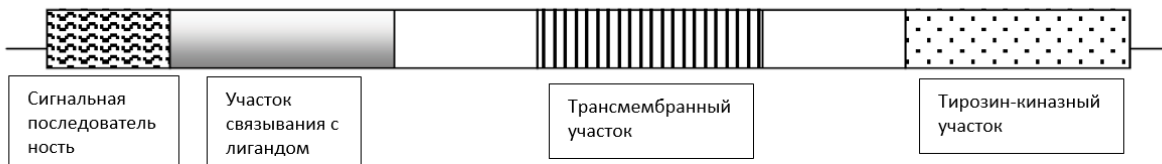
График	Белок или условие
	Распределение WOW до взгляда
	Распределение НЕОЧЕНЬ до взгляда
	Активность WOW до взгляда
	Распределение WOW после взгляда
	Распределение ЭТОМОЯСУДЬБА после взгляда
	Активность WOW после взгляда
	Активность НЕОЧЕНЬ после взгляда

Ж. После исследований механизма экспрессии белков связанных с активностью и их распределением, другой генетик брат Нобеля, мистер Гендель, изучает характер наследования гена WOW в районе РОМАНТИКА. После исследований генеалогий многих семей, генетик предполагает, что в этом районе у инопланетян в доминантном гене WOW есть мутация, что приводит к высокому уровню проявления “любви с первого взгляда”. Мистику этого феномена было сложно определить, потому что не все имеющие ген WOW проявляли этот фенотип в связи с его пенетрантностью равной 1/3. На схеме снизу у инопланетянки I-1 генотип WOW/wow и у нее есть фенотип влюбчивости, а генотип у инопланетянина I-2 wow/wow. Какова вероятность, что у II-1 гетерозиготен по гену WOW, учитывая что у него нет фенотипа влюбчивости? Покажите ваши вычисления. (4 б)



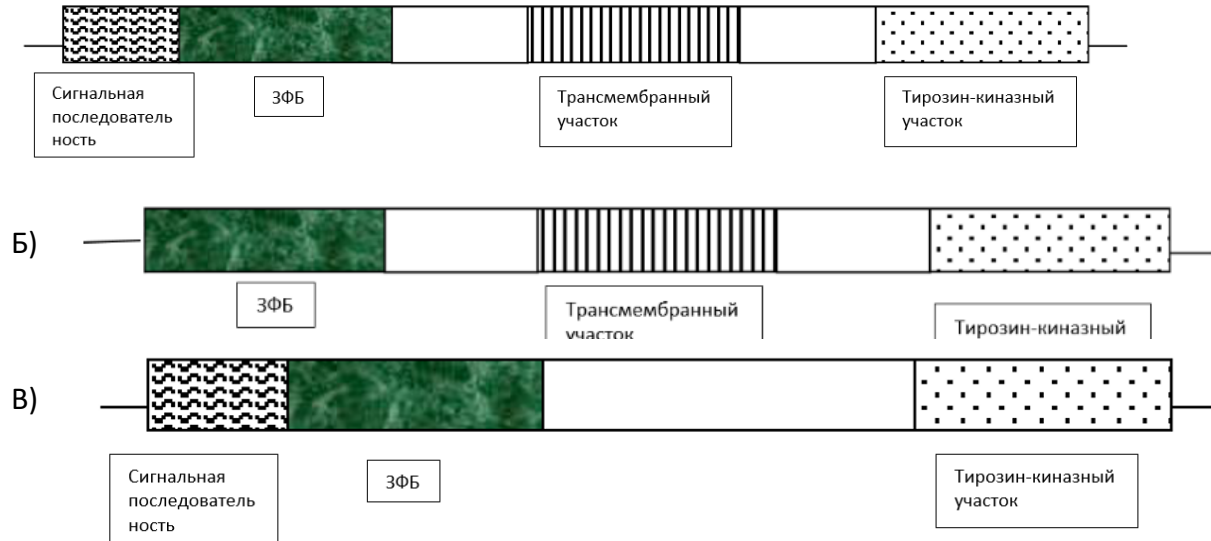
Ответ: \_\_\_\_\_

8. Прошло уже 5 лет с времен открытий связанных с феноменом “любви с первого взгляда”. Следуя за Нобелем и Генделем, их сестренка Мари исследует другой белок ADEMI, который как она предполагает взаимодействует с белком WOW. Чтобы проследить весь путь белка ADEMI и его локализацию внутри сетчатки инопланетян, она удаляет разные участки белка, чтобы посмотреть эффект на локализацию и вставляет Зеленый Флуоресцентный Белок (ЗФБ), чтобы проследивать. Она замечает, что ADEMI гомологичен дрожжевому белку с тирозин-киназной активностью. Внизу вам показаны дикий тип (не измененный) ADEMI и модифицированные (А, Б, В). Правильно соотнесите модификацию с локализацией ADEMI и заполните таблицу (6.5 б).



Указан дикий тип, но правильно поставьте N-конец и С-конец написав на соответствующий конец. В последующих рисунках нигде не указаны концы. (0,5 б)

А) ЗФБ был поставлен вместо участка связывания с лигандом, показан снизу. Где будет локализован участок ЗФБ (выберите вариант из таблицы и впишите А, сделайте аналогично для модификаций Б, В и Г). Заметьте модификация используется только один раз, и не все локализации используются.



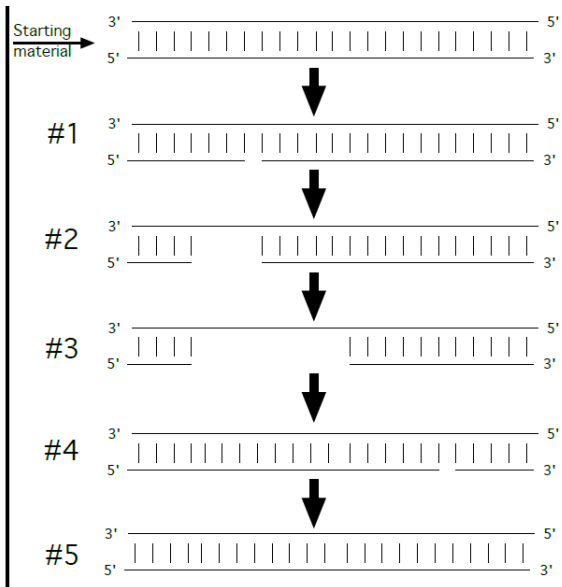
Г) Мутантная сетчатка, где транспортные везикулы не могут сливаться с аппаратом Гольджи, где будет локализован ЗФБ?



Модификация	Локализация
	Цитоплазма
	Внутренняя сторона везикулярной мембраны
	Наружняя сторона везикулярной мембраны
	Внутренняя сторона плазматической мембраны
	<b>Наружняя сторона плазматической мембраны</b>
	Полностью секретируется наружу (выявляется в супернатанте)



9. Указанная снизу ДНК подвергается постепенному действию определенных ферментов. Правильно соотнесите номера слева с ферментами указанными справа (2.5 б)



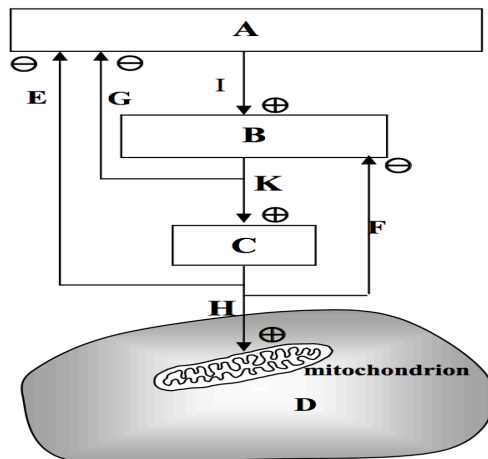
А. Фермент с 3'-5' эндонуклеазной активностью
Б. Фермент с 3'-5' экзонуклеазной активностью
В. Фермент с 5'-3' эндонуклеазной активностью
Г. Фермент с 5'-3' экзонуклеазной активностью
Д. Фермент с двухцепочечной эндонуклеазной активностью
Е. Фермент с одноцепочечной эндонуклеазной активностью
Ж. ДНК- хеликаза
З. ДНК-полимераза I + все 4 dNTPs
К. ДНК-полимераза III+ все 4 dNTPs
Л. Подходящий фермент не указан в данном листе

Ответ:

#1	
#2	
#3	
#4	
#5	

### Анатомия и физиология животных

10. Взаимодействия трех гормон-продуцирующих органов показаны на рисунке ниже. В результате взаимодействия данных органов, митохондрия увеличивает либо уменьшает свою активность. В этой регуляции, "+" обозначает стимуляцию, а знак "-" обозначает ингибирование. Основываясь на диаграмме ниже, заполните таблицу соответствующими буквами (5 б).

