

1. Представим что некий фермент “Атырау” выполняет реакцию: $W \rightarrow X + Y$. Существуют три региона, где этот фермент взаимодействует с субстратом W (другой белок) для облегчения превращения W в X и Y .

Регион 1 стабилизируется гидрофобными взаимодействиями между боковыми цепями аминокислот, обнаруженных на ферменте и субстрате.

Регион 2 стабилизирован водородными связями между боковыми цепями аминокислот, обнаруженных на ферменте и субстрате.

Регион 3 стабилизируется ионными связями между боковыми цепями аминокислот, обнаруженных на ферменте, и субстрате.

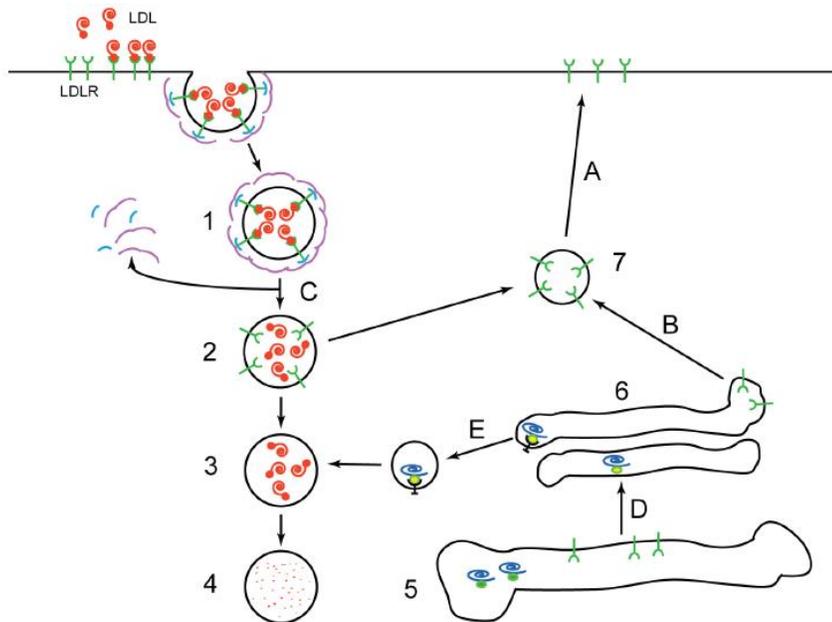
У вас есть следующие пары аминокислот. Для каждой пары, указанной в списке (1, 2 или 3) эта пара будет действовать, чтобы стабилизировать взаимодействие фермента с субстратом. Если пару можно найти в более чем одной области, перечислите все, что применимо. Если пара не будет найдена ни в одном регионе, напишите в слове NONE. (8 баллов)

Пара	Аминокислота на ферменте	Аминокислота на субстрате	Регион(регионы) где пара может быть найдена
1	Аланин	Лейцин	
2	Аланин	Изолейцин	
3	Серин	Метионин	
4	Треонин	Серин	
5	Лизин	Аргинин	
6	Глутамин	Аспарагин	
7	Пролин	Валин	
8	Аспартат	Лизин	

2. Синтез и переработка некоторых рецепторов является важным аспектом для клеточной жизнедеятельности. Таким образом рецептор ЛНП (Липопротеин Низкой Плотности) может вновь появиться на мембране обходя процесс разрушения в лизосомах. Ниже вам предоставлена схема круговорота рецептора ЛНП по разным частям клетки. Ваша задача состоит в том, чтобы заполнить таблицу

соответствующими обозначенными

структурами.



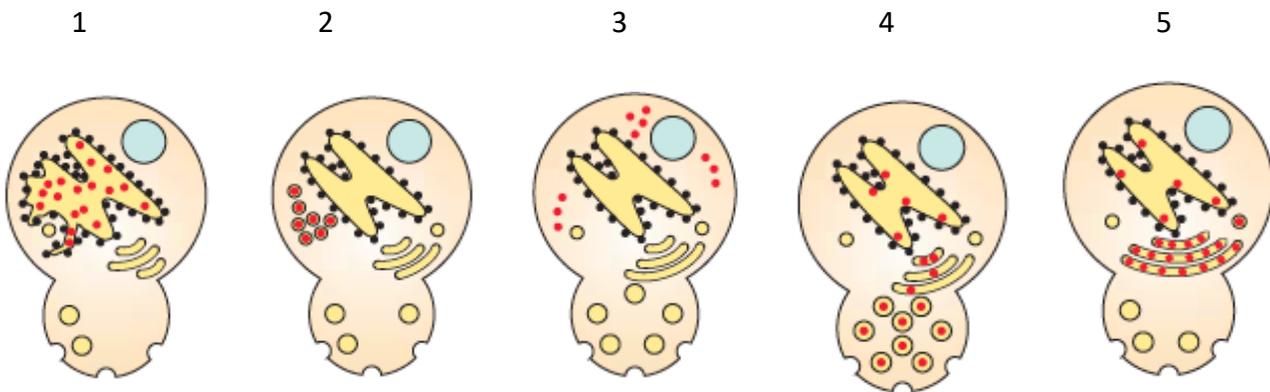
Название органеллы	Номер
Ранняя эндосома	
Поздняя эндосома	
Покрытая белками везикула	
Лизосома	
Эндоплазмический Ретикулум	
Аппарат Гольджи	
Рециркулирующая эндосома	

Напишите номера органеллы (ов), содержащие материалы извне которые будут или уже перевариваются.	
Напишите номера органелл (ов), которые непосредственно получают (ы) материалы от обоих, эндоцито-лизосомальных («входящие») и секреторных («исходящие») путей?	
Напишите номера органеллы (ов), которые непосредственно распределяет (ют) материал на оба эндоцито-лизосомальные («входящие») и секреторные («исходящие») пути?	

