

ENVELOPE COVER SHEET

Код студента: _____



20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

Тсукуба, ЯПОНИЯ 12 – 19 июля 2009

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕСТ: ЧАСТЬ В

Продолжительность: 150 минут

ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ

1. Откройте конверт после стартового звонка.
2. В конверте находятся вопросы и лист ответов.
3. Впишите ваш четырехзначный код студента в каждую клетку для кода.
4. Вопросы в Части В могут иметь более одного правильного ответа. Внесите все ваши ответы в **Лист Ответов** для Части В. Отметки, номера или символы для ответа на вопросы в Части В отличаются в зависимости от вопросов. Способ ответа указан в каждом вопросе.
5. Используйте карандаш и резинку. Вам разрешается использовать предоставленные линейку и калькулятор.
6. Некоторые вопросы могут нести отметку «СНЯТЫ». НЕ ОТВЕЧАЙТЕ на эти вопросы.
7. Прекратите давать ответы и отложите ваш карандаш **НЕМЕДЛЕННО** после звонка, заканчивающего тест.

Желаем удачи!!

Код студента: _____

20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

Тсукуба, ЯПОНИЯ 12 – 19 июля 2009



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕСТ: ЧАСТЬ В

Продолжительность: 150 минут

ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ

1. Впишите ваш четырехзначный код студента в каждую клетку для кода.
2. Вопросы в Части В могут иметь более одного правильного ответа. Внесите все ваши ответы в **Лист Ответов** для Части В. Отметки, номера или символы для ответа на вопросы в Части В отличаются в зависимости от вопросов. Способ ответа указан в каждом вопросе.
3. Используйте карандаш и резинку
4. Некоторые вопросы могут нести отметку «СНЯТЫ». НЕ ОТВЕЧАЙТЕ на эти вопросы.
5. Максимальное число баллов в Части В равно 108 (Число баллов указано в каждом вопросе).

Прекратите давать ответы и отложите ваш карандаш **НЕМЕДЛЕННО** после звонка, заканчивающего тест.

ЖЕЛАЕМ УДАЧИ!!

Биология клетки

B1. (3 балла) У кого значительно выше среднее соотношение между следующими элементами (в расчете на сухой вес): у травянистых сосудистых растений или у млекопитающих?

Для каждого элемента внесите значек 'X' в соответствующую клетку.

- A. Азот (нитроген)
- B. Кислород (кислород)
- C. Кальций
- D. Калий
- E. Натрий
- F. Фосфор

B2. (2,5 балла) Сопоставьте каждое из следующих свойств воды с преимуществами для организмов, внося буквы (от А до Е) в соответствующую клетку.

Свойство

I. Низкое поглощение света в видимой области спектра.

II. Высокая теплоемкость.

III. Высокая теплота плавления.

IV. Высокая теплота испарения.

V. Полярность молекул.

Преимущества для организмов

A. Биологические мембраны, состоящие из молекул липидов, являются термодинамически стабильными.

B. Наземные растения и животные могут охлаждаться с минимальной потерей содержания воды.

C. Изменения температуры у растений и животных минимизируются при изменяющихся условиях внешней среды.

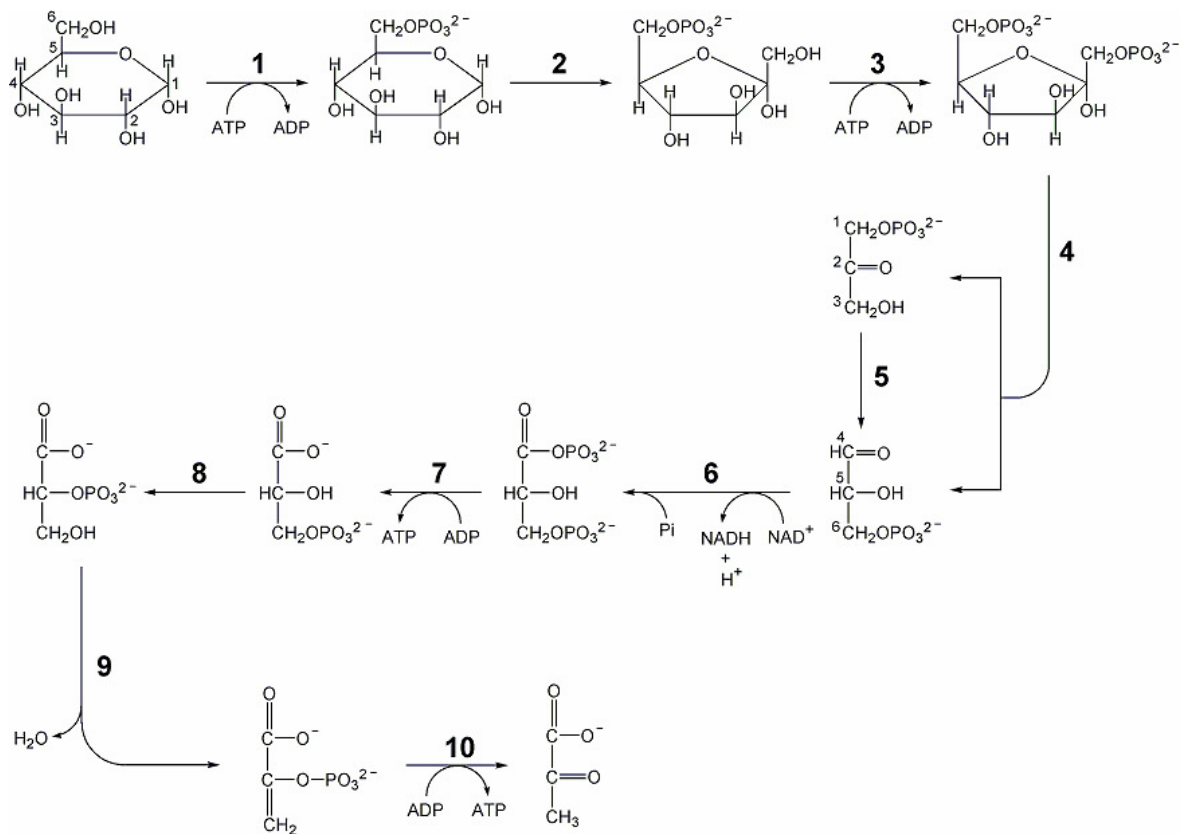
D. Растения могут эффективно использовать солнечное излучение для фотосинтеза.

E. Растения и животные защищены от замораживания при низких температурах..

В3. (3 балла) Кодирующий участок гена состоит из 735 пар оснований (без стоп кодона). Вычислите молекулярную массу кодируемого этим геном белка. Примем, что молекулярная масса свободной аминокислоты составляет 122. В белке имеется пять дисульфидных связей. Представьте Ваши расчеты.

В4. (3,5 балла) Гликолиз важен для всех организмов.

