

Олимпиада по биологии сообщества Biophage

10-12 классы

100 минут. 100 баллов.

Анатомия и физиология животных

Задание 1 (баллов)

Собака была анестезирована, но имеет автономные рефлексy. Ей установили датчики для записи кровотока в аорте, артериального давления в аорте и ЭКГ.

Баллонный катетер пронизывает нижнюю полую вену (IVC), чтобы обеспечить кратковременное снижение венозного возврата при надувании баллона. Шею рассекают, чтобы обнажить сонные артерии, блуждающие нервы и шейный отдел симпатической нервной системы. Аортальные нервы выявляются и перерезаются между швами.

Был выполнен ряд экспериментальных процедур, указанных в таблице ниже.

Для каждой экспериментальной процедуры предскажите ожидаемые ответы в изменениях Частоты Сердечных Сокращений, Артериального Давления и Сопротивления.

Используйте обозначение

+ для повышения;

- для понижения;

= без изменений.

Вмешательство	ЧСС	АД	С
1. Введение Норэпинефрина			
2. Введение Изопроterenола			
3. Введение ацетилхолина			
4. Введение эпинефрина после бета-блокатора			
5. Электрическая стимуляция блуждающего нерва			
6. Массаж сонной артерии.			
7. Зажатие обеих сонных артерий			
8. Электрическая стимуляция дистальный аортальный нерв			

(сердечный конец)			
9.Надутие баллонного катетера для уменьшения венозного возврата			
10.Электрическая стимуляция шейного симпатического нерва			

Задание 2(баллов)

Лаборант Даяна проводила в эксперимент, предназначенный для определения скорости почечной экскреции витамина С. Анализ плазмы человека после больших доз витамина С показал плазменную концентрацию витамина 40 мг / л.

Справка: **Клиренс** (англ. clearance — очищение) или коэффициент очищения — показатель скорости очищения биологических жидкостей или тканей организма от вещества в процессе его биотрансформации, перераспределения в организме, а также выведения из организма.

Клиренс витамина С был определен как 60 мл / мин. Клиренс инулина, который был измерен одновременно, равен 130 мл / мин.

А. Рассчитайте скорость выведения витамина.

Б. Рассчитайте скорость реабсорбции витамина в почечных канальцах.

Задание 3(баллов)

а) Обозначьте следующий график ЭКГ, используя следующие термины:

Систола желудочков

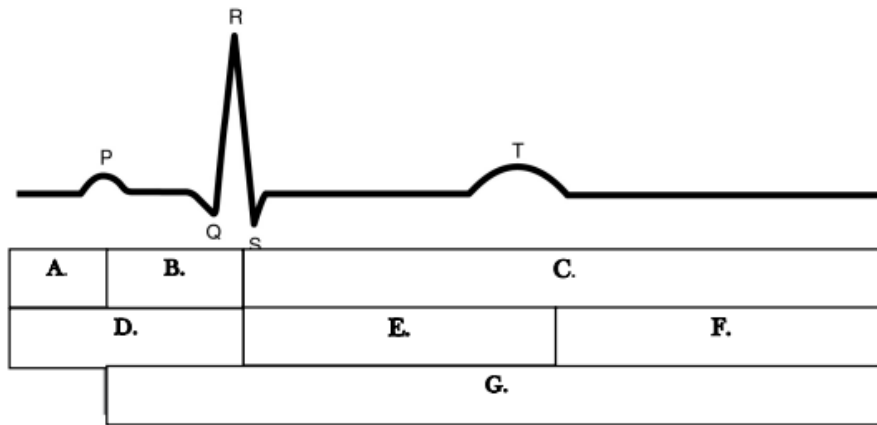
Диастола желудочков

Систола предсердий

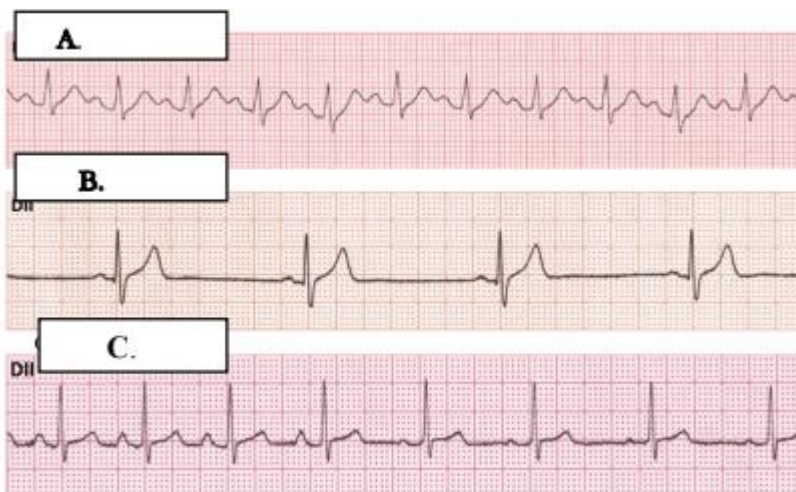
Диастола предсердий

Сердечный цикл

Некоторые термины будут использоваться более одного раза.