Переходы между различными органеллами в этих путях и путях перемещение материала между органеллами обозначены буквами А-Е на диаграмме. С помощью только этих букв, ответьте на следующее:

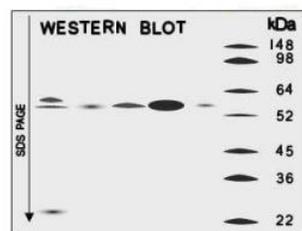
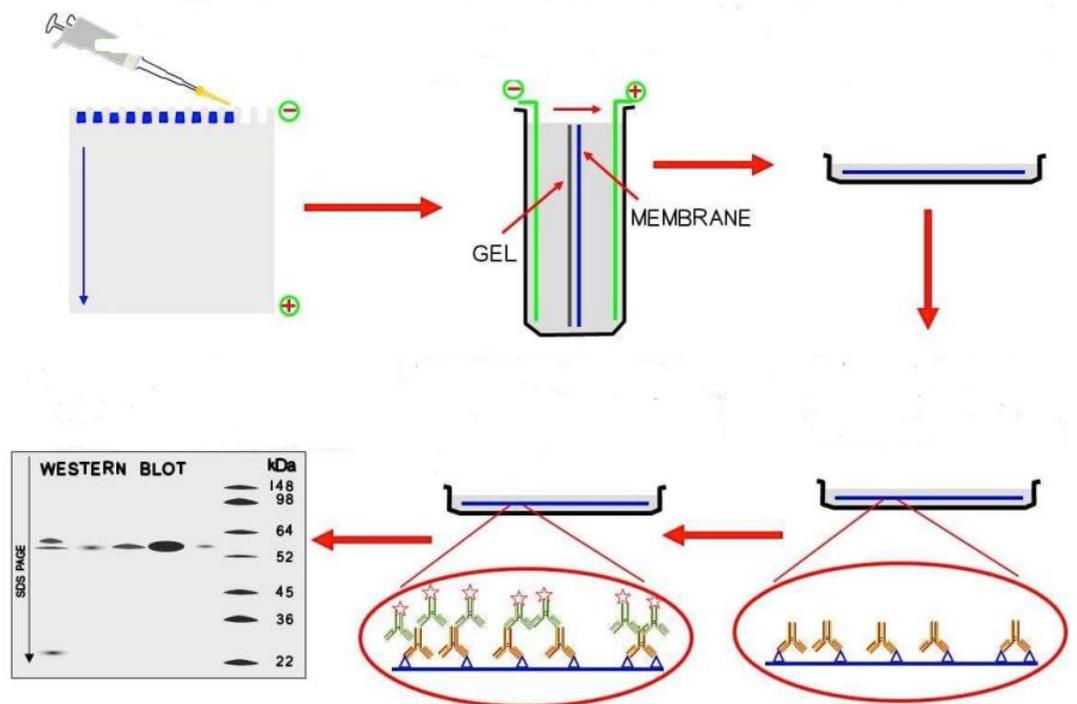
Впишите правильную букву обозначенные стрелками между органеллами, которые связаны с уменьшением рН?	
Впишите букву обозначающий путь, который содержит комбинацию новых и переработанных материал.	
Впишите букву обозначающий путь, который содержит белки, которые были отсортированы на основе по степени гликозилирования	

3. Везикулярный транспорт был исследован на дрожжевых клетках в процессе мутаций белков участвующие в этих процессах. На рисунке вам показаны расположение секреторных белков (красным цветом) в различных мутантных видов дрожжевых клеток. В таблице вам показаны дефектные сайты в каждом виде дрожжевых мутантов (1-5). Соотнесите цифры указанные на рисунке к дефектным сайтам в таблице.



<i>Дефектный сайты/ Описание мутанта</i>	<i>Цифры на рисунке</i>
Транспорт в ЭР	
Отщипление везикул от ЭР	
Слияние транспортных везикул с АГ	
Транспорт с АГ на секреторные везикулы	
Слияние секреторных везикул с ПМ	
Фенотип двойного мутанта по с дефектным сайтом 3 и 5	
Фенотип тройного мутанта с дефектным сайтом 1, 2 и 4	

5. Вестерн-Блоттинг является одним из самых распространенных методов в клеточной и молекулярной биологии. Ниже вам представлен рисунок где вкратце показаны стадии вестерн-блоттинга. Используя ваши фундаментальные знания об этом методе ответьте на нижеследующие суждения.