(1) На схеме внизу показаны реакции гликолиза. Номера на схеме указывают на ферменты, катализирующие эти реакции. Поместите каждый фермент в соответствующую категорию “Тип фермента” в таблице и впишите каждый номер реакции в соответствующую клетку. Примите во внимание, что некоторые типы ферментов могут отсутствовать.



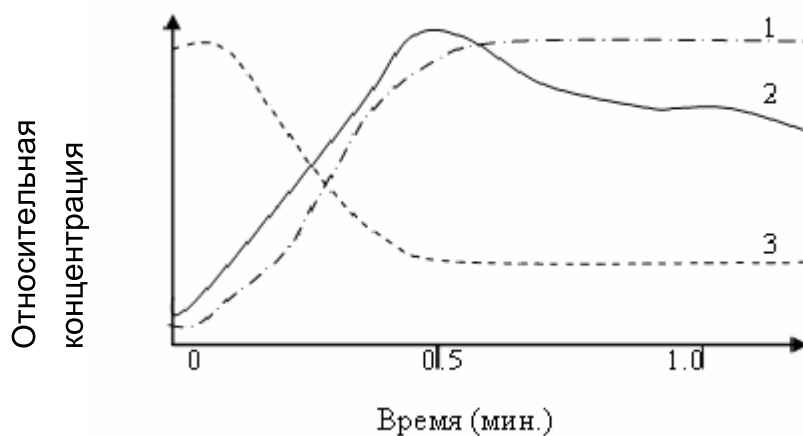
Тип фермента:

- A. Оксидоредуктаза
- B. Трансфераза
- C. Гидролаза
- D. Лиаза

Е. Изомераза

Ф. Лигаза

(2) Культуру мышечных клеток инкубировали в насыщенной кислородом среде, которую затем быстро делали бескислородной. Сразу же после удаления кислорода (время обозначено 0) было проведено измерение концентрации трех соединений, важных для метаболизма глюкозы, что показано на графике ниже:



Соотнесите каждую кривую на графике (1, 2 и 3) с метаболитом, изменение концентрации которого она отражает:

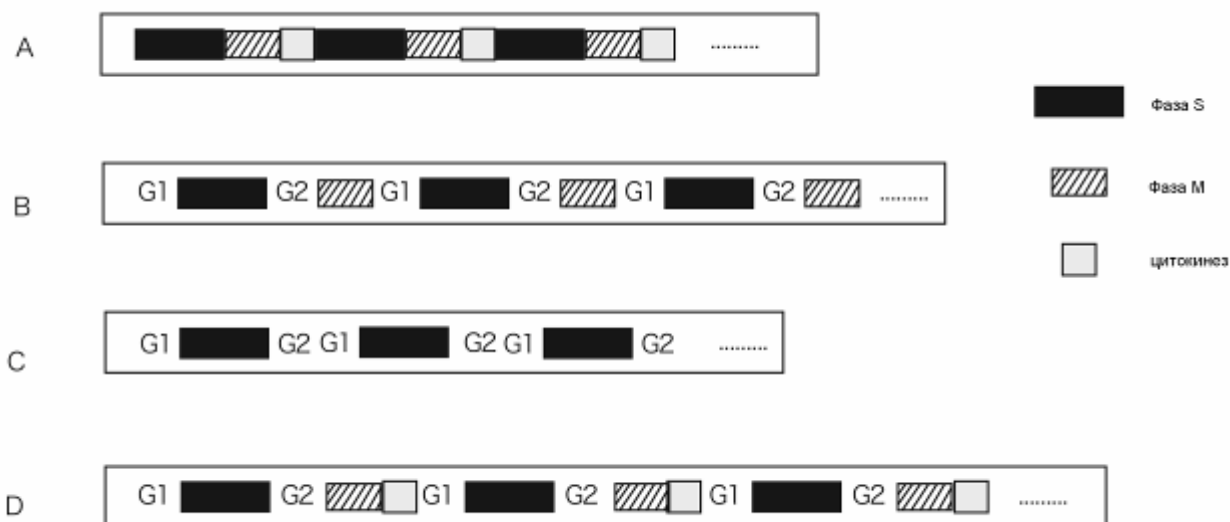
Метаболиты:

А. Глюкозо-6-фосфат

В. Лактат

С. Фруктозо-1,6-бисфосфат

B5. (2 балла) На рисунке ниже представлены различные типы клеточного цикла (от А до D). Выберите, какой из перечисленных типов клеток они представляют.