b) Сопоставьте следующие синусовой тахикардией, синусовой брадикардией или синусовой аритмией



A-

B-

C-

c) Классифицируйте следующие типы тахикардии как имеющие узкий или широкий комплекс QRS.

Синусовая тахикардия:

Желудочковая тахикардия:

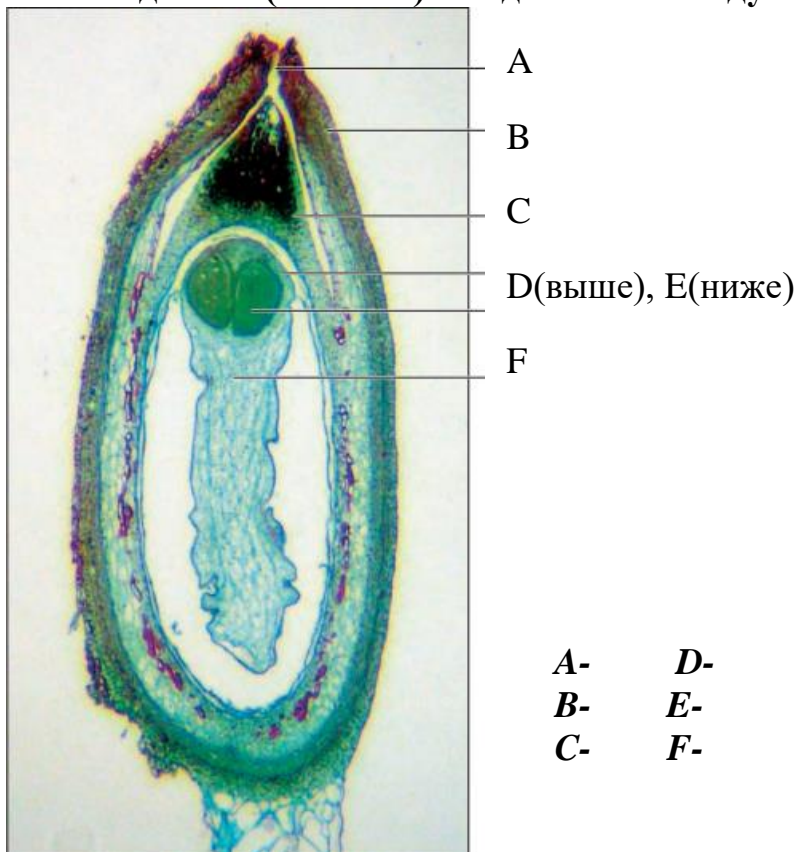
Предсердная тахикардия:

Пэйсмэйкер-опосредованная тахикардия:

Вы решили измерить эффективность фотосинтеза с помощью вашего надежного фотоэлектрического экспонометра и вашим удобным газовый расходомером. Используя эти инструменты, вы определяете, что в течение 4 часов, растение с общей площадью поверхности в 2 квадратных метра была подвержена средней интенсивности света 1 киловатт на квадратный метр. За это время потребляется 26,50 граммов CO₂.

- а) Предположим, что весь CO₂, потребляемый растением, был зафиксирован в глюкозу. Какая общая масса глюкозы была произведена за эти четыре часа? Возьмем мезолярные массы С 12 г / моль, Н 1 г / моль и О 16 г / моль.
- б) Преобразование одного грамма CO₂ в глюкозу занимает 10,800 джоулей энергии. Какова была эффективность преобразования энергии света в глюкозу для этого растения?