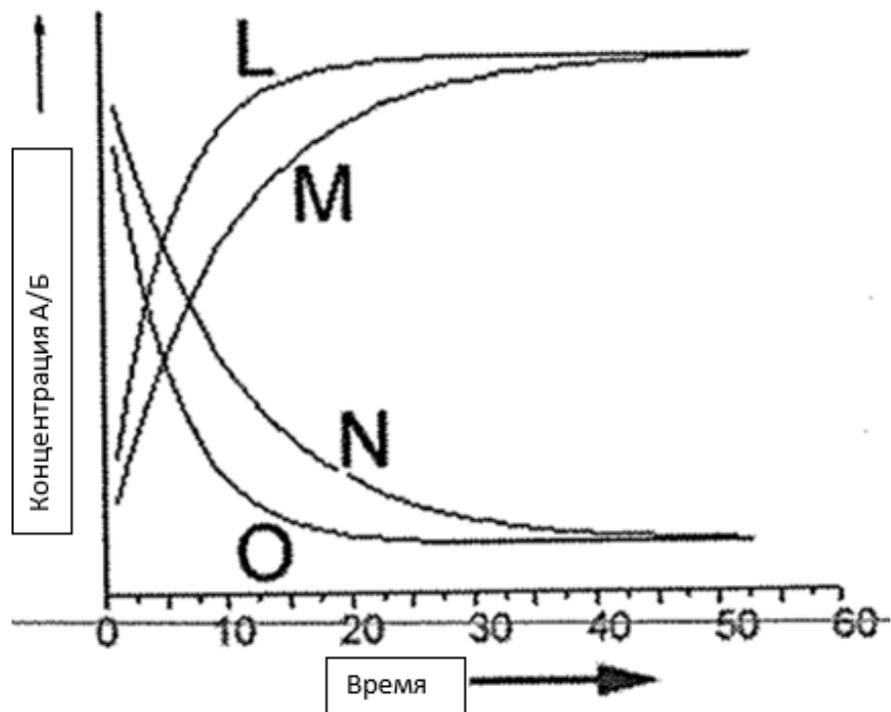


№	Суждения	Верно/ Неверно
1	В образец состоящий из множества белков добавляют додецилсульфат натрия (SDS) для нейтрализации заряда белков а затем заливают в лунки полиакриламидного геля	
2	Затем белки в геле переносят на нитроцеллюлозную мембрану для дальнейших манипуляций	
3	Нитроцеллюлозную мембрану наносят раствор с БСА (Бычий сывороточный альбумин) для того чтобы нейтрализовать остаточные липиды и сахара	
4	Затем мембрану обрабатывают первичными антителами которые ковалентно связываются с белками к которому они специфичны	
5	Мембрану обработанную первичными антителами обрабатывают вторичными антителами которые имеют дополнительный белок/фермент служащий для связывания с первичным антителом	
6	Вторичное антитело нужно для усиления сигнала, так как одно первичное антитело может присоединить несколько вторичных антител	

6. Значения функциональных групп pK_a у лизина следующие: 2.1, 9.2 и 10.8. Вы проводите электрофорез. Определите суждения как Верные(В) и Неверные(НВ).

- А. При $pH= 1.2$ лизин не будет мигрировать
- Б. При $pH= 3.1$ лизин не будет мигрировать
- В. При $pH= 9.5$ лизин не будет мигрировать
- Г. При $pH= 13.1$ лизин не будет мигрировать

7. В некоторой реакции $A \rightarrow B$, где А-реактант и Б-продукт, используется фермент. Было проведено 2 эксперимента, в одном добавляли 100 микромолей фермента (X), а в другом 200 микромолей фермента (Y). Изучив нижеприведенный график, отметьте суждения как Верные(В) и Неверные(НВ).



- А. Кривые М и N описывают эксперимент X, тогда как кривые L и O описывают эксперимент Y
- Б. Кривые L и M описывают концентрацию продукта, в то время как кривые N и O описывают концентрацию реактанта
- В. Стационарное состояние в обоих экспериментах одинаковое
- Г. Кривые L и N описывают эксперимент X, тогда как кривые M и O описывают эксперимент Y

8. Вы поймали 100 мух, отметили их и отпустили. После 12 дней вы поймали 400 мух и 10 из них были помечены. Допустим, что популяция мух удваивается каждые 4 дня и не одна муха не умирает, не иммигрирует, не эмигрирует. Какова была численность популяций при начале эксперимента?

Ответ: _____

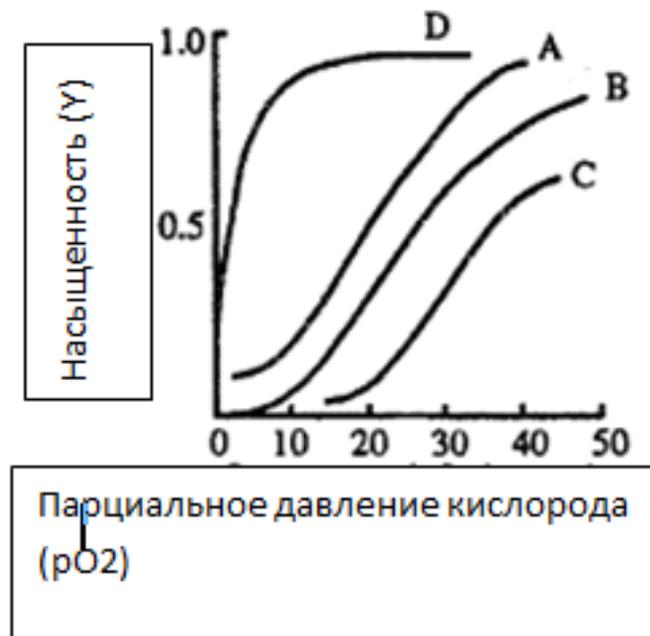
9. В нижеперечисленных условиях укажите будет ли кривая прямолинейной или нет при фермент-субстратных взаимодействиях? Впишите рядом либо *прямолинейное*, либо *не прямолинейное*.

1. На оси X концентрация фермента, на оси Y скорость реакции, при избыточном количестве субстрата _____
2. На оси X концентрация фермента, на оси Y скорость реакции, при лимитирующем количестве субстрата _____
3. На оси X время, на оси Y количество образованного продукта, при лимитирующем количестве субстрата _____

10. Если отношение $(A+G)/(T+C)$ на одной цепи ДНК равна 0,7, то чему равно то же самое отношение на комплементарной цепи?