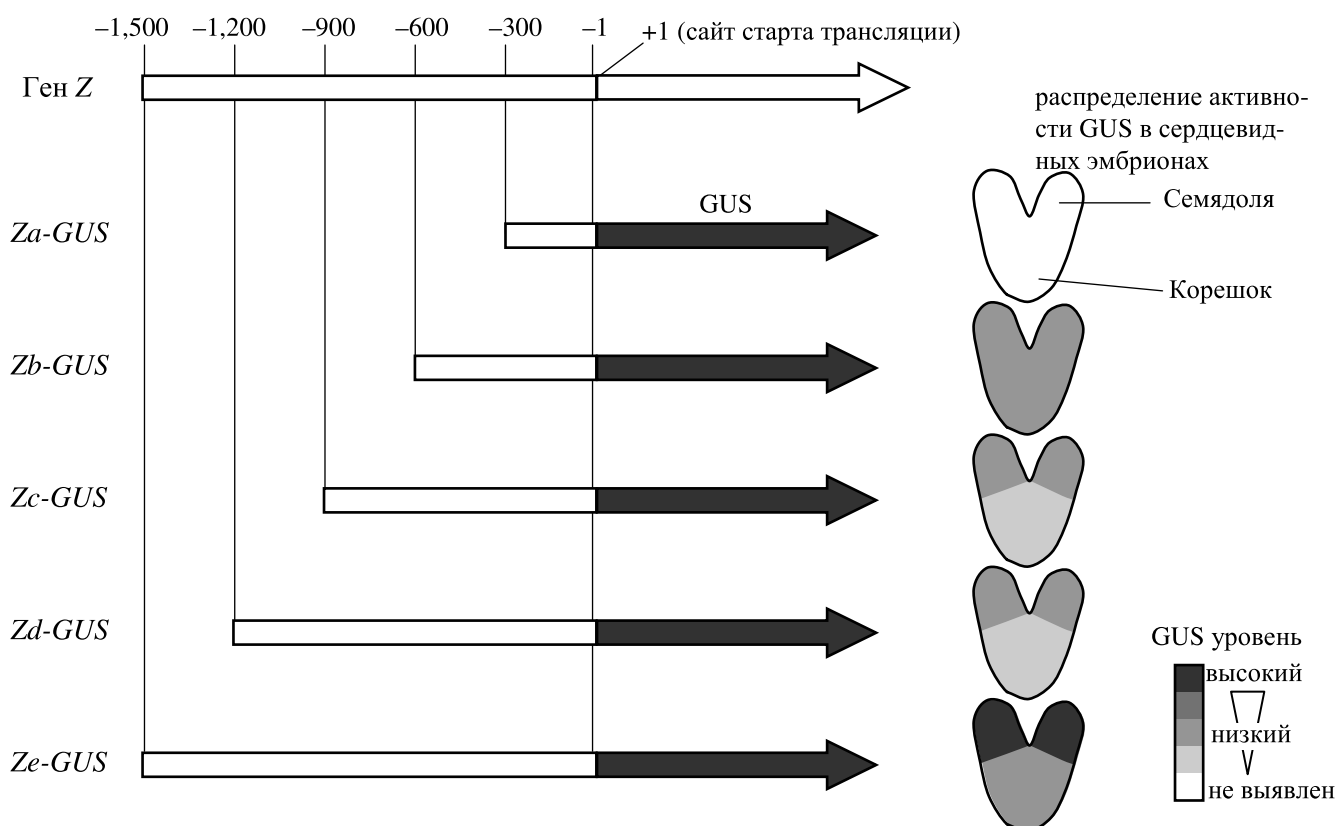
Типы клеток

- I. Эпителиальные клетки человека
- II. Эмбриональные клетки морского ежа на стадии до 128 клеток
- III. Клетки слюнной железы дрозофилы
- IV. Плазмодий миксомицетов

В6. (3 балла) Суспензия клеток микроорганизмов культивировалась на среде, содержащей [³H]-меченный уридин. Из этих клеток были изолированы клеточные компоненты и была измерена радиоактивность фракции мРНК, которая показала, что в мРНК 1×10^6 клеток включилось 2,5 пикомоля уридина. Предположив, что состав оснований мРНК случайный и что средняя длина мРНК составляет 3000 оснований, рассчитайте, сколько молекул мРНК было синтезировано в каждой отдельной клетке во время культивирования.

(Считайте, что число Авогадро: 6×10^{23})

В7. (4 балла) Из модельного растения арабидопсис были изолированы участки генома выше сайта начала трансляции гена *Z* величиной 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; и 1,5 kbp, которые были обозначены соответственно *Za*, *Zb*, *Zc*, *Zd*, и *Ze*. Эти участки были слиты со структурным геном β-глюкуронидазы (*GUS*) из *Escherichia coli*. Затем арабидопсис был трансформирован полученными химерными генами *Za-GUS*, *Zb-GUS*, *Zc-GUS*, *Zd-GUS* и *Ze-GUS* и в нем была определена активность *GUS* путем хромогенной реакции *in situ*. На следующем рисунке схематически представлена структура химерных генов и распределение активности *GUS* в имеющих форму сердца эмбрионах трансгенного растения арабидопсис, несущего эти химерные гены.



Основываясь на этих результатах, сделайте предположение о функции каждого фрагмента участка, расположенного выше сайта начала трансляции гена Z.

"Фрагмент"

- I. от -1,500 до -1,201
- II. от -1,200 до -901
- III. от -900 до -601
- IV. от -600 до -301

Функции

- A. обеспечивает экспрессию гена независимо от типа ткани
- B. обеспечивает экспрессию гена только в семядолях
- C. обеспечивает экспрессию гена в тканях, отличных от семядолей
- D угнетает экспрессию гена в семядолях
- E угнетает экспрессию гена в тканях, отличных от семядолей
- F. незначительно влияет на экспрессию гена

Анатомия и физиология растений

В8. (3 балла) Дефицит определенных минеральных элементов в почве вызывает специфический рисунок обесцвечивания у растений (хлороз), который связан с метаболической ролью и подвижностью (перемещением) минеральных веществ у растений. Ниже описаны признаки дефицита (обесцвечивание листьев), метаболическая роль и подвижность магния (Mg), железа (Fe) и азота (N).

Признаки недостаточности

- A. Недостаточность этого элемента вызывает хлороз сначала у молодых листьев.
- B. Недостаточность этого элемента вызывает хлороз сначала у старых листьев.

Подвижность элементов

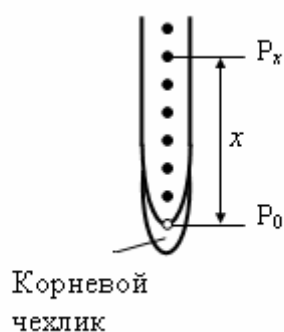
- C. Этот элемент высокоподвижный у растений.
- D. Этот элемент в большинстве случаев неподвижный у растений.

Метаболическая роль

- E. Этот элемент вовлечен в качестве компонента в систему транспорта электронов, а также необходим для синтеза некоторых хлорофилл-белковых комплексов.
- F. Этот элемент является составной частью многих компонентов растительных клеток, включая аминокислоты, нуклеиновые кислоты и хлорофилл.
- G. Этот элемент принимает участие в активации различных ферментов и является составной частью кольцевой структуры хлорофилла.

Сопоставьте каждый минеральный элемент с соответствующим описанием из трех категорий (A или B для симптомов дефицита, C или D для подвижности элементов; E, F или G для метаболической роли).

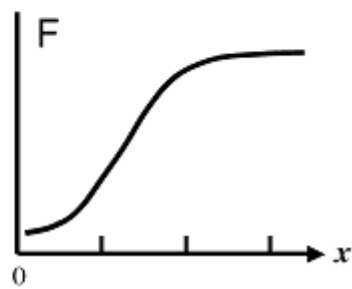
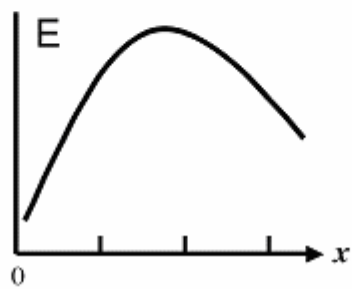
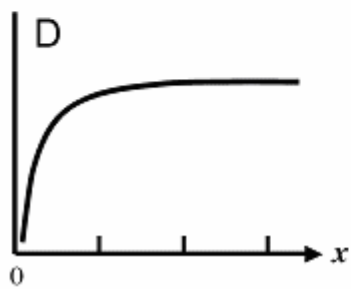
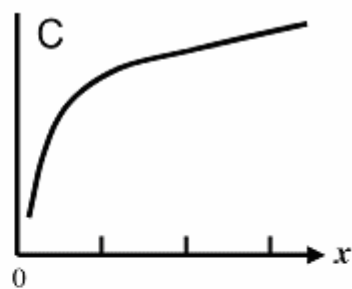
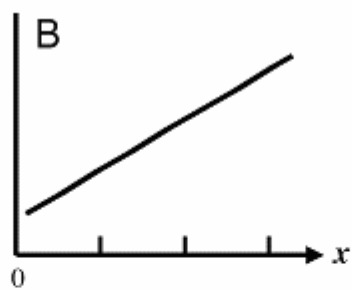
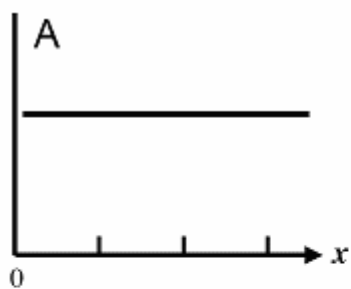
В9. (3 балла) Растущие корни растения были исследованы в отношении пространственного распределения делящихся клеток и клеток, увеличивающихся в длину. Корни были помечены частицами графита (P) в различных местах вдоль оси корня, где x обозначал расстояние метки от верхушки корня сразу же за корневым чехликом до P_x .