Задание 5(баллов) Подпишите каждую структуру изображения



Задание 6(баллов)

Поставьте знак X в таблице отметив основной модифицированный признак

Вид/Признак	Кольраби	Кале	Броccoli	Брюссельская капуста	Капуста огородная	Цветная капуста

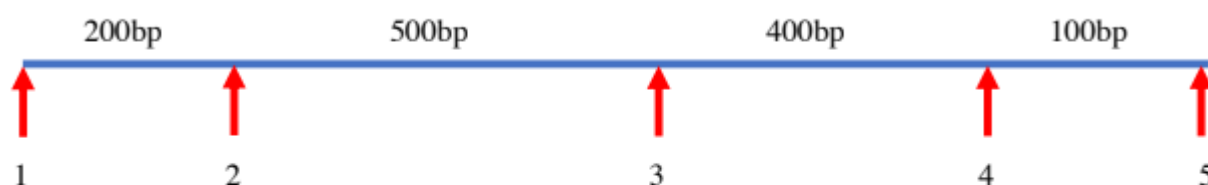
Верхушечные почки						
Латеральные почки						
Генеративные почки						
Листья						
Стебель						

Молекулярная и клеточная биология

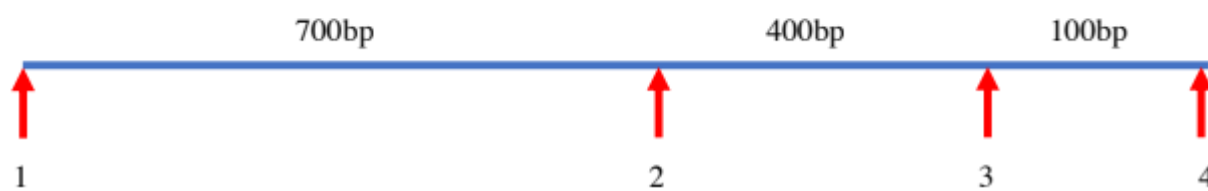
Задание 7(баллов)

На диаграмме ниже показаны сайты вырезки EcoRI в одной и той же области геномов двухподозреваемых. Числа представляют длину ДНК между сайтами разреза.

Suspect 1:



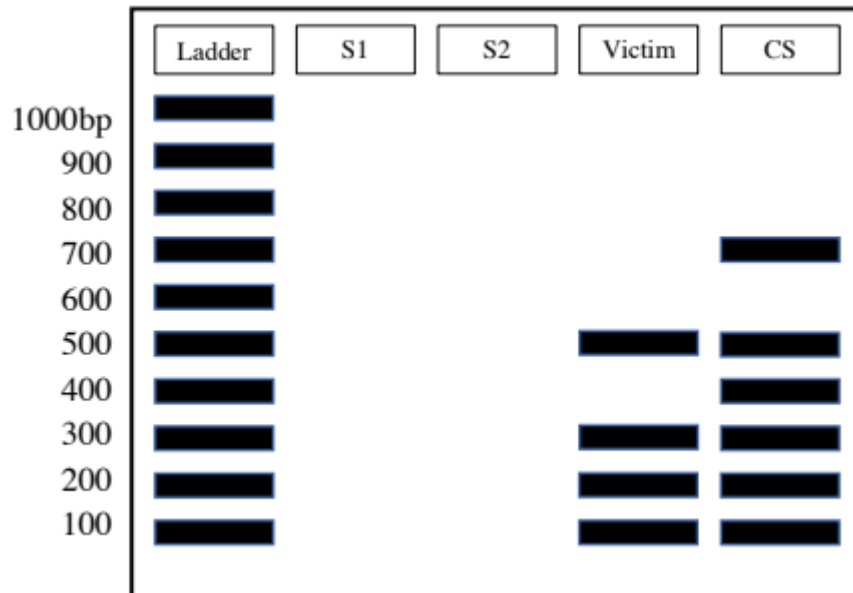
Suspect 2:



а) Вы

проводите анализ полиморфизма длины рестриционных фрагментов, чтобы определить происхождение образца крови с места преступления. В дополнение к двум подозреваемым, указанным выше, вы проанализировали ДНК жертвы и ДНК, извлеченную из крови, найденной на месте преступления (CS).

Добавьте фрагменты, которые будут получены в результате рестриционного дайджеста ДНК Подозреваемого 1 (S1) и Подозреваемого 2 (S2), используя EcoRI. (Можете написать, а не рисовать)



б) Основываясь на предыдущем ответе, скажите кровь какого подозреваемого была найдена на месте преступления?

с) В этом примере рестрикционные фрагменты различаются по размеру из-за потери рестрикционных сайтов. Что еще может привести к изменению размера фрагмента рестрикции?

Задание 8(баллов)

Средняя молекулярная масса белков, закодированных в геноме человека около 50000. Несколько белков намного больше среднего. Например, белок под названием титин, который производится мышечными клетками, имеет молекулярный вес 3 000 000.