Ответ : _____

11. График показывает кривые диссоциации кислорода (A, B, C) и миоглобина (D). Основываясь на этих данных и на свои знания о физиологии Hb и миоглобине (Mb), определите следующие суждения как верные (В) или неверные(НВ) в вопросах.



Данная информация относится для вопросов 1-4. Высокогорный козел теплокровное млекопитающее живущее в высокогорьях и соответственно имеет Hb, который адаптирован к окружающей среде (рисунок слева). На рисунке справа вам дан домашний козел. Определите суждения, сравнивая этих животных как Верные(В) и Неверные(НВ).

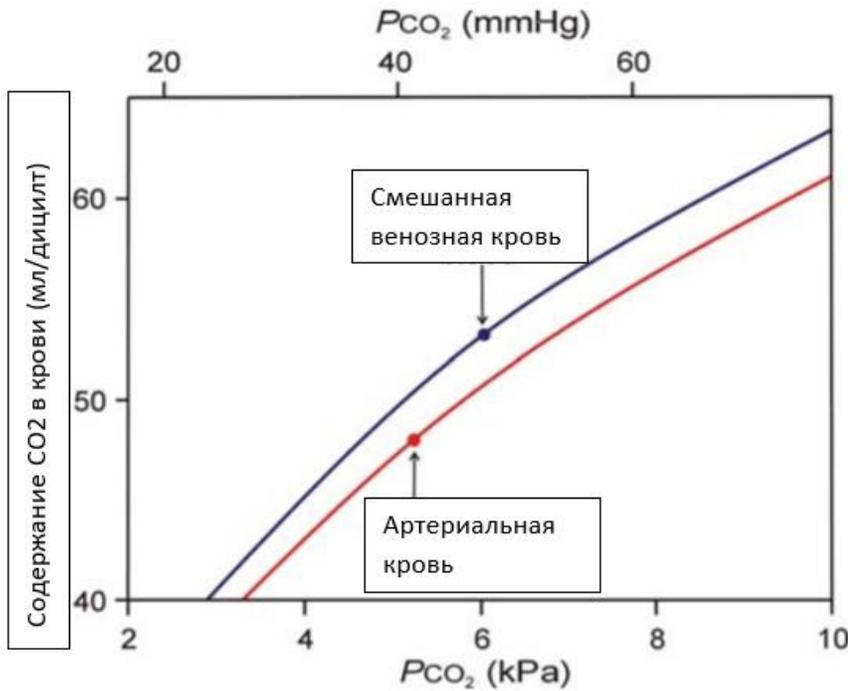


- 11.1. Если кривая В соответствует Hb домашнего козла, то кривая А наиболее правильно соответствует Hb высокогорного козла
- 11.2. Если кривая В соответствует Hb домашнего козла, то кривая С наиболее правильно соответствует Hb высокогорного козла
- 11.3. Если кривая В соответствует Hb домашнего козла, то кривая D наиболее правильно соответствует Hb высокогорного козла
- 11.4. Кривая В будет соответствовать и для Hb обоих животных

Данная информация относится для вопросов 5-7. Сравните гемоглобины взрослого и плода человека. Определите суждения, как Верные(В) и Неверные(НВ).

- 11.5. Если кривая В соответствует кривой диссоциации кислорода Hb взрослого человека, то кривая А будет наиболее правильно соответствовать Hb плода
- 11.6. Если кривая В соответствует кривой диссоциации кислорода Hb взрослого человека, то кривая С будет наиболее правильно соответствовать Hb плода
- 11.7. Если кривая В соответствует кривой диссоциации кислорода Hb взрослого человека, то кривая D будет наиболее правильно соответствовать Hb плода
- 11.8. Уменьшение рН крови приводит к увеличению значения P50 кривой диссоциации Hb
- 11.9. Увеличение концентрации 2,3-дифосфоглицерата никак не повлияет на значение P50 кривой диссоциации Hb
- 11.10. Hb плода имеет меньшее сродство к кислороду, чем Hb взрослого, поэтому будет иметь сигмовидную форму
- 11.11. Сигмовидная форма гемоглобина - это результат кооперативного взаимодействия полипептидов

Данная информация относится для вопросов 11.12-14. Внизу вам дан график кривой диссоциации CO₂ в крови. Основываясь на ваши знания о транспортировке CO₂ в крови, и изучив график, ответьте суждения, как Верные(В) и Неверные(НВ).



11.12. Венозная кровь будет транспортировать меньше CO₂, чем артериальная из-за эффекта Халдана

11.13. Большинство CO₂ переносится в виде иона гидрокарбоната

11.14. Эффект Бора будет более проявляться, когда P_{CO₂} равно 8 кПа, чем 5 кПа

Для вопросов 11.15-17. Молекула Hb взрослого человека была помещена в 8 М раствор мочевины, что привело к разрушению нековалентных связей. После этого α-цепь была выделена. (Предположите, что кривая В соответствует кривой диссоциации кислорода Hb взрослого человека, смотрите на рисунок с первого вопроса)