Для каждой точки P_x были получены следующие данные.

- I. Общее число эпидермальных клеток, находящихся между P_0 и P_x
- II. Число митотически активных эпидермальных клеток, находящихся между P_0 и P_x
- III. Скорость смещения (удаления) P_x от P_0

Если по этим данным построить графики зависимости указанных выше параметров от x , то какой вид они будут иметь? Выберите из предоставленных наиболее подходящий график для каждого набора данных.



B10. (4 балла) Белена черная (*Hyoscyamus niger*) -это лечебное растение. У двух разновидностей этого растения, одна из которых представляет собой однолетнее, а другая двулетнее растение, был исследован процесс цветения. В первом эксперименте изучалось влияние обработки холодом и влияние длины светового дня на однолетнюю и двулетнюю разновидности. С этой целью обработанные холодом растения и контрольные растения выращивались в условиях короткого или длинного светового дня. В следующей таблице указано, зацветали ли эти растения или нет.

		Цветение	
Разновидность	Обработка	Короткий день	Длинный день
Однолетнее	Холод	Нет	Да
	Контроль	Нет	Да
Двулетнее	Холод	Нет	Да
	Контроль	Нет	Нет

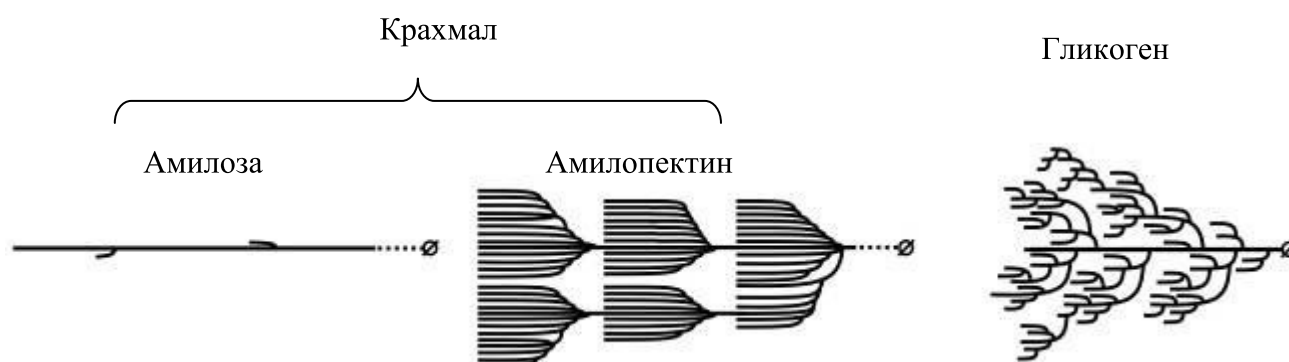
Во втором эксперименте обработанные холодом и контрольные растения однолетней и двулетней разновидностей были привиты, как показано на следующем рисунке, а затем выращены в условиях длинного светового дня. При этом регистрировалось цветение подвоя и привоя или отсутствие такового. В таблице обобщены результаты двух типов прививок (№ 1 и № 2).



		Разновидность	Обработка	Цветение
Прививка № 1	Подвой	Однолетняя	Контроль	Да
	Привой	Двулетняя	Контроль	Да
Прививка № 2	Подвой	Двулетняя	Холод	Да
	Привой	Двулетняя	Контроль	Да

Предположив участие флоригена в цветении этих разновидностей, определите на основании представленных выше результатов свойства апикальных меристем однолетних и двулетних растений. Отметьте значком "X" наличие реакции на флориген (1) и способность образовывать флориген (2).

В11. (3 балла) Растения и животные накапливают крахмал и гликоген в качестве запасных полисахаридов, соответственно. Крахмал состоит из двух видов больших водонерастворимых полимеров глюкозы, амилозы и амилопектина. Амилоза преимущественно неразветвлена и имеет линейную структуру, тогда как амилопектин сильно разветвлен, причем эти разветвления повторяются регулярно, что приводит к образованию разветвленных кластеров. Гликоген также представляет собой разветвленный полимер глюкозы, но в отличие от амилопектина, он относительно небольшой и растворим в воде. В молекуле гликогена разветвления более короткие, нерегулярные и не образуют кластеров.



(1). В биосинтезе крахмала принимают участие три класса ферментов: ферменты удлиняющие цепь, ветвящие ферменты и деветвящие ферменты. У мутанта риса *Sugary* обнаружена недостаточность именно деветвящего фермента. Эндосперм этого мутанта характеризуется тем, что в нем накапливается вместо амилопектина гликоген-подобный полисахарид. Исходя из этой информации, у риса дикого типа роль деветвящего фермента в биосинтезе крахмала состоит в:

- А. удалении из амилопектина всех ответвлений с образованием амилозы.
- В. укорачивании каждого ответвления амилопектина.

- C. регуляции характера ветвления амилопектина.
D. расщеплении α 1 \rightarrow 4 гликозидных связей амилопектина

Отметьте правильные ответы значком "X"

- (2). Семена мутанта риса *Sugary* не отличаются от семян дикого типа по размеру и внешнему виду до высыхания, происходящего при вызревании семян. Однако во время высыхания семена *Sugary* становятся морщинистыми и искривленными. Это явление предполагает, что по сравнению с семенами дикого типа, перед высыханием семена *Sugary* содержат:

	запасной полисахарид	вода
A	больше	меньше
B	больше	больше
C	меньше	больше
D	меньше	меньше

- (3). Бактерии, включая цианобактерии, накапливают гликоген-подобные полисахариды в качестве резерва глюкозы. Что из следующего может правильно объяснить эволюцию запасных полисахаридов?

Общий предшественник растений и животных способен к синтезу:

- A. и амилопектина и гликогена, но растения потеряли в процессе эволюции способность к синтезу гликогена.
B. и амилопектина и гликогена, но животные потеряли в процессе эволюции способность к синтезу амилопектина.

- C. амилопектина, но не гликогена, при этом животные приобрели в процессе эволюции свойство синтезировать гликоген.
- D. гликогена, но не амилопектина, при этом растения приобрели в процессе эволюции свойство синтезировать амилопектин.

B12. (3 балла) Корни растения сои при инфекции *Rhizobium* образуют клубеньки.

HN является рецессивным мутантом сои, что фенотипически выражается в гипернодуляции. Как показано на Рисунке 1, корни мутанта HN образуют значительно больше клубеньков, чем корни растения дикого типа (WT), в то время как побеги мутанта HN отстают в росте по сравнению с побегами дикого типа WT. Рисунок 2 схематически представляет фенотипы нодуляции, наблюдаемые в экспериментах по прививкам растений дикого типа WT и мутантов HN. В отсутствие *Rhizobium*, мутант HN ничем не отличается от дикой формы.