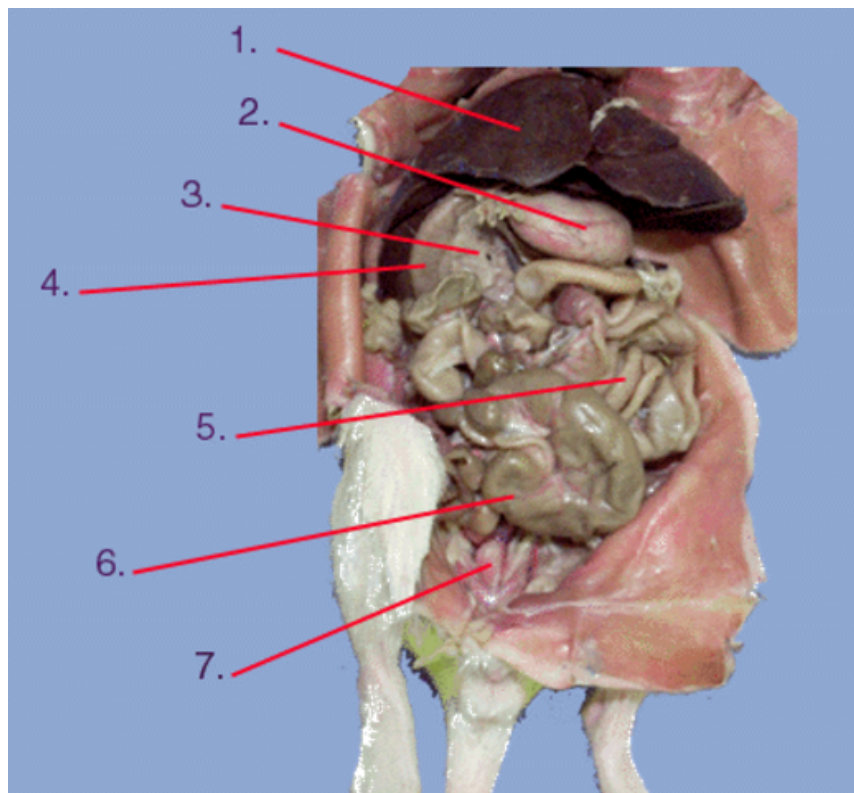


1	Железа, имеющая форму H, располагается в передней части гортани	
2	Стимуляция гормона, которая стимулирует тироидную железу прямым путем	
3	Тироксин вызывает увеличение потребления кислорода митохондриями	
4	Гормон-продуцирующий орган и рефлексный центр, расположенные в промежуточном мозгу	
5	Тироксин ингибирует образование ТТГ в передней части гипофиза путем отрицательной обратной связи	
6	Клетка к которой прикрепляется тироксин	
7	Тироксин ингибирует образование стимулирующего фактора в гипоталамусе путем отрицательной обратной связи	
8	Передняя доля эндокринной железы в основе мозга	
9	Стимулирующий фактор гипоталамуса воздействует на переднюю долю гипофиза	
10	ТТГ ингибирует образование стимулирующих факторов гипоталамуса путем отрицательной обратной связи	

11. Внизу вам даны возможные пути прохождения эритроцитов через структуры кровеносной системы. Для каждого пути укажите крестиком (X) если этот путь наблюдается в здоровом взрослом организме, здоровой фетальной циркуляции или не наблюдается у обоих. В каждом случае, эритроциты проходят непосредственно в следующую структуру без сосудов или камер между ними. Каждый отдельный путь должен быть полностью правильно определен для получения баллов за эту строку (4 б).

Путь	Взрослый организм	Фетальная циркуляция	Не наблюдается у обоих
Нижняя полая вена -> правое предсердие			
Правое предсердие -> левое предсердие			
Правое предсердие -> верхняя полая вена			
Правое предсердие -> правый желудочек			
Правый желудочек -> легочная артерия			
Боталлов проток -> аорта			
Левый желудочек -> аорта			
Аорта -> правая общая каротидная артерия			

12. Внизу вам дан разрез крысы. Соотнесите буквы с наименованием органа с числами на рисунках. 6 номер не нужно определять (3б).



Номер	Орган
	Тонкая кишка
	12-перстная кишка
	Желудок
	Печень
	Поджелудочная железа
	Мочевой пузырь

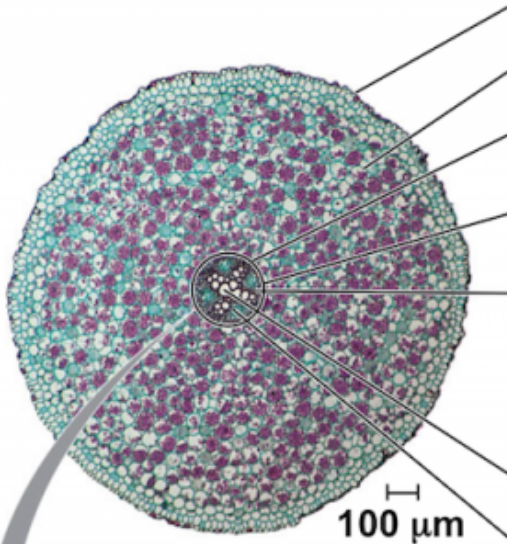
### Анатомия и физиология растений

13. У высших растений, в отличие от родственных им водорослей, возникло много новых приспособлений, способствующих их выживанию и размножению в наземных условиях. У наземных растений стебель - один из наиболее важных органов, который поддерживает листья и репродуктивные органы, обеспечивая им механическую прочность и транспортировку воды, минеральных веществ и органических соединений, которые в свою очередь всасываются корневой системой. Функции транспортировки выполняются проводящей системой, включающей ксилему и флоэму, которые присутствуют у определенных растений. Внутреннее строение (анатомию) стебля, корня и листьев можно проанализировать на срезах растений под микроскопом (20 б).

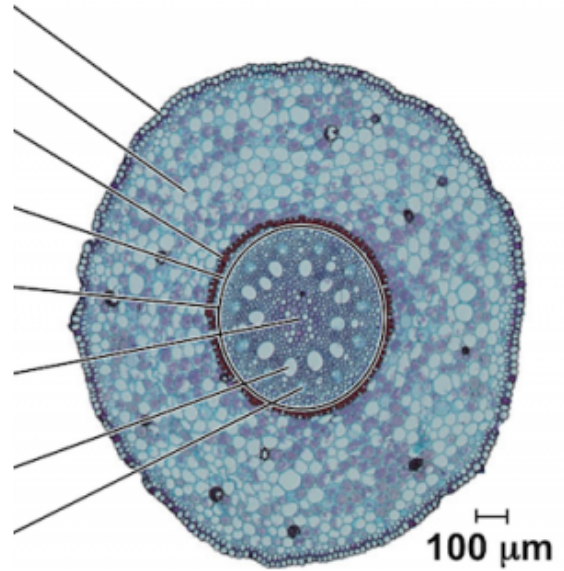
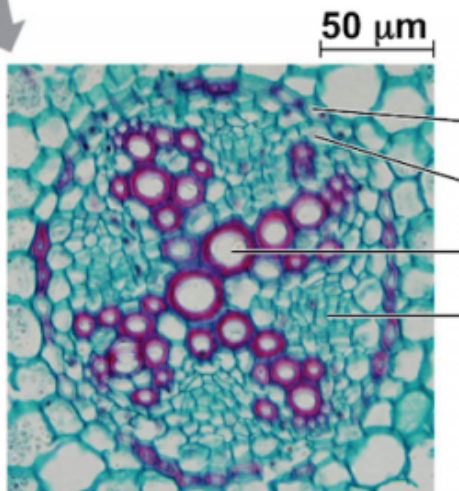
13.1. Ниже приведены срезы разных представителей наземных растений. Для каждого среза определите, какой орган представлен на срезе и кому он принадлежит (до класса), а также впишите названия структур, указанных стрелкой (линией). Если вы неправильно определите орган и класс, то вы не получите баллов на этот срез (10 б).