11.15. Кривая А будет наиболее соответствовать для кривой выделенной α-цепи

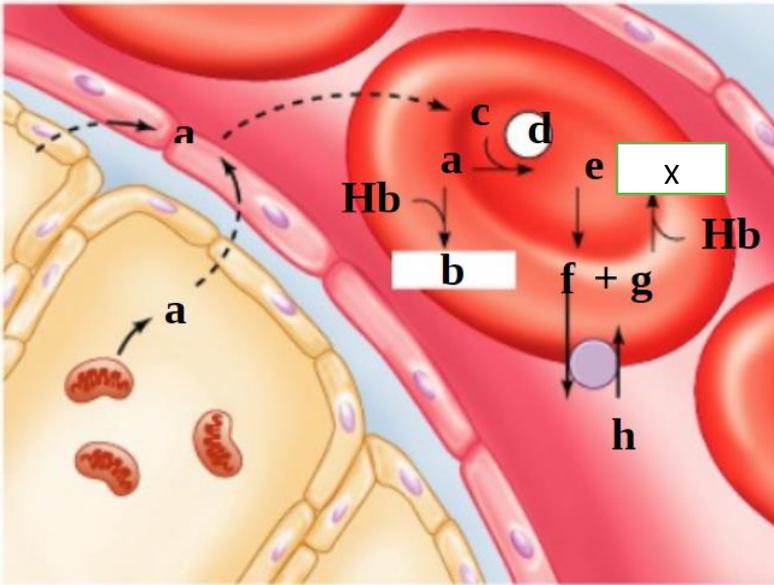
11.16. Кривая С будет наиболее соответствовать для кривой выделенной α-цепи

11.17. Кривая D будет наиболее соответствовать для кривой выделенной α-цепи

12. Внизу перечислены разные факторы/ гормоны/условия которые влияют на кровеносное давление человека. Рядом впишите увеличивает либо уменьшает каждый из них.

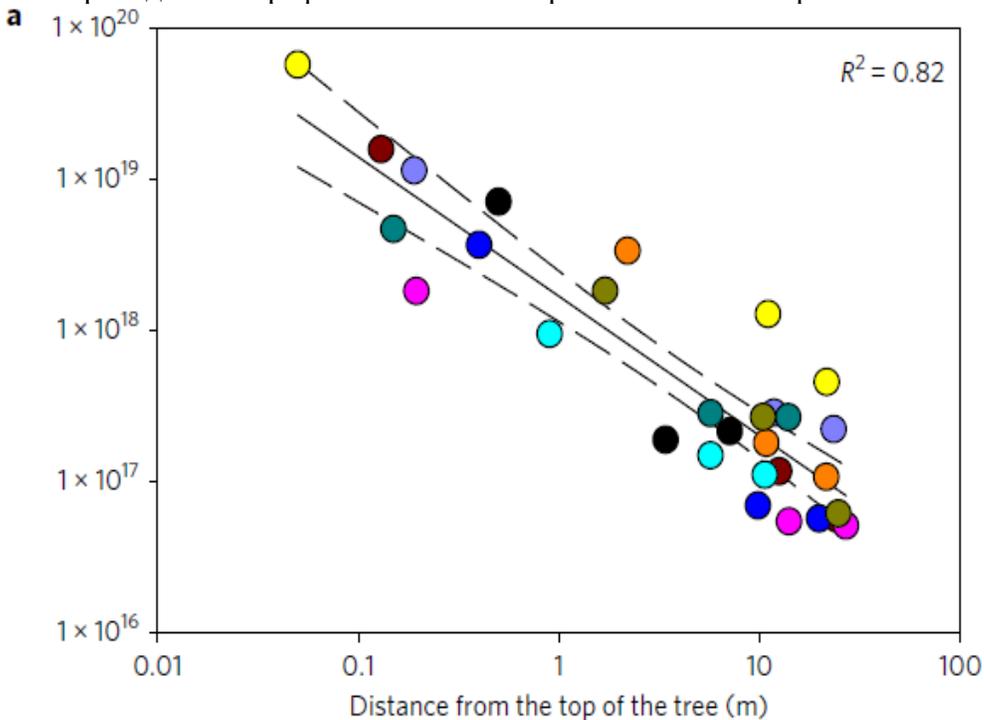
- А) Выброс адреналина _____
- Б) Кровотечение больше 300 мл _____
- В) Стимуляция блуждающего нерва _____
- Г) Постоянный увеличенный прием натрия хлорида с пищей _____
- Д) Патологическое сужение сосудов _____
- Е) Резкий подъем с лежачего состояния _____
- Ж) Уменьшение сердечного выброса _____

13. Соотнесите буквы с рисунка с терминами указанными ниже. Этот процесс происходит в тканях органа. (То что указано X, не надо определять)



- CO₂ _____
- Вода _____
- Карбоминогемоглобин _____
- H₂CO₃ _____
- Протон _____
- Бикарбонат _____
- Ион хлорида _____
- Карбоангидраза _____

14. Сопротивление флоэмы к току органических веществ различается по длине ствола дерева. На нижеприведенном графике показана сопротивляемость на различной высоте дерева.



а) Сопротивление находится по формуле:

$$R_{\text{lumen}} = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$$

где R - сопротивление;

η - коэффициент динамической вязкости жидкости, в данном случае равна 1.7МПа;

l - длина трубки;

r - радиус трубки;

π - число Пи, в данном случае 3.14.

Определите, как изменяется радиус и длина ситовидных трубок с вершины дерева вниз? Покажите свое решение и объясните свой ответ.

Изменение радиуса и длины ситовидных трубок:

б) Как изменяется давление флоэмного сока на стенки ситовидных трубок с вершины дерева вниз?

Ответ объясните.