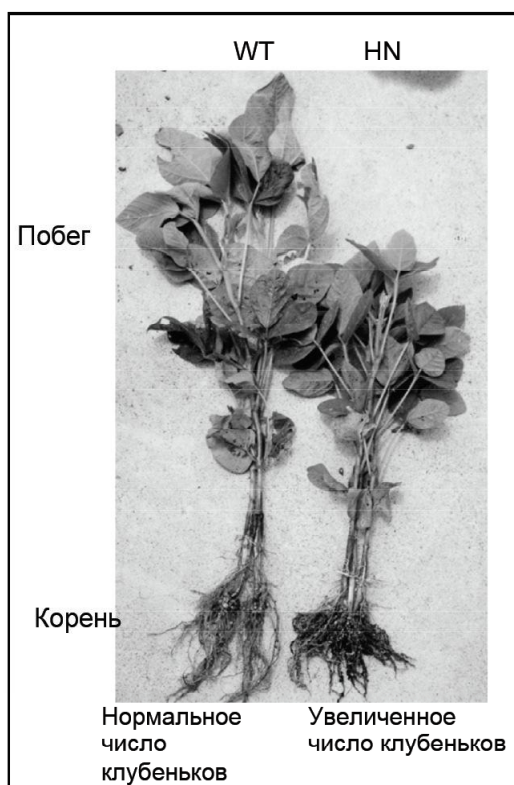


Рисунок 1

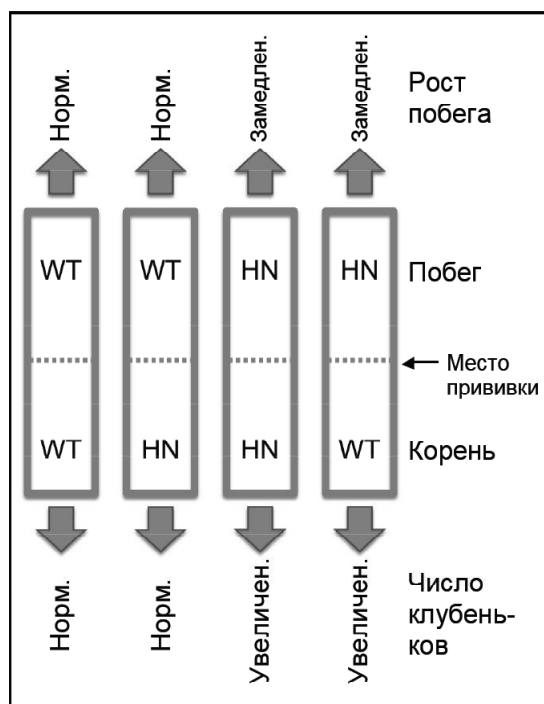


Рисунок 2

Какой вывод можно сделать из представленных выше результатов? Для каждого утверждения выберите нужный вариант из фигурных скобок и отметьте "X" в соответствующей клетке.

I. У мутанта HN $\left\{ \begin{array}{l} \text{A. побег} \\ \text{B. корень} \end{array} \right\}$ определяет фенотип гипернодуляции

II. Побег WT $\left\{ \begin{array}{l} \text{A. положительно регулирует} \\ \text{B. отрицательно регулирует} \\ \text{C. не влияет на} \end{array} \right\}$ число клубеньков.

III. У мутанта HN гипернодуляция $\left\{ \begin{array}{l} \text{A. является причиной} \\ \text{B. является результатом} \\ \text{C. происходит независимо от} \end{array} \right\}$

замедленного роста побега.

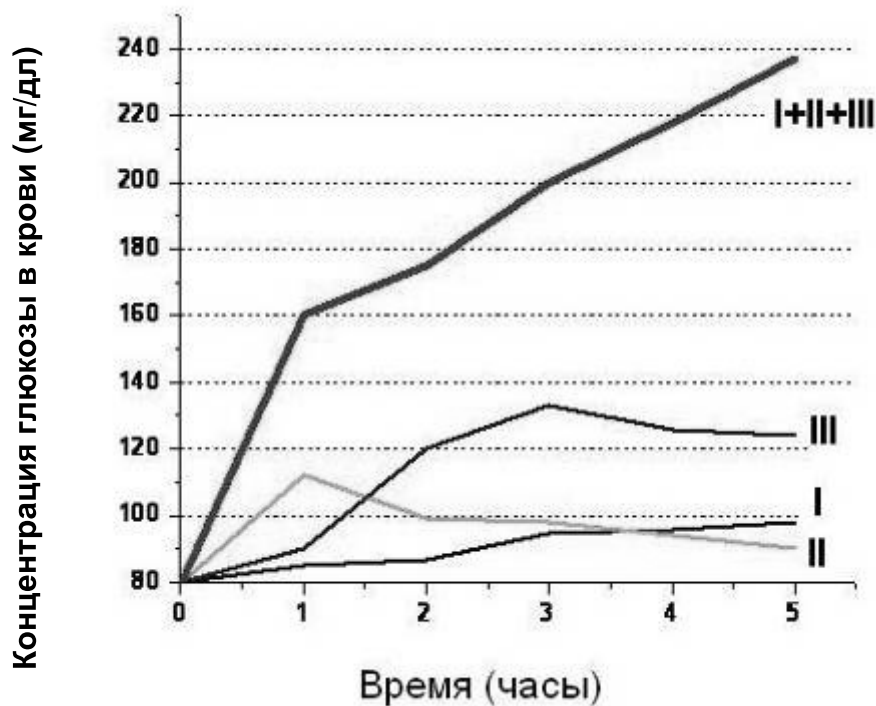
Анатомия и физиология животных

B13. (3 балла) У трех пациентов I, II и III были обнаружены признаки пониженного уровня тироксина. У пациента I было обнаружено нарушение гипоталамуса, у пациента II - функции передней доли гипофиза, у пациента III -- щитовидной железы. После того, как эти пациенты получили тиротропный-рилизинг-гормон (TRH), у каждого пациента была измерена концентрация тиротропного гормона (TSH) перед и после введения TRH (через 30 мин).

	Перед введением TRH	После введения TRH
Здоровый человек	Ниже 10	Между 10 и 40
A	Ниже 10	Между 10 и 40
B	Между 10 и 40	Выше 40
C	Ниже 10	Ниже 10

Внесите букву, соответствующую данным (A – C) для каждого пациента (I–III).

B14. (2,5 балла) График показывает уровень глюкозы в крови в зависимости от введения трех гормонов I, II и III по отдельности или вместе.