A	Флоэма	J	Нижний эпидермис
B	Ксилема	K	Эпидермис
C	Склеренхима	L	Гиподерма

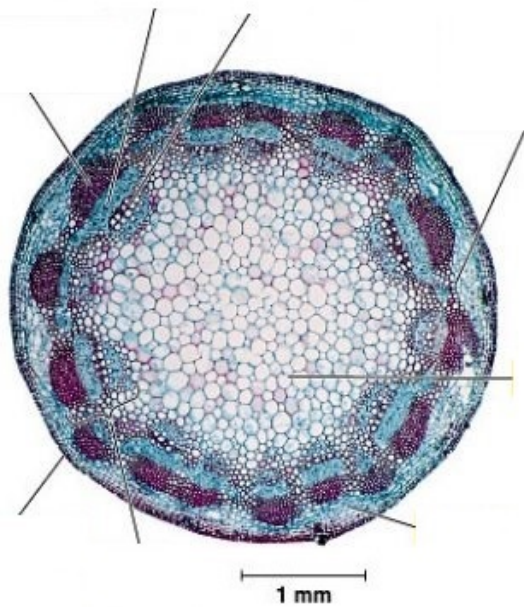
D	Колленхима	M	Паренхимная медула
E	Проводящий пучок	N	Устьице
F	Кора	O	Перицикл
G	Стела (осевой цилиндр)	P	Мезофилл
H	Медулярный луч	Q	Эндодерма
I	Верхний эпидермис		



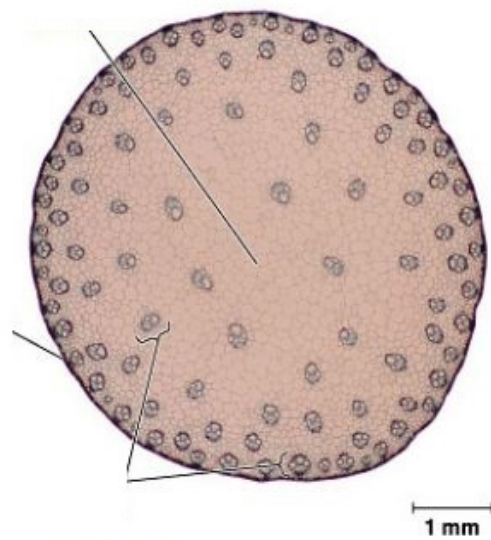
1. Орган:  
Кому принадлежит:



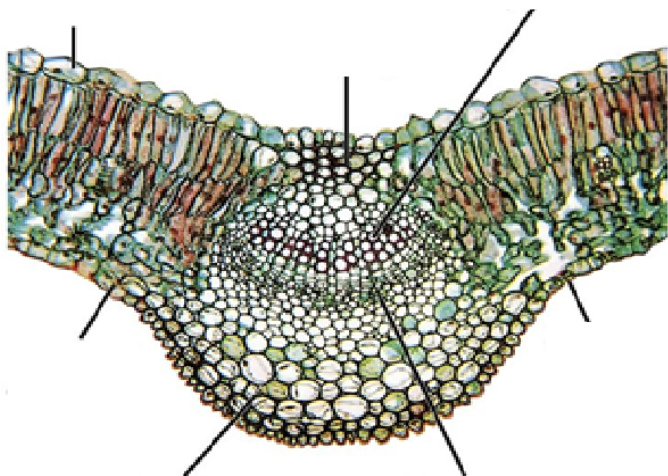
2. Орган:  
Кому принадлежит:



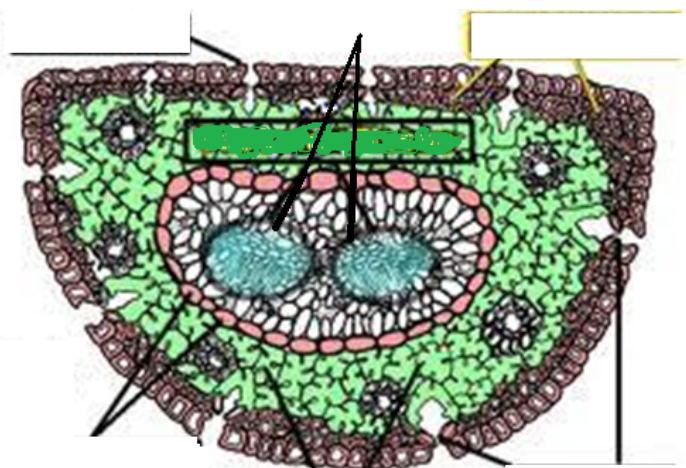
3. Орган:  
Кому принадлежит:



4. Орган:  
Кому принадлежит:



5. Орган:  
Кому принадлежит:



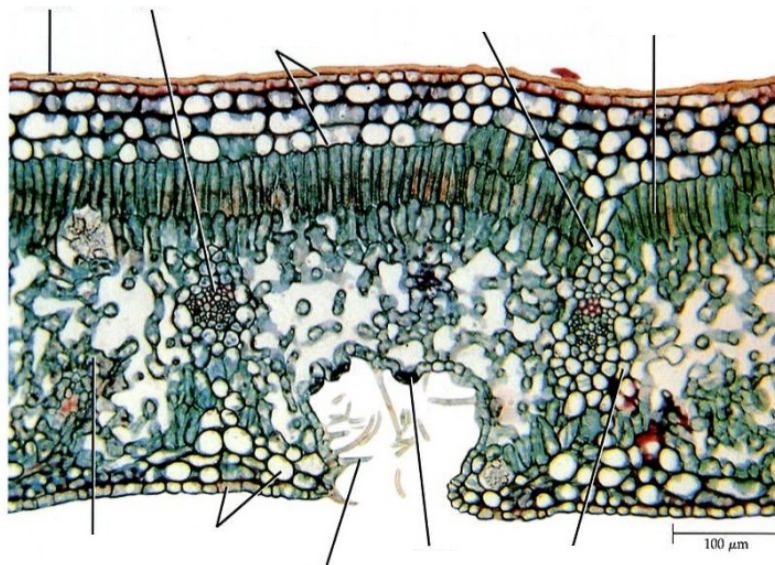
6. Орган:  
Кому принадлежит:

13.2. Заполните таблицу с характерными особенностями листьев двудольных и однодольных растений (3.5 б)

Характеристика	Листья двудольных	Листья однодольных
Жилкование		
Структурная ориентация (дорсо-вентральная или изобилатеральная)		
Месторасположение устьиц		
Замыкающие клетки устьиц		
Дифференциация мезофилла		
Вид (прото-, метаксилема) и количество ксилемы в проводящих пучках		
Тип клеток в механической обкладке проводящих пучков		

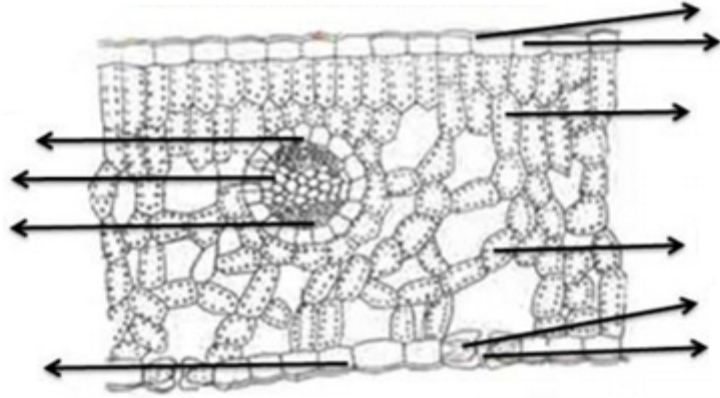
13.3. Ниже приведены срезы листьев покрытосеменных растений. Для каждого среза определите названия структур, указанных стрелкой (линией) и его принадлежность к определенному классу (6.25 б).