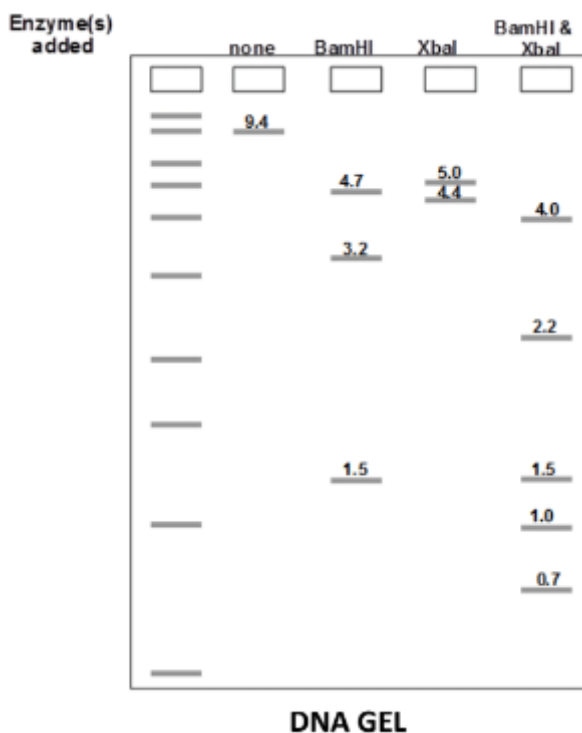
- Оцените, сколько времени потребуется мышечной клетке для перевода мРНК, кодирующей средний белок, и одной кодирующей титин. Средняя молекулярная масса аминокислот составляет около 110 дальтон. Предположим, что скорость перевода составляет две аминокислоты в секунду.
- Если нуклеотиды в кодирующей части мРНК составляют 5% от общего количества транскрибируемых, сколько времени потребуется мышечной клетке для транскрибирования гена для среднего белка по сравнению с геном титина. Предположим, что скорость транскрипции составляет 20 нуклеотидов в секунду.

Задание 9(баллов)

Вы успешно выделили плазмиду из бактерии *BiophagusOlimpicus*. Вы хотите охарактеризовать распределение сайта рестрикции этой плазмиды, поэтому вы выполняете эндонуклеазную рестрикцию с помощью ферментов *Bam*HI и *Xba*I. Эти две эндонуклеазы специфически расщепляют ДНК в разных местах.

Вы обрабатываете плазмиду со следующими условиями: отсутствие фермента рестрикции, резка с помощью только *Bam*HI, рестрикция только с *Xba*I, и рестрикция с использованием *Bam*HI и *Xba*I. После запуска полученной ДНК на гель и

окрашивания бромистого этидия, вы видите полосы ниже. Каждый фрагмент помечен своей длиной в килобазах. Используя эту информацию, ответьте на следующие вопросы о вашей плазмиде.



- Определите размер плазмиды
- Нарисуйте рестрикционную карту плазмиды с сайтами только BamHI.
- Нарисуйте полную рестрикционную карту этой плазмиды

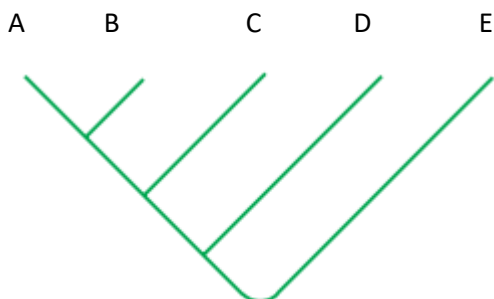
Кладистика и филогенетика

Задание 10(баллов)

В общем подходе, известном как метод матрицы расстояний. Первым шагом является построение таблицы всех парных различий между последовательностями. Частично заполненный пример показан в таблице.

- Дополните таблицу, заполнив пробелы, обозначенные вопросительными знаками.

	Человек	Лягушка	Курица	Кит	Рыба
Человек	0	?	11	8	17
Лягушка		0	?	17	20
Курица			0	?	20
Кит				0	?
Рыба					0



- с) Используя кладограмму выше, сопоставьте каждую букву с организмом из таблицы.