(1) Как вы классифицируете эти гормоны:

- A. Гипогликемические
- B. Гипергликемические

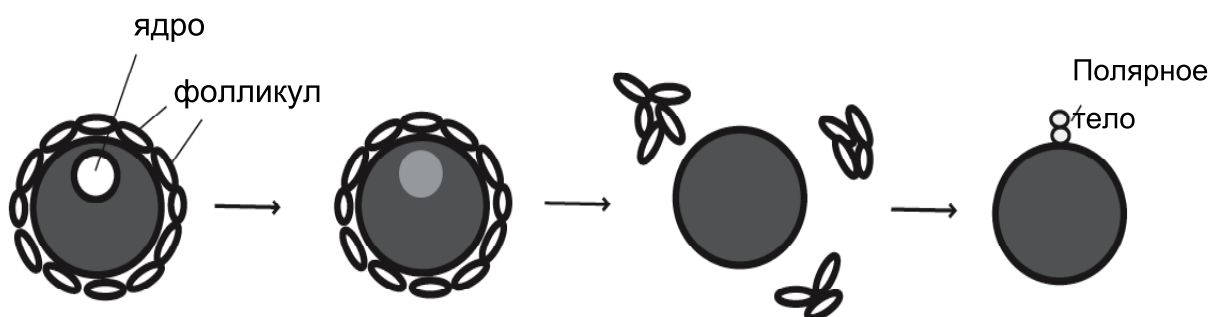
(2) Выберите вид взаимодействия между этими гормонами:

- A. Аддитивное
- B. Антагонистическое
- C. Синергическое
- D. Не взаимодействуют

(3) Выберите три возможных гормона, которые согласуются с показанными на графике результатами:

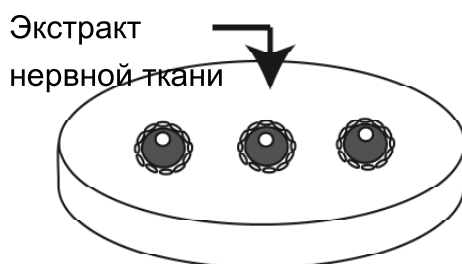
- A. Инсулин
- B. АДН (вазопрессин)
- C. Адреналин (эпинефрин)
- D. Ренин
- E. Глюкагон
- F. Ангиотензиноген
- G. Кортизол
- H. Кальцитонин
- I. Атриальный натрийуретический пептид

- B15. (4 балла) Ооциты морской звезды растут в половой железе внутри фолликулов. Со временем у них мейоз останавливается в профазе I и они остаются в виде незрелых яиц. При стимуляции у незрелых яиц продолжается прерванный мейоз и они теряют ядерную оболочку как показано ниже.

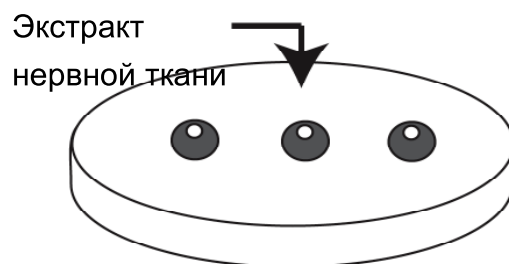


Для того, чтобы понять механизм этого возобновления мейоза, были проведены следующие эксперименты.

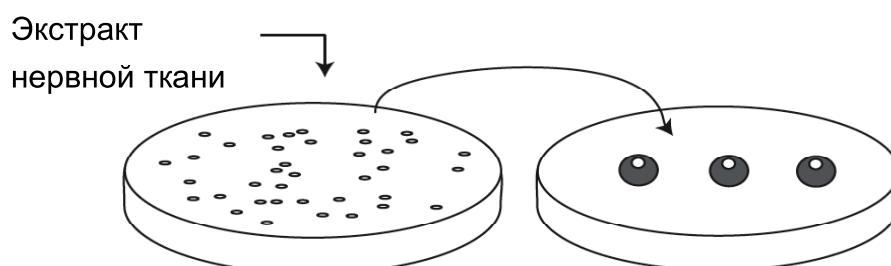
Эксперимент 1. Если к незрелым яйцам, окруженным фолликулами, был добавлен экстракт нервной ткани взрослой морской звезды, то мейоз возобновлялся.



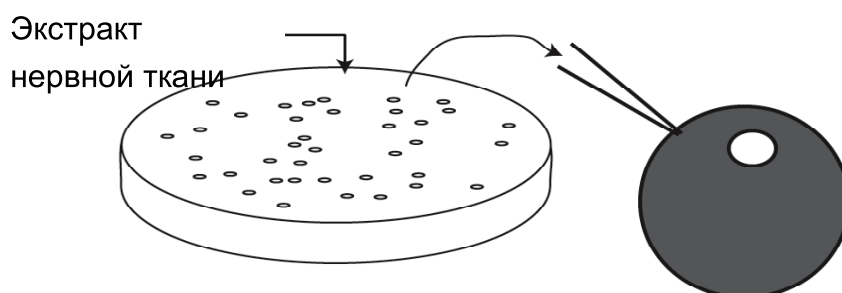
Эксперимент 2. Если к незрелым яйцам, у которых были удалены фолликулы, был добавлен экстракт нервной ткани взрослой морской звезды, то мейоз НЕ возобновлялся.



Эксперимент 3. Если экстракт нервной ткани взрослой морской звезды был добавлен к среде с находящимися в ней фолликулами после того, как они были отделены от незрелых яиц, а затем эта среда была добавлена к незрелым яйцам без фолликулов, то мейоз возобновлялся.



Эксперимент 4. Если экстракт нервной ткани взрослой морской звезды был добавлен к фолликулам после того, как они были отделены от незрелых яиц, и среда была инъецирована внутрь незрелых яиц без фолликулов, то мейоз НЕ возобновлялся.



Основываясь на этих результатах были разработаны 4 гипотезы.

Гипотеза 1 Экстракт нервной ткани содержит некоторое вещество, которое прямо воздействует на незрелые яйца, вызывая у них возобновление мейоза.

Гипотеза 2 Экстракт нервной ткани содержит вещество, которое действует на незрелые яйца с возобновлением мейоза, но фолликул препятствует доступности этого вещества к незрелым яйцам.

Гипотеза 3 Экстракт нервной ткани содержит предшественник вещества, приводящего к возобновлению мейоза, этот предшественник превращается фолликулами в активное вещество, вызывающее у незрелых яиц возобновление мейоза.

Гипотеза 4 Экстракт нервной ткани индуцирует секрецию фолликулами вещества, которое воздействует на поверхность клеток незрелых яиц, вызывая возобновление мейоза.

Укажите значком «X», принимается или отвергается каждая гипотеза.

B16. (2 балла) После того, как ядро было удалено из оплодотворенной яйцеклетки лягушки, оно опять было помещено в безъядерную яйцеклетку. В другом эксперименте ядро эпителиальной клетки из пищеварительного тракта было пересажено в безъядерную яйцеклетку. В обоих случаях яйца успешно росли и развивались нормально до стадии головастиков.

(1) Выберите из вариантов от А до Е правильное утверждение.