A	Кутикула	I	Губчатая паренхима
B	Верхний эпидермис	J	Замыкающие клетки
C	Палисадная (столбчатая) паренхима	K	Мезофилл
D	Устьице	L	Проводящий пучок
E	Нижний эпидермис	M	Верхний многослойный эпидермис
F	Обкладка проводящего пучка	N	Продолжение обкладки проводящего пучка
G	Ксилема	O	Нижний многослойный эпидермис
H	Флоэма	P	Трихомы

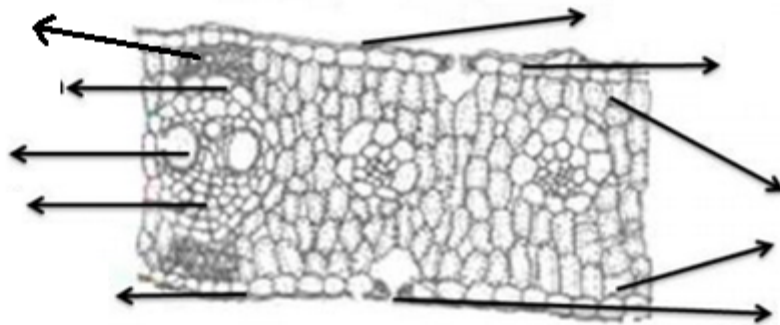


A. Класс:

Б. Класс:



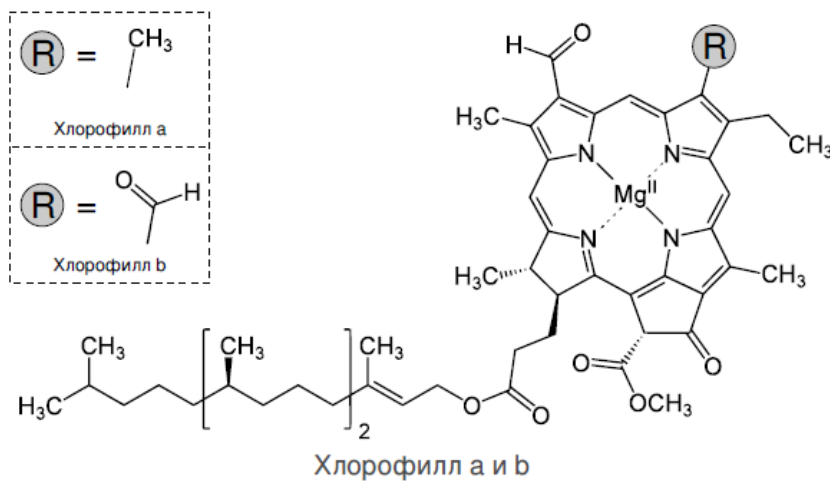
В. Класс:

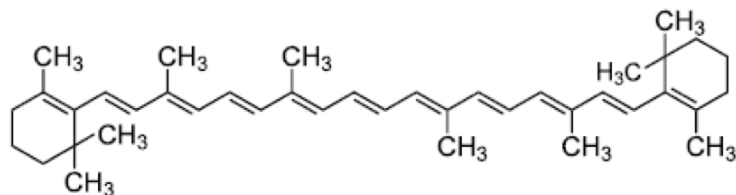


13.4. Какое растение является ксерофитом? (0.25)

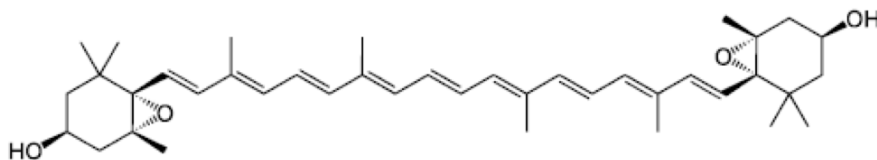
1. А                      2. Б                      3. В

14. Тонкослойная хроматография (TLC) - хроматографический метод, основанный на использовании тонкого слоя адсорбента в качестве неподвижной фазы. Он основан на том, что разделяемые вещества по-разному распределяются между сорбирующим слоем и протекающим через него элюентом (подвижная фаза), в зависимости от степени сродства, или афинности, к той или иной фазе, вследствие чего расстояние, на которое эти вещества смещаются по слою за одно и то же время, различается. TLC можно использоваться для разделения и анализа различных пигментов в смеси. Такие пигменты листьев как хлорофилл а, хлорофилл b, каротиноиды (β-каротин, виолаксантин, неоксантин) (формулы представлены ниже) можно сделать видимыми на пластинках TLC (5 б).

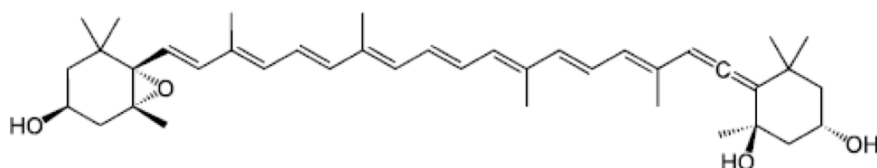




β- каротин

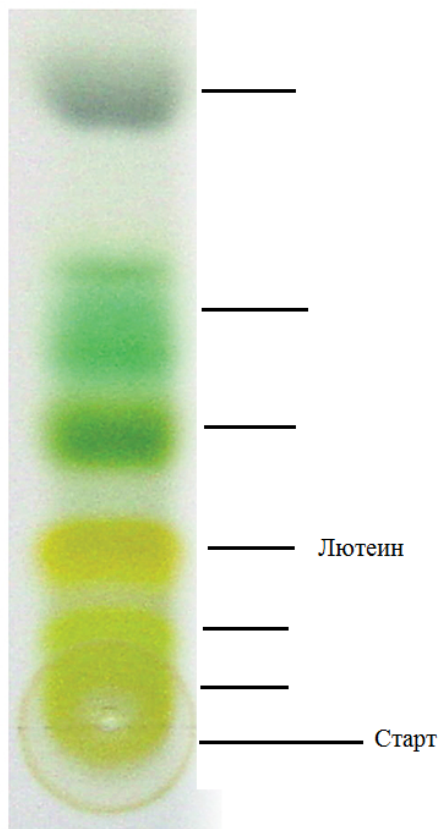


Виолаксантин

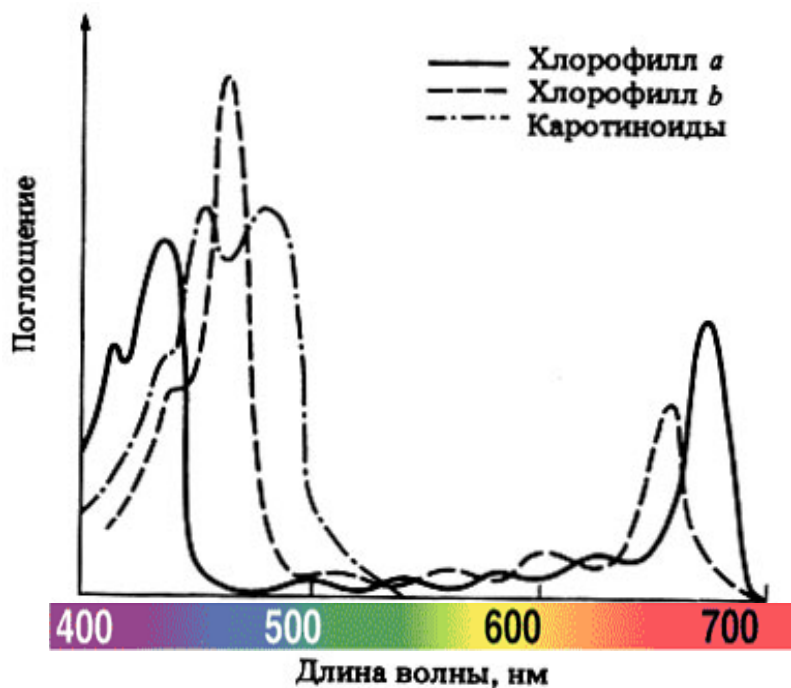


Неоксантин

14.1. Для следующего эксперимента вы выбрали пластинку из силикагеля (Si-O-Si), а в качестве подвижной фазы использовали 70% раствор изопропанола (CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>). Ниже, представлен результат вашей работы. Напишите названия пигментов рядом с бэндами на пластинке TLC. Подсказка: силикагель имеет высокое сродство к воде. (2.5 балла)







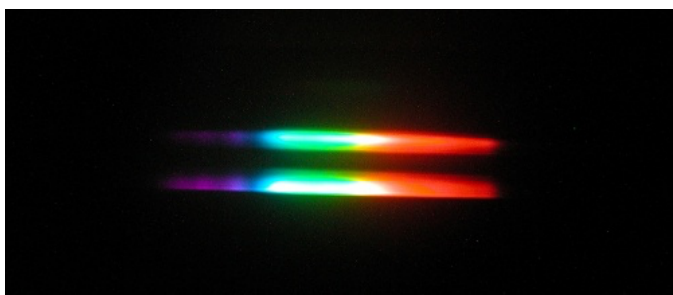
На картине дан спектр абсорбции растительных пигментов. Ответьте на следующие вопросы, используя данную картину в вашем аргументе.