Генетика

Задание 11(баллов)

На планете «Справедливость» в популяции честных пришельцев выявлены связанные с полом ген клептомании – «VOR» и ген вранья – «PZDESH». Рецессивные аллели этих генов приводят к соответствующим поведенческим проявлениям. Также известно, что сочетание двух доминантных аллелей дают фенотип «Прилежный», а рецессивных фенотип «ВГУЛАГ». После определенного процесса между гомозиготным прилежным жен. пола и ВГУЛАГом муж. пола, потомство F₁ скрещено и получено F₂. Из 200 особей F₂ 147 ждет успешное будущее, 47 вскоре окажутся в тюрьме, 7 будут слегка подворовывать, 5 станут хроническими обманщиками.

- Рассчитайте процент рекомбинации между генами VOR и PZDESH, предполагая, что соотношение полов 1:1
- Рассчитайте процент рекомбинации между генами VOR и PZDESH, если соотношение полов неизвестно

Задание 11(баллов)

Ниже вам представлены описания и названия основных примеров генетических нарушений, встречаемых в ходе олимпиадной подготовки и школьной программы. Заполните пропуски.

Тип мутации	Локализация	Фенотипическое изменение	Симптомы	Название
		Ограниченная экспрессия генов X-хромосомы.	Аномальное развитие гонад. Ограничение высших нервных функций. Кожные складки на шее.	
		Что становится с белком?		Синдром Дауна
Делеция кодона или нескольких	Ген какого белка?	Что становится с белком?	некроз мышечных волокон, прогрессирующая	

нуклеотидов			мышечная слабость, утомляемость,	
	5 хромосома		характерный плач ребёнка, лунообразное лицо, общее отставание в развитии	
Точечная мутация	Ген какого белка?	В молекуле шестая аминокислота заменяется на валин. Новый белок полимеризуется и образует длинные тяжи		

Задание 12(баллов)

Аллель «А» отвечает за черный цвет крыльев бабочки, аллель «а» стоит за белой окраской. Первый проявляет полное фенотипическое доминирование над вторым. Изначальная популяция бабочек на лугу с белыми цветами 218 особей включала 154 белых бабочек и 64 черных, однако к периоду спаривания их стало 82 и 16 соответственно.

- Посчитайте коэффициент отбора для соответствующего фенотипа
- Найдите частоту генотипов в следующем поколении

Задание 13(баллов)

- Представьте, что экосистема состоит из продуцента, первичного консумента и редуцента. Приведены следующие термины:
 - Суммарный падающий свет
 - Свет, падающий на продуцентов
 - Отраженный свет
 - Потери продуцентов при дыхании
 - Биомасса, образованная продуцентами
 - Биомасса, съеденная травоядными
 - Опорожненная биомасса
 - Потери травоядных при дыхании
 - Биомасса консументов, доступная для следующего трофического уровня
- Напишите формулу, используя буквенные обозначения выше:

- a) Эффективность фотосинтеза (%) этой экосистемы
 - b) Эффективность потребления консументов (отношение количества биомассы одного трофического уровня и биомассы потребленной другим трофическим уровнем)
 - c) Эффективность ассимиляции (распределения) биомассы консумента (%)
 - d) Трофическая эффективность этой экосистемы (перенос биомассы между уровнями)
- 3) Отметьте правильное утверждение
- a) $H+I=F-G$
 - b) $A=B+C$
 - c) $D+E+F=\text{Gross productivity of producer}$
 - d) $E=H+I$

Задание 14(баллов)

Ниже представлена информация о передвижении муравьев-фуражиров.

Марсианских муравьев приучили бегать из гнезда к кормушке по прямому желобку длиной 10 м. Вскоре, конечности некоторых муравьев модифицировали: одним муравьям ноги уполовинили, другим удлиняли, приклеивая щетинку. В ходе эксперимента, когда путь к кормушке муравьи проделывали на нормальных ногах, а обратно бежали на измененных, ученые тщательно измеряли расстояние между той точкой, где каждый муравей был выпущен в желобок, и той, где он переключался с поведенческой программы «бегу домой» на программу «где же вход?».

Модификация	Пройденное расстояние 10 минут после модификации (м)	Пройденное расстояние 10 дней после модификации (м)	Скорость передвижения 10 дней после модификации (м/с)	Длина шага (мм)	Скорость перебирания ног
Нет	10,2	10.2	0.31	13	прежняя
Удлинение	15.3	10.7	0.29	14.8	медленнее
Укорочение	5.75	9.8	0.14	8.6	прежняя

Отметьте следующие утверждения, как верные (В) и неверные (НВ)