Во время дифференциации из оплодотворенных яиц до эпителиальных клеток пищеварительного тракта головастика:

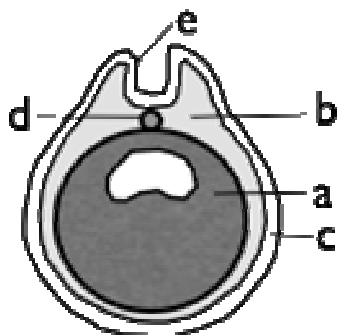
.

- A. Характер экспрессии генов не изменяется
- B. Некоторые гены не экспрессируются, но гены как таковые не теряются во время развития.
- C. Все гены экспрессируются.
- D. Количество белков не изменяется.
- E. Количество РНК не изменяется.

(2) В описанном эксперименте были использованы эпителиальные клетки пищеварительного тракта лягушки. Если бы этот эксперимент проводился на млекопитающих, то теоретически все типы клеток могли бы использоваться в качестве донора ядра, но несколько типов клеток не могли бы использоваться. Какой из следующих типов клеток НЕ подходит в качестве донора ядра?

- A. В-лимфоциты
- B. Клетки печени
- C. Клетки молочной железы
- D. ES (эмбриональные стволовые) клетки
- E. Колбочки

B17. (2 балла) На рисунке ниже показан срез эмбриона позвоночного на стадии нейрулы.



(1) Ниже следуют утверждения относительно тканей и органов, развивающихся из (a), (b), (c) и (d), как показано на рисунке. Определите, является ли каждое утверждение Правильным или НЕправильным и отметьте «X» в соответствующей клетке.

- A. Ткани, развивающиеся из (a) всегда связаны с таковыми из (b).
- B. Судьба (c) в развитии иногда меняется.
- C. (d) дифференцируется в позвоночник (позвонок).
- D. Большая часть кровеносной системы происходит из (b).

(2) Нервная трубка происходит из (e). Ниже следуют утверждения об образовании и дальнейшем развитии нервной трубки. Определите, является ли каждое утверждение Правильным или НЕправильным и отметьте «X» в соответствующей клетке.

- A. Клетки в стенке нервной трубки дифференцируются в глиальные клетки и в нервные клетки (нейроны).

- B. Полость нервной трубки позднее полностью окклюдруется (становится замкнутой).
- C. Почти вся нервная ткань, происходящая из нервной трубки, представляет собой центральную нервную систему.
- D. Пигментный эпителий сетчатки глаза происходит из глазных пузырей, которые образуются из нервной трубки.

B18. (3 балла) Для развития внутриклеточной инфекции бактерии и вирусы должны проникнуть в клетку, для чего они должны связаться с рецепторами на поверхности клетки. ВИЧ инфицирует именно Т-клетки хелперы, которые экспрессируют на поверхности клеток CD4-рецепторы, но не экспрессирует CD8-рецепторы, что позволяет отличать Т-клетки хелперы от других лимфоцитов. Поэтому предполагается, что CD4 является рецептором ВИЧ.

(1) Какие ДВА из следующих экспериментов подтвердили бы эту гипотезу?

Эксперименты, которые устанавливают

- A. может ли антитело против CD4, добавленное к сокультуре, состоящей из CD4-положительных Т-клеток и ВИЧ, ингибировать ВИЧ-инфекцию Т-клеток.
- B. может ли антитело против CD8, добавленное к сокультуре, состоящей из CD8-положительных Т-клеток и ВИЧ, ингибировать ВИЧ-инфекцию Т-клеток.
- C. может ли антитело против ВИЧ, добавленное к сокультуре, состоящей из CD4-положительных Т-клеток и ВИЧ, ингибировать ВИЧ-инфекцию Т-клеток.
- D. приводит ли усиленная экспрессия гена CD4 в устойчивых к ВИЧ CD4-отрицательных Т-клетках к восстановлению восприимчивости к инфекции ВИЧ.
- E. приводит ли усиленная экспрессия гена CD8 в ВИЧ-резистентных CD8-отрицательных Т-клетках к восстановлению восприимчивости к инфекции вирусом ВИЧ.

(2) Известно, что ВИЧ не может инфицировать мышей, несмотря на то, что у мыши имеются CD4-положительные Т-клетки хелперы, поскольку CD4 мыши не может связывать ВИЧ. Для дальнейшего изучения механизма инфекции ВИЧ человеческих клеток были проведены эксперименты, которые дали следующие результаты:

1. Если ген CD4 человека экспрессируется в Т-клетках мыши, ВИЧ может связываться с клетками, но не может их инфицировать.
2. Если рецептор хемокина человека (CXCR4) экспрессируется вдобавок к CD4 человека в клетках мыши, ВИЧ способен инфицировать клетки.
3. Если гены CD4 и CXCR4 человека экспрессируются в клетках мыши и клетки культивируются в присутствии SDF-1а, лиганда CXCR4, инфекция вирусом ВИЧ нарушается.

Какое из следующих предложений содержит правильный вывод, сделанный на основании результатов вышеизложенных экспериментов?

- A. Если CXCR4 экспрессируется в клетках мыши, то в CD4 не требуется для инфекции ВИЧ.
- B. CD4 человека необходим для связывания с ВИЧ и способность к связыванию усиливается лигандом SDF-1а.
- C. Даже если CD4 экспрессируется Т-клетками мыши, то для связывания ВИЧ с Т-клетками необходим CXCR4.
- D. CD4 человека необходим для связывания ВИЧ, но для проникновения ВИЧ в клетки необходима помощь CXCR4.

B19. (3 балла) Большинство людей имеют эритроциты, которые экспрессируют на поверхности Rh-антиген (Rh) (Rhesus), однако у некоторых людей Rh-антиген отсутствует.

Резус-отрицательная женщина (Rh^-) вышла замуж за гетерозиготного Rh-положительного (Rh^+) мужчину и у них родилось трое детей.

(1). Какова вероятность того, что все трое детей будут Rh- положительными?

- A. 1
- B. 1/2
- C. 1/4
- D. 1/8
- E. 0

(2) При какой из представленных ниже комбинаций второй ребенок страдал бы гемолитической болезнью новорожденных?