14.2. Почему большинство растений зеленого цвета? (0.5 балла)

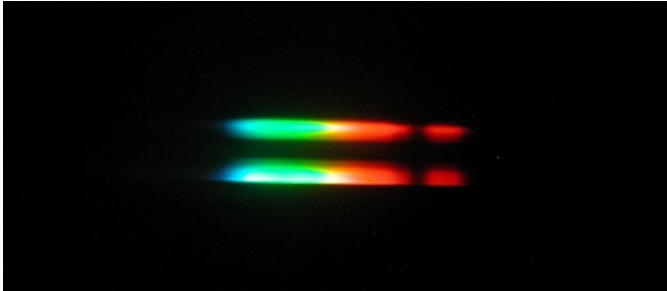
14.3. По какой причине, осенью, листья некоторых деревьев приобретают желтую и/или оранжевую окраску? (0.5 балла)

14.4. Следующие рисунки были получены с помощью спектрометра при анализе содержимого 3-х сосудов с жидкостью, вероятно содержащих экстракты растительных пигментов. Определите наличие/отсутствие растительных пигментов в каждом сосуде, напишите название пигмента справа от соответствующего рисунка. (1.5 балла)

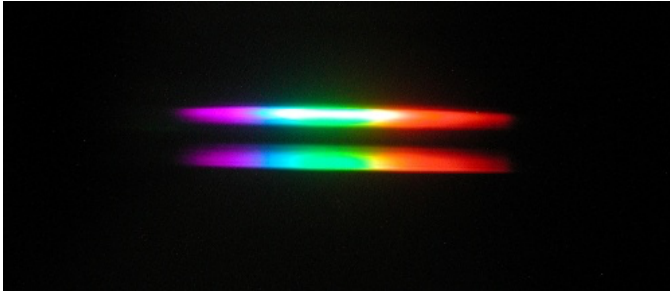
A.



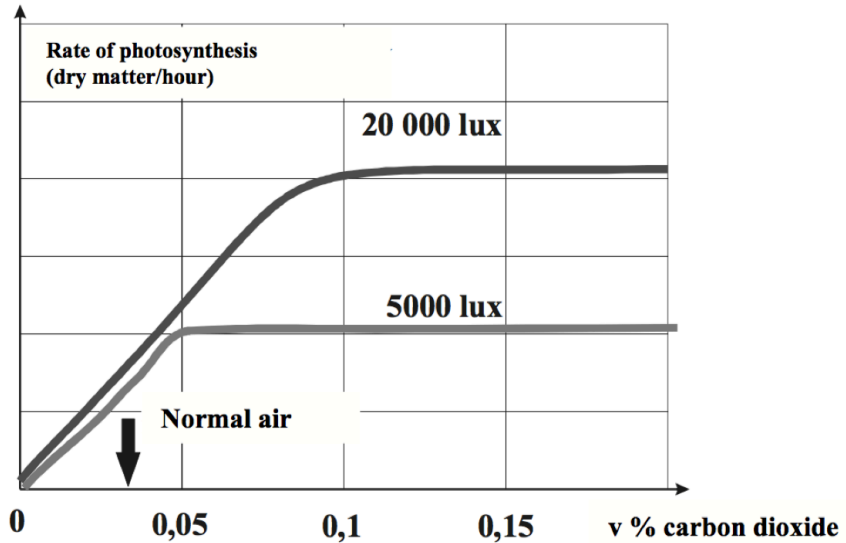
Б.



В.



15. Корреляция между концентрацией углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и скоростью фотосинтеза была изучена в серии экспериментов у растений. Измерения были взяты при низком (5000лк) и высоком (20000лк) уровнях освещенности. Результат показан ниже. Ось x – скорость фотосинтеза (сухая масса/час), ось y – процент углекислого газа (3.5 б).



Ответьте на вопросы основываясь на результатах выше.

15.1. В данном эксперименте скорость фотосинтеза была измерена количеством сухой массы, продуцированной за один час. Какая альтернативная мера измерения могла быть использована? (1 б)

А. Количество поглощенного кислорода в единицу времени

- Б. Количество образованного углекислого газа в единицу времени
- В. Количество воды испарившейся в единицу времени
- Г. Количество образованного кислорода в единицу времени
- Д. Количество света, поглощенного листьями

15.2. Какая(ие) интерпретация(ии) графика являются верными (1 б)

- А. При концентрации углекислого газа выше 0.1%, уровень освещенности не влияет на скорость фотосинтеза.
- Б. При концентрации углекислого газа ниже 0.05%, скорость фотосинтеза прямо пропорциональна концентрации  $\text{CO}_2$ .
- В. При концентрации углекислого газа в четыре раза превышающего норму, скорость фотосинтеза определяется уровнем освещенности
- Г. При концентрации углекислого газа выше 0.1%, скорость фотосинтеза снижается даже при высокой освещенности

15.3. Одной из самых опасных проблем нашего времени является увеличение парникового эффекта. Что именно обозначает парниковый эффект? (0.5 б)

- А. Высокий уровень УФ радиации доходит до поверхности Земли из-за дыр в озоновом слое
- Б. Из-за уменьшения вентиляции, температура продолжительно увеличивается внутри парника чем снаружи
- В. Парниковые газы позволяют видимому свет проникать через атмосферу, но не позволяют проникать длинным волнам света, поглощая или же отражая их.
- Г. Парниковые газы поглощают или же отражают длинные волны света в сторону Земли

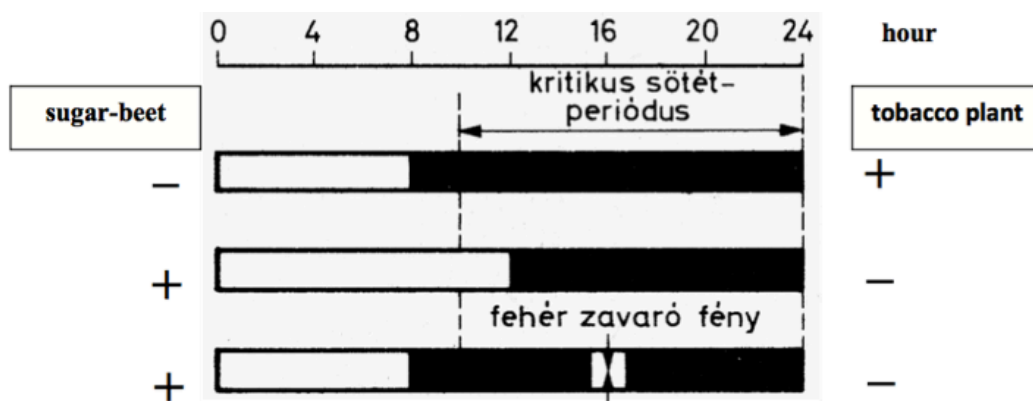
15.4. Какие газы преимущественно участвуют в образовании парникового эффекта на Земле? (0.5 б)

- А. Углекислый газ и водяной пар
- Б. Углекислый газ и кислород
- В. Озон и углекислый газ
- Г. Водяной пар и озон

15.5 Живой мир на Земле в определенной степени может снизить парниковый эффект. Каким образом? (0.5 б)

- А. Скорость метаболических процессов у разлагателей увеличивается при увеличении температуры
- Б. Скорость биологического окисления увеличивается при увеличении температуры
- В. Повышение уровня углекислого газа ингибирует анаболические процессы и стимулирует катаболические
- Г. Понижение уровня углекислого газа повышает эффективность фотосинтеза
- Д. Повышение уровня углекислого газа повышает эффективность фотосинтеза

16. Влияние продолжительности воздействия света на начало цветения в растениях сахарной свеклы и табака было исследовано в эксперименте. Эти два растения подвергались различной длительности света в трех отдельных экспериментах. На приведенном ниже рисунке белые полосы (не закрашенные графы) показывают продолжительность воздействия света. В темный период третьего эксперимента растения подвергались воздействию белого света в течение короткого промежутка времени. Символ «+» показывает начало цветения, а «-», если цветение не произошло. Слева показатели сахарной свеклы, справа растения табака (4 б).