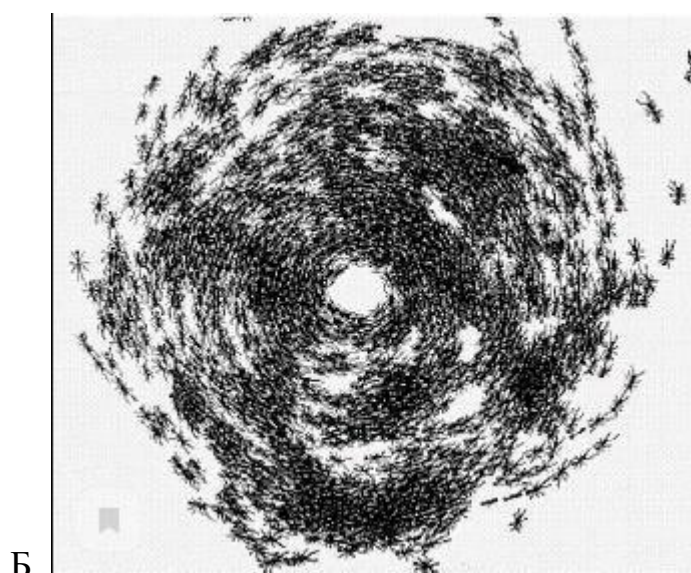
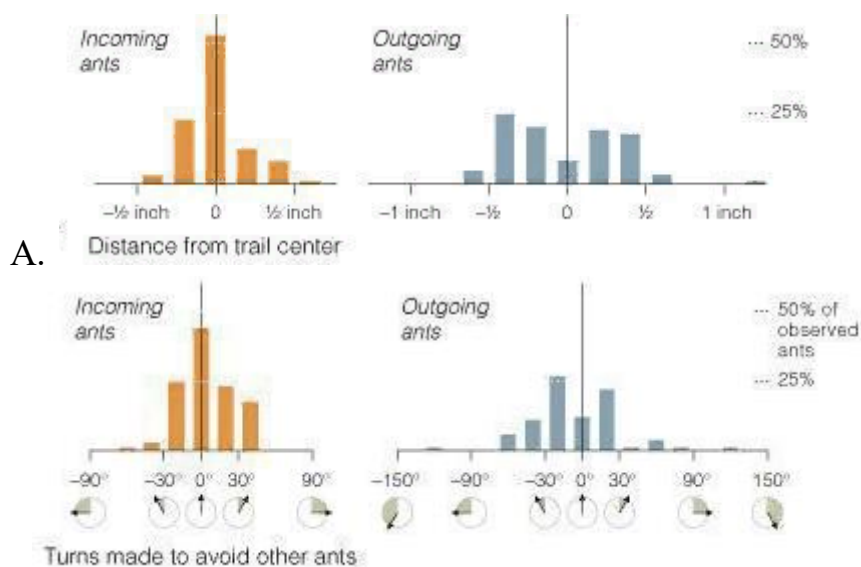
- a) Со временем, муравьи адаптируются к новому типу передвижения
- b) Муравьи, используя свои конечности, оставляют след, чтобы найти дорогу к гнезду
- c) Причины снижения скорости муравьев с обеими модификациями заключаются в изменении длины конечностей
- d) Если бы скорость перебирания ног осталась прежней, то муравьи «на ходулях» изначально прошли бы расстояние <15 м.

- е) Если бы скорость движения муравьев «на ходулях» увеличилась настолько же, насколько она уменьшилась у муравьев «на культиях», то и длина шага изменилась бы по той же схеме
- ф) Муравьи отслеживают свою скорость перемещения

Задание 15(баллов)

Ниже представлена информация о передвижении муравьев-фуражиров.