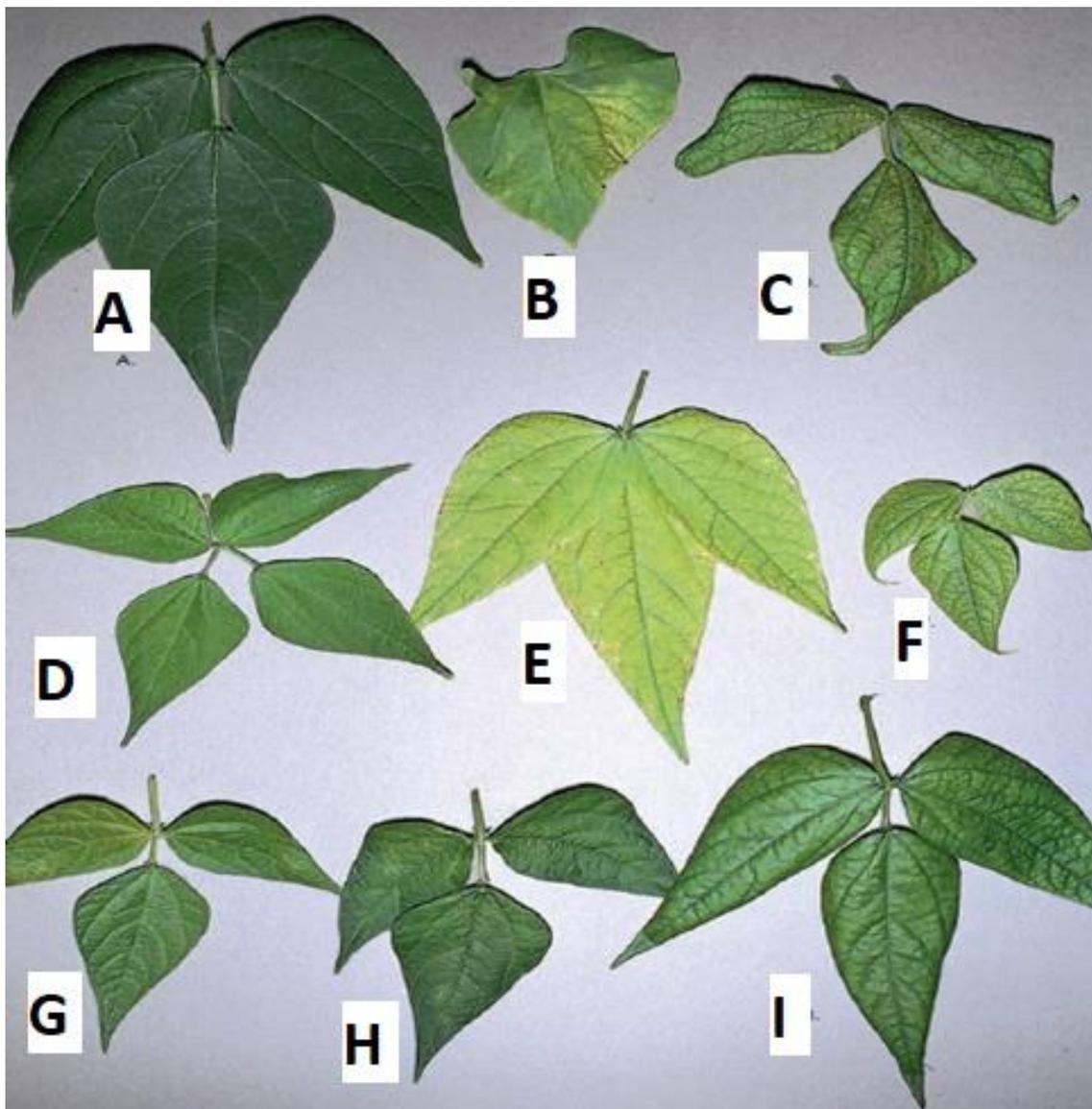
15. Элементы растений.

а) Сопоставьте элементы с их функциями у растений.

Элемент	Функция
1. Азот	___ Часть некоторых аминокислот
2. Калий	___ Существенная часть средней ламеллы; участвует в
3. Кальций	двигении веществ через клеточные мембраны
4. Фосфор	___ Активирует ферменты; концентрируется в меристемах
5. Магний	___ Часть белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла
6. Сера	___ Часть молекулы хлорофилла; активирует ферменты
7. Железо	___ Необходим для синтеза хлорофилла и клеточного дыхания
8. Марганец	___ Влияет на использование ионов кальция, но в основном
9. Бор	функции неизвестны
	___ Активирует некоторые ферменты
	___ Необходим для клеточного дыхания и деления клеток;

б) Сопоставьте листья бобовых растений, выращенных в средах, с дефицитными элементами.

1. Нормальный лист А
2. Азот _____
3. Калий _____
4. Кальций _____
5. Фосфор _____
6. Магний _____
7. Сера _____
8. Железо _____

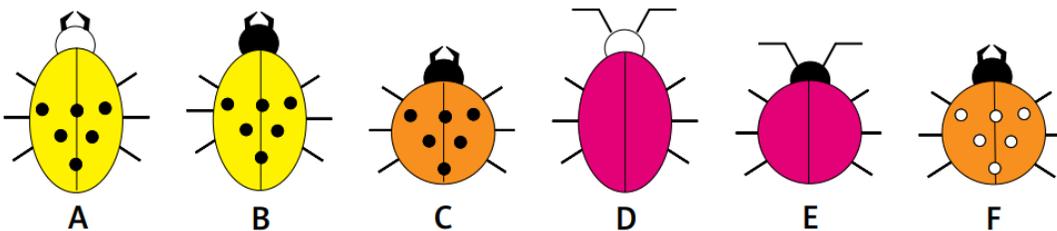


16. Определите скорость транспирации в данных условиях: высокая (А), низкая (В) или условие не влияет на скорость транспирации (С).

Условие	Скорость транспирации	Объяснение
1. Интенсивный свет	_____	1. _____ _____
2. Повышенная влажность	_____	2. _____ _____
3. Сильный ветер	_____	3. _____ _____
4. Высокая температура	_____	4. _____ _____

18. Перед вами 6 видов жукообразных организмов и их характеристики. Используя эти данные, заполните матрицу признаков и нарисуйте филогенетическое дерево.