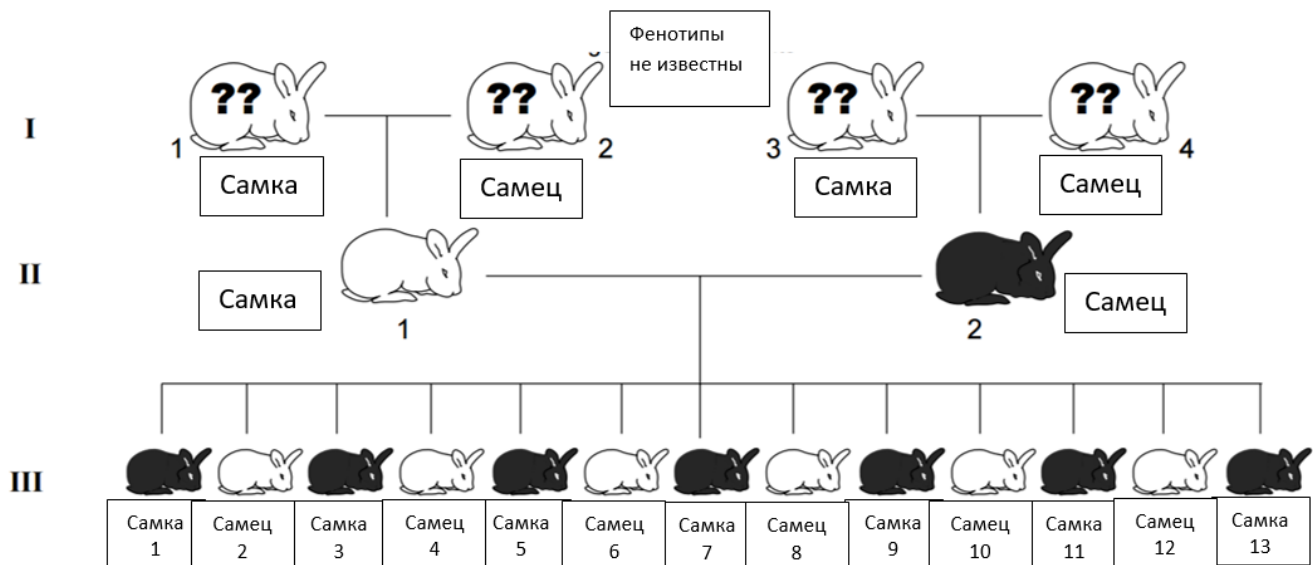
(kritikus sötét periódus= critical dark period , fehér zavaró fény = white, disturbing light)

Вставьте правильные буквы в пустые квадраты рядом с утверждениями. Каждый правильный ответ:

A. Сахарная свекла	1	Это растение длинного дня	
	2	На цветение этого растения влияют продолжительность и время света	
B. Табак	3	Согласно этому эксперименту цветение произойдет только в том случае, если продолжительность света превышает 12 часов	
	4	Он будет распускаться только в том случае, если он подвергается воздействию тревожного света в темный период	
C. Оба из них	5	Он будет цвести только в том случае, если он будет непрерывно храниться в темноте более 14 часов	
D. Ни один из них			

Генетика

17. Внизу вам показана генеалогия 3 поколений кроликов. Фенотипы I-1, I-2, I-3, I-4 не известны. Закрашенные кролики имеют наследственное заболевание. В этом задании для получения баллов вы должны полностью правильно ответить на все вопросы А и Б частей. (5 б)



А) Каков тип наследования этого заболевания (1 б) : \_\_\_\_\_

Б) После того как вы определили тип наследования заполните фенотипы и возможные генотипы для каждого из I-1, I-2, I-3, I-4. Для фенотипов используйте (имеет заболевание- А, не имеет заболевание- Б, невозможно сказать из данной информации- В). Для генотипов используйте обозначения DD, Dd, dd,  $X^D X^D$ ,  $X^D X^d$ ,  $X^d X^d$ ,  $X^D Y$ ,  $X^d Y$  в зависимости от типа наследования (4 б)

Кролик	Фенотип(либо А, либо Б, либо В)	Возможные генотипы
I-1		
I-2		
I-3		
I-4		

18. Вы известный генетик с публикациями работ в журнале *Nature*. Сейчас вы изучаете странную мутацию у мышей, которая проявляется походкой задом наперед, когда мышь слышит включенную поп-музыку. Много не думая, вы назвали мутированный ген, “*геном лунной походки*”, а фенотип, фенотипом лунной походки. Выделив чистую линию таких мышей, вы скрещиваете одну мышь с другой мышью(тоже с чистой линии) без *гена лунной походки*. В результате все потомство(F1) мышей проявляют фенотип лунной походки при включение поп-музыки. (11 б)

А) Скрещивание двух мышей из F1 дало потомство в количестве 40(F2). Каково ожидаемое количество мышей, которое не сможет удивить ваших коллег лунной походкой? (1 б)

Ответ: \_\_\_\_\_

Б) Вы замечаете, что все F1 мыши имеют черную окраску шерсти, в то время как чистая линия мышей с лунной походкой имели белую окраску и чистая линия без лунной походки имели черную. Если вы скрестите одну мышь из F1 с белой мышью от чистой линии с лунной походкой и получите 28 мышей, то каково будет ожидаемое количественное распределение по фенотипам? Заполните цифрами снизу. (2 б)

Фенотип	Количество
Белая с лунной походкой	
Черная с лунной походкой	
Белая без лунной походкой	
Черная без лунной походкой	

В) Теперь вы скрещиваете F1 мышь с белой мышью без лунной походкой и получаете следующее потомство:

Фенотип	Количество
Белая с лунной походкой	249
Черная с лунной походкой	26
Белая без лунной походкой	24
Черная без лунной походкой	251

Какова частота рекомбинаций между геном лунной походки и геном окраски? Покажите ваши вычисления (1 б)

ответ: \_\_\_\_\_

Г) В предыдущих статьях вы исследовали расстояние между генами окраски(*tus*) и геном ответственным за размеры ушей(*kulak*) и рассчитали 20,67 сМ между ними. Обозначая ген лунной походки MJ, и пользуясь двумя другими аббревиатурами: *kulak*, *tus*, нарисуйте 2 возможные расположения генов в хромосоме с указанием расстояния между ними в сМ (2 б).

Ответ:

Д) Вы хотели удивить вашего коллегу, который пришел со своей дочкой, и включили поп-музыку для потомства F<sub>2</sub>. Вдруг некоторые мыши начали лунную походку и неожиданный “флешмоб” очаровал дочку коллеги. Она захотела таких мышей себе домой и взяла одну черную и одну белую мышку участников флешмоба (взяла двух попавшихся ей на глаза, одну самку и одного самца). Дома их поместили вместе и через несколько месяцев появились потомки F<sub>3</sub>. Какова вероятность, того что выбранная черная мышь образует гамету АВ и выбранная белая мышь образует гамету Ab, что приведет к появлению мышонка с генотипом AaBb ? Используйте А- ген лунной походки, В- ген черной окраски. Покажите вашу вычисления, можете указать дробью если это вам удобно. (5б)

Ответ: \_\_\_\_\_

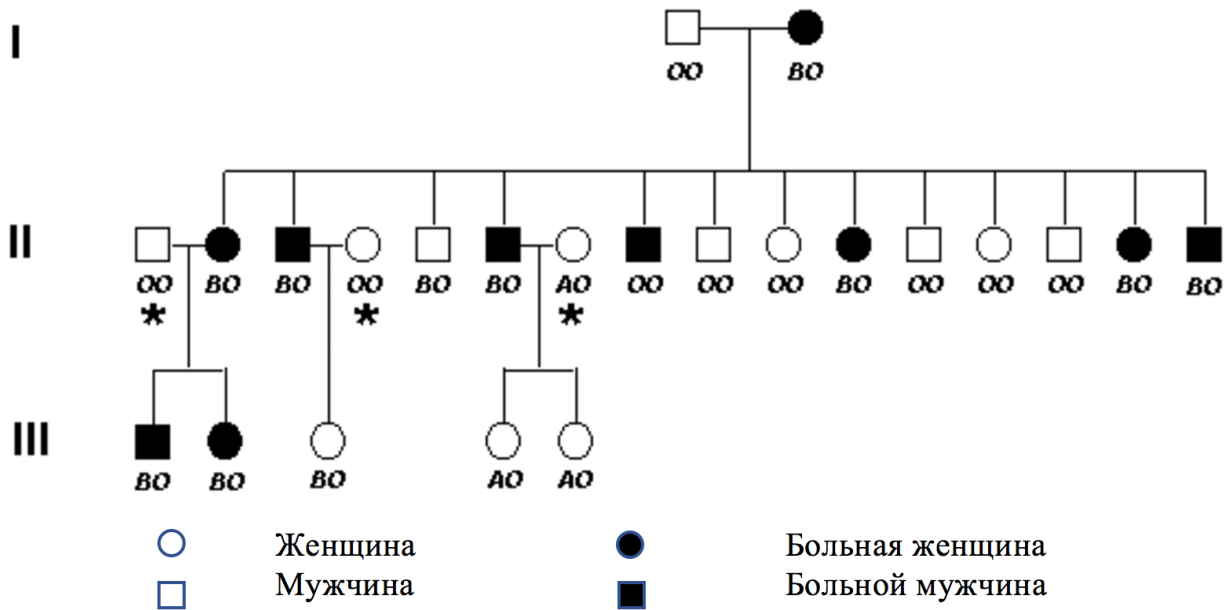
19. Вы изучаете популяцию мышей. Предположим, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. У этих мышей цвет меха определяется одним геном с доминантным аллелем В и рецессивным аллелем b, где генотип ВВ приводит к черному меху, bb дает белый мех, а Bb приводит к коричневому меху. В популяции 500 мышей, среди них 45 белых. (5 б)

19.1. Определите частоту аллелей и ожидаемое количество мышей с черным и коричневым мехом (1.5 б).