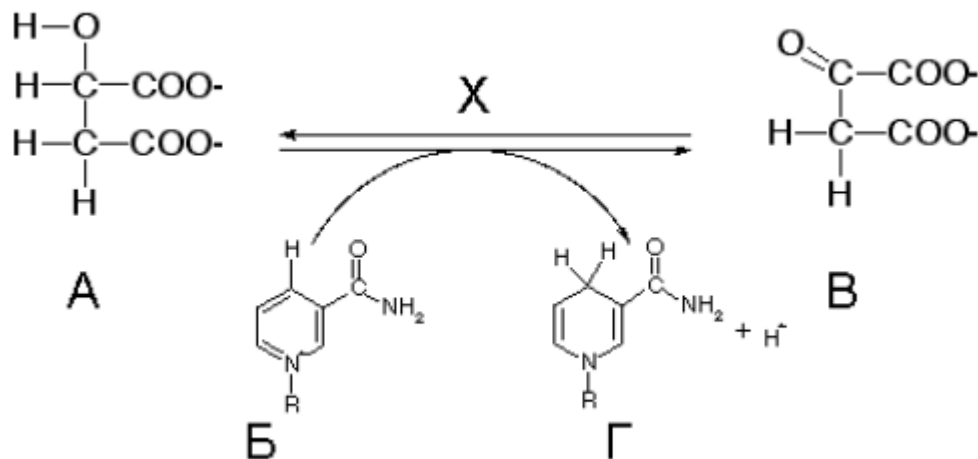
Лунных муравьев приучили бегать из гнезда к кормушке по прямому желобку длиной 10 м. Ученые наблюдали за шаблонами движения муравьев, идущих к кормушке (incoming ants) и от нее (outgoing ants), результаты на рисунке А. Исследователи выяснили, что в нормальных условиях эти насекомые не склонны менять направление своего движения до тех пор, пока не наталкиваются на препятствия или иные изменения условий окружающей среды. Известно, что муравьи общаются между собой с помощью феромонов, которые они выделяют перед собой и способны улавливать антеннами. Радиус действия феромонов около 1 дюйма. Время, за которое выветривается феромон – 20 минут. Скорость движения муравья - 5 дюймов в минуту.



- 1) Отметь следующие утверждения, как верные (В) и неверные (НВ)
 - а) Муравьи, идущие к кормушке менее склонны «уступить дорогу»
 - б) Большинство особей обеих групп муравьев следуют одному прямолинейному маршруту
 - в) У муравья, идущего от кормушки, уйдет меньше времени на преодоление того же расстояния между кормушкой и гнездом, чем у идущего к кормушке
 - г) Каким образом лунные муравьи определяют дорогу от кормушки до гнезда и обратно?
- 2) Из гнезда вышел муравей и пошел к кормушке на расстоянии 100 дюймов. Через какое время муравей вернется в гнездо?
- 3) Объясните рисунок Б

Задание 16(баллов)

Ниже приведена схема реакции, являющейся этапом одного важного биохимического пути. В ходе данной реакции вещества А и Б взаимодействуют между собой с образованием веществ В и Г. Реакция катализируется ферментом X.



Отметь следующие утверждения, как верные (В) и неверные (НВ)

- а) Фермент X относится к классу трансфераз.
- б) Использование фермента X для катализации данной реакции позволяет сместить равновесие в сторону образования вещества В.
- в) Данная реакция является одним из этапов гликолиза.
- г) В клетках человека вещество Г может быть окислено с выделением энергии, которая, в конечном счете, может использоваться для синтеза АТФ

Задание 17(баллов)

На рисунке 1 приведено укорененное филогенетическое дерево штаммов вируса Эбола, выделенных во время всех задокументированных вспышек этого заболевания в разных африканских странах. Дерево построено методом наибольшего правдоподобия на основании нуклеотидной последовательности всего генома вируса. Геном данного

вируса представлен одноцепочечной РНК длиной около 19 тыс. нуклеотидов. Средняя скорость накопления мутаций (нуклеотидных замен) в геноме вируса Эбола составляет примерно $5,5 \times 10^{-4}$ мутаций на нуклеотид в год.