Подсказка: данные матрицы признаков определяются на основании количества различий между организмами, деленное на количество анализируемых позиций. Для примера, одна ячейка была заполнена. Для облегчения калькуляций, количество анализируемых позиций равно 10, а не 7.



	Форма тела	Цвет тела	Цвет головы	Наличие антен	Видны ли челюсти?	Пятна на спине	Цвет пятен
A	овальное	желтый	белый	нет	Да	Да	черный
B	овальное	желтый	черный	нет	Да	Да	черный
C	круглое	оранжевый	черный	нет	Да	Да	черный
D	овальное	розовый	белый	да	Нет	Нет	отсутствует
E	круглое	розовый	черный	да	Нет	Нет	отсутствует
F	круглое	оранжевый	черный	нет	да	да	белые

А. Заполните матрицу признаков, основываясь на данных в таблице

	B	C	D	E	F
A	0.1				
B					
C					
D					
E					

В. Нарисуйте филогенетическое дерево, основываясь на матрице признаков. Где возможно, обозначьте расстояния между видами.

С. Для более точного определения родства между жуками, небольшая последовательность ДНК пяти видов была просеквенирована. Заполните матрицу признаков и постройте новое филогенетическое дерево (с расстояниями), основываясь на новых данных.

A **A**TGGCTATTCTTATAGTACG
B **A**TCGCTAGTCTTATATTACA
C **T**TCACTAGACCCTGTGGTCCA
D **T**TGACCAGACCCTGTGGTCCG
E **T**TGACCAGTTCCTCTAGTTCG

	B	C	D	E
A				
B				
C				
D				

20. Дрозофила с генотипом $AaBbCc$ производит 8 видов гамет со следующими частотами:

Abc : 21% aBc : 4% ABc : 21% AbC : 4% aBC : 21% ABC : 4%
 abC : 21% abc : 4%

Определите расположение генов:

21. Карликовый люпин (*Lupinus nanus*) обычно несет синие цветы. Иногда в диких популяциях наблюдаются растения с розовыми цветами. Цвет контролируется одним локусом, причем розовый цвет полностью рецессивен по отношению к синему. Хардинг (Harding, 1970) перечислил несколько популяций люпина на Калифорнийском побережье. В одной популяции люпинов он обнаружил 25 растений с розовыми цветами и 3291 с голубыми, в общей сложности 3316 растений.

а) Рассчитайте ожидаемые частоты аллелей и частоты генотипов, если популяция находилась в равновесии Харди-Вайнберга.

б) Хардинг изучил фертильность люпинов, подсчитав количество семенных стручков отдельных растений в данной популяции. Он нашел следующее:

	Среднее число стручков	Количество растений
С синими цветами	19.33	39
С розовыми цветами	13.08	24

Предположим, что гетерозиготы не отличаются от гомозиготных люпинов с синими цветами и что семена как розовых, так и синих люпинов имеют примерно одинаковую выживаемость после прорастания. Вычислите относительную приспособленность каждого генотипа.

с) Определите количественное влияние естественного отбора на частоты фенотипов в следующем поколении люпинов данной популяции.

Новые значения частот генотипов:

22-23. Из научной публикации Т. Лайта, «ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЗАХВАТЧИКОВ: ИНВАЗИВНЫЕ РАКИ И НАТИВНЫЙ СКОРПЕН В ОДНОЙ ИЗ РЕК КАЛИФОРНИИ», опубликованной в 2005 году в журнале *Biological Invasions*.

... Раки являются одними из наиболее распространенных пресноводных беспозвоночных, занимающих новые ниши, и могут оказывать глубокое воздействие на природную биоту и экосистему. Река Саген содержит девять видов рыб: скорпен (из класса лучеперых рыб), 3 вида форели, 4 вида семейства карповых и 1 вид из семейства лососёвых.

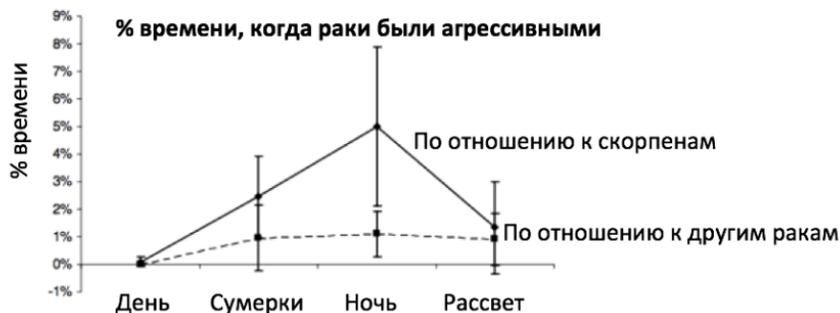
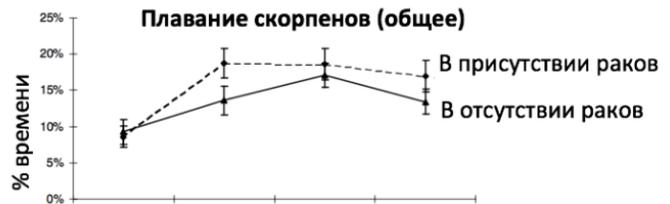
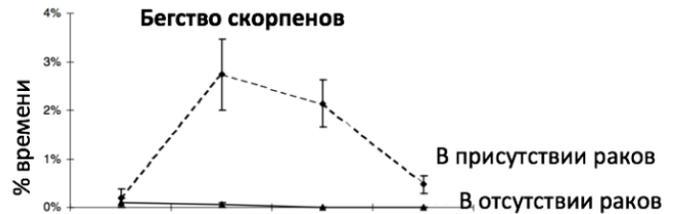
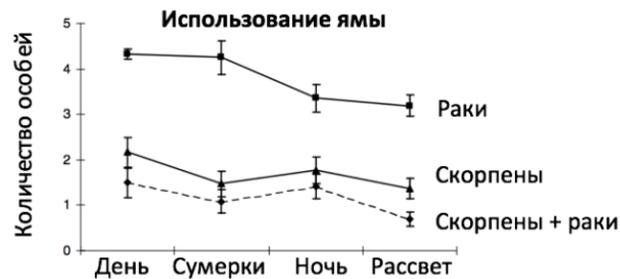
Исследования рыб реки Саген на протяжении многих лет показали, что поток реки можно разделить на три уровня, основываясь на его рыбной фауне: верхний уровень, в котором преобладает ручейковая форель; средний уровень со всеми тремя видами форелей, но где преобладает скорпен (как по количеству, так и по биомассе); нижний уровень со всеми девятью видами, где также преобладает скорпен.