19.2. Предположим, что совы съедят 60% белых мышей, прежде чем у них будет возможность размножаться, какова будет новая частота аллеля В после одного поколения? (1.5 б).

19.3. У вас есть другая популяция мышей, в которой частота аллеля  $b = 0.4$ . После атаки сов, вы решили перенести 10 мышей со второй популяции в предыдущую. Какова будет новая частота аллелей в предыдущей популяции? (2 б)

20. Перед вами генеалогическое древо семьи с редким генетическим заболеванием. Также, на схема указаны генотипы группы крови по системе АВО, где  $OO$  – I группа крови,  $AO$  – II,  $BO$  – III,  $AB$  – IV. Предположите, что все члены семьи, отмеченные звездочкой – гомозиготные.



A. Наследование заболевания (обведите правильный ответ): аутосомное рецессивное, аутосомное доминантное, сцепленное с полом рецессивное, сцепленное с полом доминантное. (1 б)

B. Сцеплены ли ген заболевания и ген группы крови (обведите правильный ответ)? (0.5)  
 Да Нет

Если ваш ответ да, то ответьте на вопрос C. Если ваш ответ нет, то ответьте на вопрос D.

C. Происходил ли кроссинговер на приведенном древе (обведите правильный ответ)? (0.5 б)  
 Да Нет

Если ваш ответ да, то ответьте на вопрос E. Если ваш ответ нет, то ответьте на вопрос F.



D. Определите вероятность рождения больного ребенка с группой крови I у пары указанной стрелкой. (3 б)

E. Обведите на древе людей, признаки которых возникли в результате кроссинговера. Определите расстояние между генами (3 б).

F. Напишите генотипы родителей (поколение I) таким образом, чтобы было понятно какие аллели сцеплены. На пример:  $\frac{A b}{a B}$  (3 б)

21. UPGMA (метод невзвешенного попарного группирования с арифметическим средним) считается самым простым методом построения филогенетических деревьев, и основан на предположении, что все анализируемые таксоны имеют одинаковую скорость эволюции. В этом методе пары таксонов или кластеров с самыми малыми дистанциями с каждым шагом (каждой итерацией) объединяются в кластер более высокого порядка. Чтобы проиллюстрировать эту идею, рассмотрим дистанции между таксонами (видами) M, N, O, P, и Q.

Таксоны	M	N	O	P	Q
M	0				
N	2	0			
O	6	6	0		
P	4	5	7	0	
Q	7	8	9	7	0

Итерация 1: Наименьшая дистанция наблюдается между видами M и N, поэтому мы объединяем в кластер (M,N). Относительный возраст полученного кластера рассчитывается как половина дистанции между двумя исходными видами (или кластерами). В данном случае, относительный возраст кластера равен 1.

Затем создается новая матрица дистанций, для этого рассчитывается дистанция между образованным кластером (в данном случае M,N) и остальными видами или кластерами. Например, дистанция между кластером (M,N) и видом (кластером) P рассчитывается как среднее между  $d(M,P)$  и  $d(N,P)$ , т.е.  $(4+5)/2$ , где  $d(x,y)$  обозначает дистанцию между кластерами x и y. Результат показан в таблице ниже:

Таксоны	(M,N)	O	P	Q	
(M,N)	0.0				
O	6	0.0			
P	4.5	7	0.0		
Q	7.5	9	7	0.0	

Итерация 2: Теперь наименьшая дистанция наблюдается между кластером (M,N) и таксоном P, соответственно, их объединяют в кластер более высокого порядка ((M,N),P), относительный возраст которого составляет 2,25. Снова рассчитывается новая матрица,

так, как было показано выше. Например, дистанция между кластером ((M,N),P) и видом (O) рассчитывается как среднее между  $d(M,O)$ ,  $d(N,O)$  и  $d(P,O)$ , т.е.  $(6+6+7)/3 = 6.33$ . Результат приведен в таблице ниже.

Таксоны	((M,N),P)	O	Q	
((M,N),P)	0.0			
O	6.33	0.0		
Q	7.33	9	0.0	

Итерация 3: Теперь наименьшая дистанция наблюдается между MNP и O, поэтому эти таксоны объединяются в кластер более высокого порядка (((M,N),P),O) с относительным возрастом 3,17. И снова рассчитывается новая матрица, как было указано выше. Результат приведен в таблице ниже.

Таксоны	(((M,N),P),O)	Q		
(((M,N),P),O)	0.0			
Q	7.75	0.0		

Итерация 4: теперь оставшиеся два кластера объединяются в новый кластер более высокого порядка (((((M,N),P),O),Q), относительный возраст которого составляет 3,88.

**Задание.** Основываясь на приведенном выше примере, рассчитайте матрицу попарных дистанций основываясь на матрице признаков, приведенной в таблице внизу. Дистанция между двумя видами рассчитывается как число признаков, по которым два вида различаются между собой (число 1 означает что признак присутствует, 0 – что отсутствует). (15 б)

Признаки	A	B	C	D	E	F
1	1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0
6	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0
8	1	1	1	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0
12	0	0	1	1	0	0
13	0	0	0	1	1	1
14	1	1	0	0	0	0
15	0	0	0	0	1	1
16	0	0	0	1	0	0
17	0	0	0	0	1	1
18	0	0	0	1	1	1
19	1	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1	1

Дистанция между таксонами A, B, C, D, E, F:

Таксоны	A	B	C	D	E	F
A						
B						
C						
D						
E						
F						

Итерация 1.

Таксоны					

Итерация 2.

Таксоны				

Итерация 3.

Таксоны			

Итерация 4.

Таксоны		

22. Филогенетическое дерево показывает историю процесса дивергенций видов от общих предков. Представим, что вы сравниваете первые 30 аминокислот альфа субъединицы гемоглобина 5 разных видов. Различия в аминокислотных остатках показаны в таблице ниже. (4 б)

	Человек	Лягушка	Куропатка	Синий кит	Семга
Человек	0	?	11	8	17
Лягушка		0	?	17	20
Куропатка			0	?	20
Синий кит				0	?
Семга					0

А. Основываясь на информации в таблице определите степень различия в аминокислотных остатках между следующими видами. (1 б)

1. Человек-Лягушка \_\_\_\_\_
2. Лягушка-Куропатка \_\_\_\_\_
3. Куропатка-Синий кит \_\_\_\_\_
4. Синий кит-Семга \_\_\_\_\_

Б. Нарисуйте филогенетическое дерево и расположите все виды, указанные в таблице (2б)

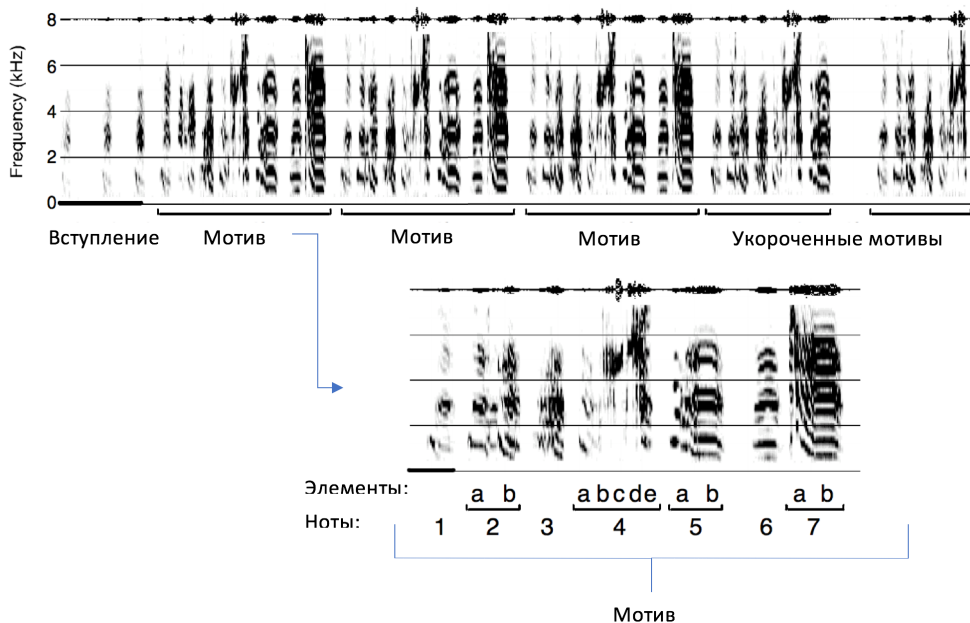
В. Определите 2 вида с наибольшей родственностью друг к другу. (1 балл)

Экология и этология.