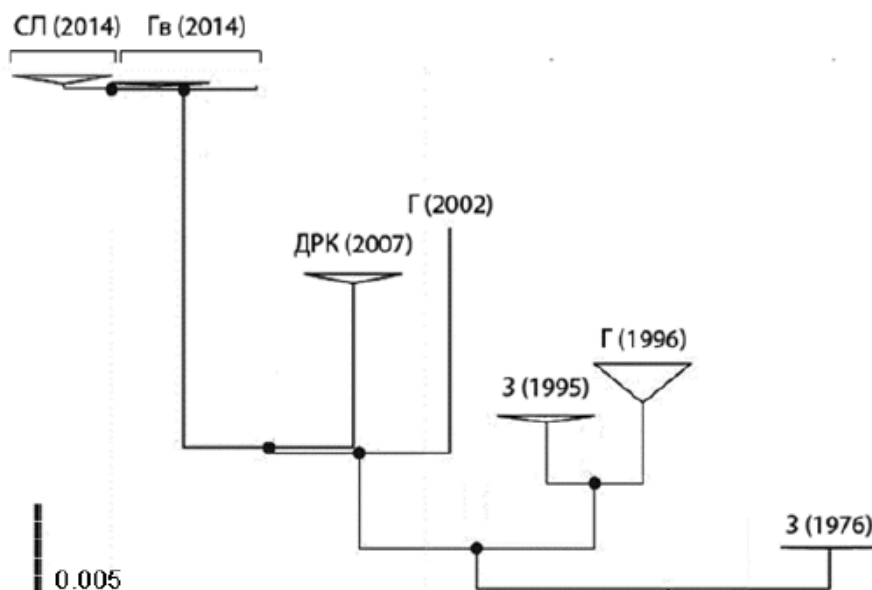


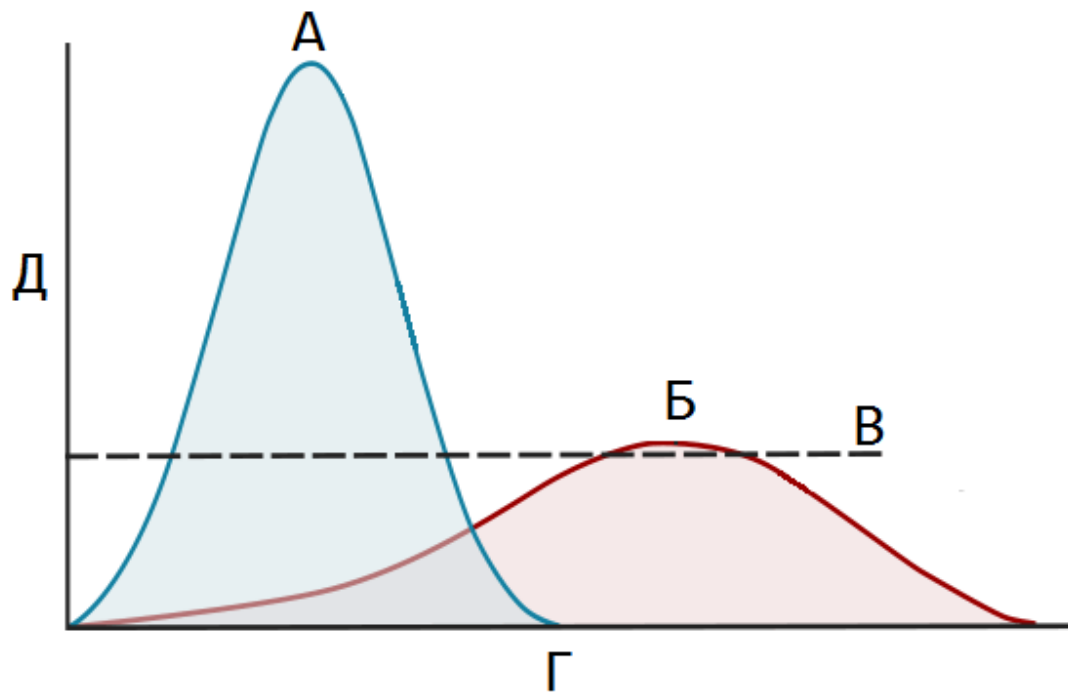
Рисунок 1. Филогенетическое дерево разных штаммов вируса Эбола, выделенных во время разных вспышек данного заболевания. СЛ – Сьерра-Леоне, Гв – Гвинея, ДРК – Демократическая республика Конго, Г – Габон, З - Заир (название Демократической республики Конго до 1997 года). В скобках указан год соответствующей вспышки заболевания. Образцы, выделенные при эпидемии в Сьерра-Леоне и в Гвинеи, для удобства различения отмечены горизонтальными квадратными скобками. Перевернутые треугольники обозначают большое число ветвей, отходящих от общего узла. Черными точками отмечены внутренние узлы дерева. Длина ветвей отражает число нуклеотидных замен. В нижнем левом углу показан отрезок, длина которого соответствует 0,005 нуклеотидной замены на одну позицию.

Отметь следующие утверждения, как верные (В) и неверные (НВ)

- Вспышка в Сьерре-Леоне, скорее всего, была вызвана переносом вируса из соседней Гвинеи, где вспышка началась несколько раньше.
- Эти данные согласуются с представлением о том, что для вируса Эбола существует природный резервуар в виде инфицированных животных. Данная реакция является одним из этапов гликолиза.
- При попарном сравнении геномов штаммов, выделенных в ДРК в 2007 в Габоне в 1996, в среднем ожидается увидеть более 400 различий.
- Штамм, вызвавший вспышку заболевания в Габоне в 2002 году, имел скорость накопления мутаций выше среднего для вируса Эбола значения

Задание 18(баллов)

Подпишите график



Источник:

В В С

А-

Б-

В-

Г-

Д-