Скорпены – небольшие (длиной до 11 см) бентосные рыбы, которые распространены в ручьях и озерах Великого бассейна. Они питаются донными беспозвоночными, часто охотясь из засады на движущуюся добычу.

Длина тела Американского сигнального рака, завезенного в реку Саген, достигает 9 см (в редких случаях еще крупнее). Сигнальные раки являются всеядными, 10-65% рациона составляют донные беспозвоночные, а также они питаются, детритом, водорослями, макрофитами, другими раками, а иногда и рыбой.

Скорпены и раки являются добычей для всех трех видов форели в реке, а также для наземных и воздушных хищников.

Ниже приведены некоторые наблюдения ученого, касательно поведения скорпенов и сигнальных раков на тестовом участке реки Саген, которое содержит заранее установленные укрытия (кувшины на дне реки, с внутренним диаметром 10 см), а также небольшую яму размером 50 на 115 см (ниже дна реки на 25 см). Для каждого эксперимента, исследователь брал 8 раков и 16 скорпенов.



Основываясь на данной информации, ответьте на следующие вопросы.

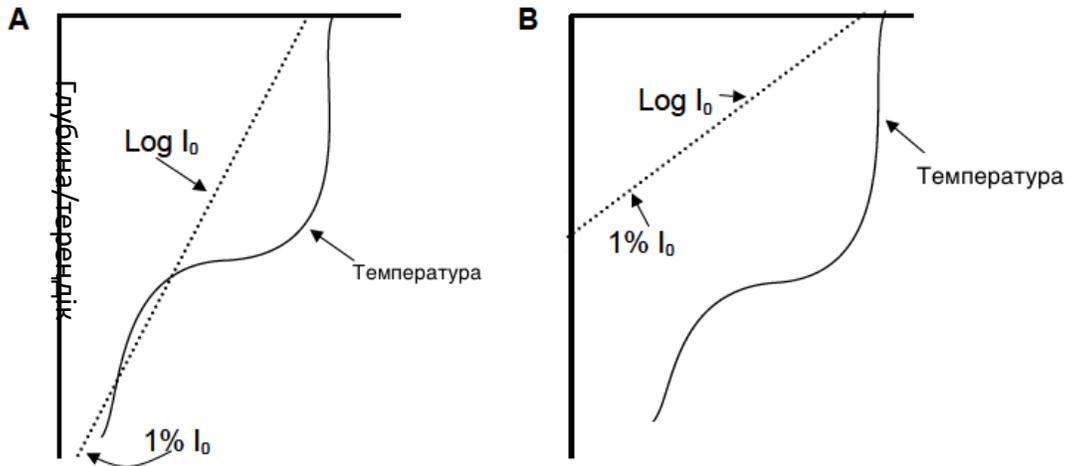
22. Каков вид взаимодействия между сигнальными раками и скорпенами?

- Хищничество
- Комменсализм
- Ингибирование
- Конкуренция
- Сожительство

23. Отметьте следующие утверждения как верные (В) или неверные (НВ)

- Раки и скорпены охотятся преимущественно ночью
- Раки больше нуждаются в укрытии чем скорпены
- В присутствии раков, скорпены будут терять вес
- Появление раков в реке Саген негативно влияет на количество форели
- В отсутствии раков, скорпены более активны и используют укрытия для охоты
- Раки проводят большее количество своего активного времени в поисках еды

24. На приведенных ниже графиках описывается физическая структура экосистем двух умеренных озер. I_0 = интенсивность падающего света на поверхность воды.



А) Основываясь на этой информации, на каком озере вы ожидаете получить больше фитопланктона и почему?

Б) Были ли эти профили измерены летом или зимой? Почему? Как они будут отличаться, если бы они были измерены шесть месяцев назад?

25. Вы решили на пару дней вырваться из города в лес чтобы отдохнуть от городской суеты. Вы проводите некоторое время блуждая по лесу, наблюдая, как четыре вида организмов проводят свой день (% времени, проведенного на следующие виды деятельности).

	Отдых	Конкуренция	Питание
Крыса	30%	15% преследование мышей	55% питание семенами
Мышь	30%	25% преследование мышей крыс	45% питание семенами
Енот	85%	-----	15% питание крысами
Волк	80%	-----	20% питание енотами

А) Исходя из данных в таблице, нарисуйте пищевую цепочку включая в нее семена.

Б) Распределите все 4 вида по трофическим уровням.