23. Репертуар песен зебровых амадин довольно мал, и состоит из 3 до 15 нот, которые в свою очередь могут состоять из элементов. Каждая песня начинается с серии идентичных повторных вступительных нот, за которыми следует одно или несколько повторений «мотивов» (могут быть укороченными), состоящих из большинства или всего репертуара музыкальных нот, поставленных в фиксированной последовательности.

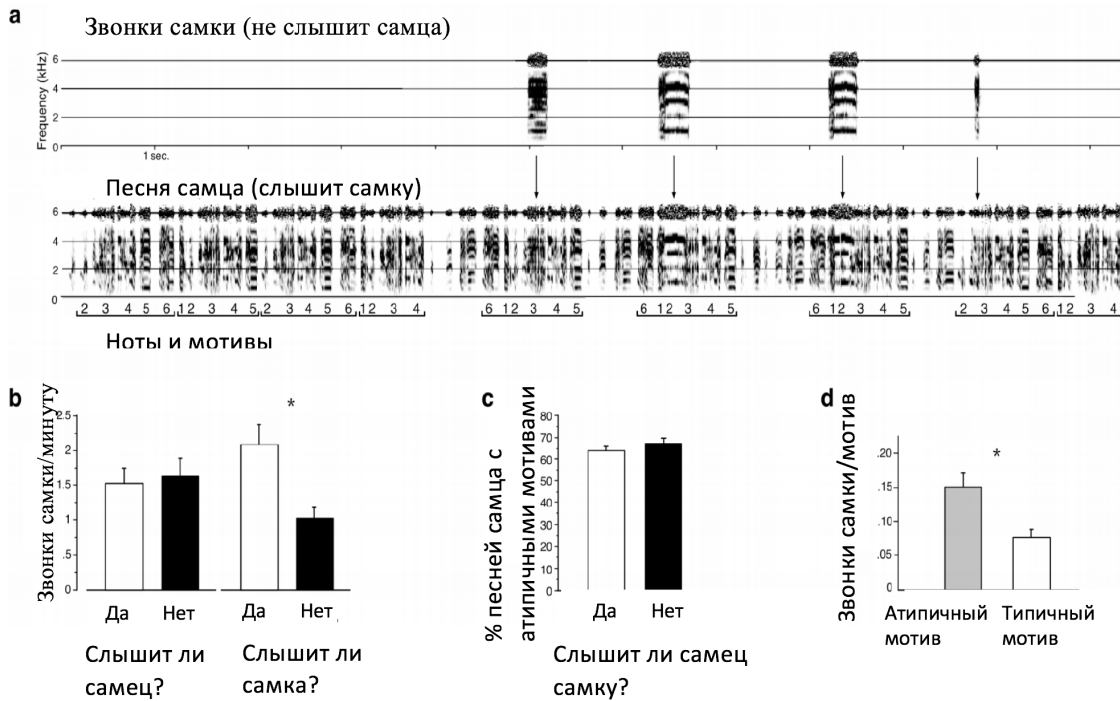


Кристаллизованное пение взрослых самцов птиц имеет две хорошо документированные функции - оборону территории и притяжение самок. Эти функции развились специально, чтобы влиять на поведение слушателей, поэтому неудивительно, что поведение слушателей, в свою очередь, влияет на работу исполнителей песни. Визуальное и слуховое присутствие, а также пол влияет на амплитуду (frequency) и темп передачи песен. Поющие зебровые амадины мужского пола регулирует амплитуду своих песен в зависимости от социального контекста.



В одном эксперименте, самец и самка зебровой амадины были помещены так, чтобы они могли видеть, но не слышали друг друга через перегородку, а экспериментатор контролировал, какая из птиц могла слышать другую, включая колонки (спикер) на противоположной стороне перегородки. Самки зебровых амадин не поют, но издадут

короткие звуки – звонки. На рисунке (а) самка не могла слышать самца, но вокализации самки воспроизводились у самца. Мотивы и ноты обозначаются, соответственно, полосками (нижние скобки) и цифрами под сонограммой песни самца (звонки не нумеруются). На рисунках (b), (c) и (d) показаны результаты при разных условиях эксперимента.



Опираясь на вышеизложенную информацию, отметьте следующие суждения (1.1-1.10) как верные или не верные. (7 баллов)

Баллы будут присуждаться только в том случае если вы ответите правильно на как минимум 4 вопроса (4 правильных ответа – 1 балл, 5 – 2 балла, 6 – 3 баллов, 7 – 4 баллов, 8 – 5 баллов и тд.)

1. Ноты в мотивах не повторяются
2. Ноты звонков самок звучат в песнях самцов
3. До того, как самец услышал звонок самки, он исполнял песню из повторяющихся пяти-нотных мотивов
4. Когда самец слышал самку, существенно изменялось количество нетипичных мотивов, которые он пел
5. И самец, и самка могут петь и звать, соответственно, в независимости от того слышат они друг от друга или нет
6. Самка, которую слышит самец, будет звать существенно чаще
7. Самка зовет в два раза чаще если она слышит пение самца
8. Мотив – [6-1-2-3-4-5] начинает звучать больше в песнях самца, если он слышит самку



9. Самцу нужно спеть 15 атипичных мотивов для того чтобы вызвать звонок самки
10. В результате эксперимента выяснилось, что пение самцов влияет на звонки самок, а звонки самок не существенно влияют на пение самцов

Из эксперимента ясно, что самки лучше реагируют на атипичные мотивы в песнях самцов. Предположим, что состав среднестатистической песни самца состоит из девяти мотивов и может включать в себя три атипичных мотива (только три). Рисунок (а) служит примером песен самца с атипичными мотивами. Используя данные с графиков выше, определите:

А. Сколько песен с атипичными мотивами нужно спеть самцу, чтобы вызвать три звонка самки? (1 б)

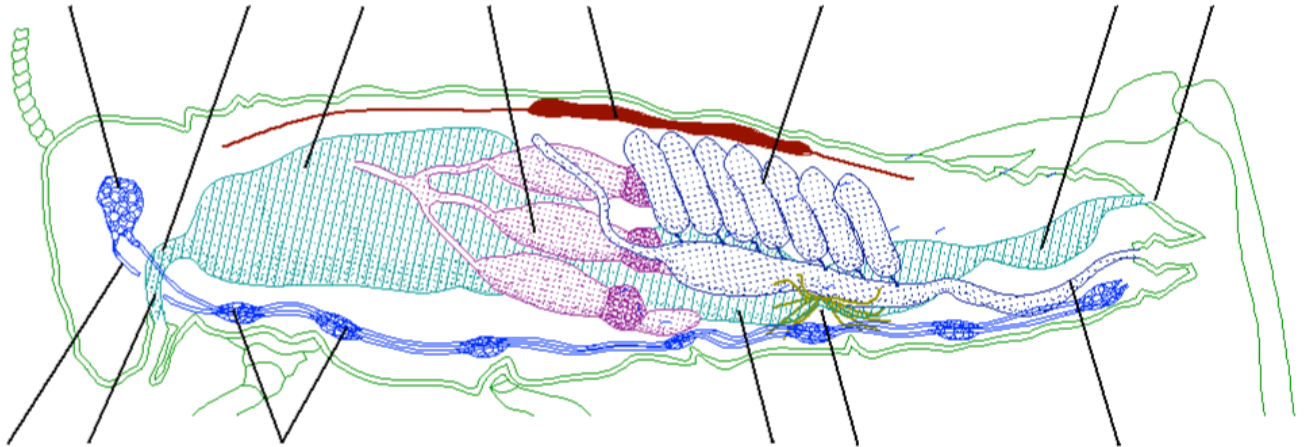
Б. Сколько песен с типичными мотивами нужно спеть самцу, чтобы вызвать 1 звонок самки? (1 б)

В. Если самец поет 300 песен в час, то сколько типичных и атипичных мотивов он поет за это время? (3 балла)

Г. Посчитайте, сколько раз, в среднем, будет звать самка каждую минуту, если она слышит самца с предыдущего вопроса (вопрос В). (3 б)

Биосистематика.

24. Перед вами внутреннее строение кузнечика. Обозначьте его органы и структуры буквами с таблицы. (7 баллов)



A	Сердце	J	Пищевод
B	Глаз	K	Зоб
C	Мозг	L	Средняя кишка
D	Прямая кишка	M	Анус
E	Мальпигиевые сосуды	N	Пилорические придатки
F	Рот	O	Брюшная нервная цепочка
G	Ганглии	P	Яичники
H	Семенники	Q	Трахеи
I	Семяприемник	R	Почки