	Первый ребенок	Второй ребенок
A.	Rh-положительный	Rh-отрицательный
B.	Rh- отрицательный	Rh- положительный
C.	Rh- отрицательный	Rh- отрицательный
D.	Rh- положительный	Rh- положительный

(3) Какие молекулы или клетки главным образом принимают участие в возникновении гемолитической болезни плода и новорожденных в случае антигенной несовместимости групп крови по Rh-фактору? Выберите **ДВА** правильных варианта от А до F:

- A. Т-клетки
- B. IgM-антитела
- C. Комплемент
- D. Гамма-интерферон
- E. IgG-антитела
- F. Перфорин

Этология

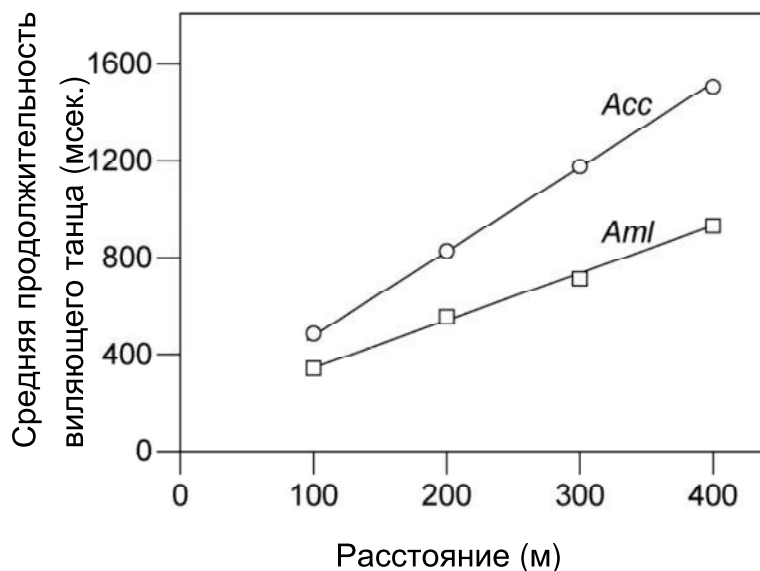
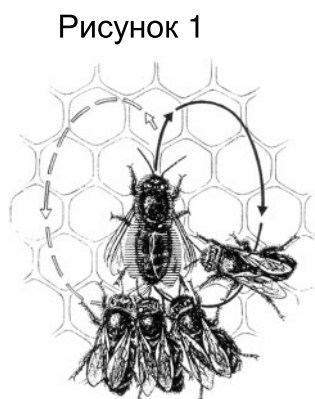
В20. (3 балла)

(1) Рабочие пчелы обычно исполняют виляющий танец (Рисунок 1), когда находят привлекательный источник питания в 100 или более метрах от улья.

Длительность виляющего танца указывает на расстояние до источника питания.

Длительность виляющего танца изучалась у двух видов пчел, *Apis cerana cerana* (Acc) и *Apis mellifera ligustica* (Aml), когда пищу располагали на различных расстояниях от улья. Данные приведены на графике, представленном ниже.

Рисунок 2



Каково было расстояние в (м), если средняя продолжительность виляющего танца обеих Acc и Aml составляла 800 мсек? Выберите ответ для каждого вида из следующих чисел.

130 160 190 220 250 280 310 340 370 400

(2) Смешанные колонии из Acc и Aml успешно развивались при интродукции куколки

Aml в колонию *Ass* и наоборот. Молодые пчелы обоих видов признавались членами колоний другого вида. Когда такой же эксперимент (Рисунок 2) был проведен на смешанной колонии, каждая из интродуцированных рабочих пчел *Ass* и *Aml* показала точно такую же продолжительность танца, которая характерна для этих видов.

В заключительном эксперименте, питание было размещено на расстоянии 400, 500 и 600 м, все в одном направлении, и интродуцированные рабочие пчелы *Aml* были натренированы для поиска источника питания на расстоянии 500 м. Когда эти пчелы рекрутировали из улья рабочих пчел *Ass*, последние были обнаружены собирающими пищу на расстоянии ровно 500 м. Это также имело место, когда обратный эксперимент был проведен с пчелами *Ass*, которые рекрутировали пчел *Aml*.

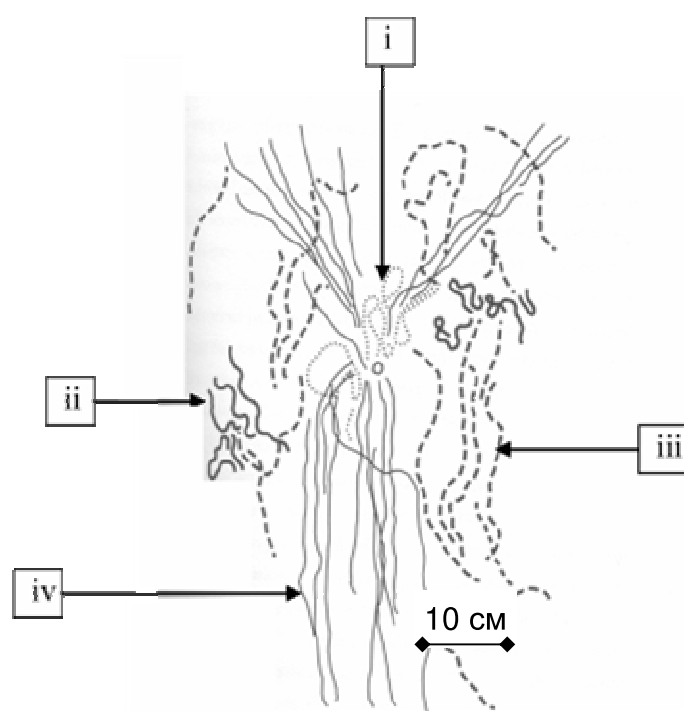
Что можно заключить из этих экспериментов относительно передачи и приема информации между танцором («передатчик») и принимающими информацию пчелами («получатель»)?

	передаваемая «передатчиком» информация	принимаемая «получателем» информация
A.	детерминирована генетически	детерминирована генетически
B.	детерминирована генетически	определяется социальным обучением
C.	определяется социальным обучением	детерминирована генетически
D.	определяется социальным обучением	определяется социальным обучением

B21. (2 балла) Красные муравьи-жнецы (*Pogonomyrmex barbatus*) - это социальные насекомые, живущие в колониях под землей, где различные функции выполняются различными группами муравьев. Ниже представлен рисунок такой колонии.

Незамкнутое кольцо посередине указывает на вход в гнездо. Четыре типа линий (от i до iv) изображают пути, по которым передвигаются различные группы этих муравьев.

Какой из групп (от A до D) соответствует каждая линия:



Группы:

- A. Фуражиры
- B. Солдаты
- C. Рабочие по обслуживанию гнезда
- D. Мусорщики и чистильщики (особи, удаляющие фекалии из гнезда)

B22. (2 балла) У птиц имеются различные виды пения. Это вызвано тем, что голосовой орган птиц (сирикс) регулируется головным мозгом. У некоторых видов птиц было обнаружено два вида пения: длинные **песни**, издаваемые самцами во время брачного сезона, и простые **крики**, слышимые вне брачного сезона.

(1) Если птенцы таких птиц выростили в условиях отсутствия звуков, то взрослые особи не могли исполнять длинные песни правильно. Какое из следующих утверждений является наиболее вероятным объяснением этому?

- A. В среде, в которой отсутствует звук, не может быть достигнута дифференциация между самцами и самками.
- B. Пение - это вид поведения, которое определяется путем обучения после вылупления.
- C. В среде, в которой отсутствует звук, не может происходить импринтинг гена, ответственного за песню.
- D. В условиях отсутствия звука слух не развивается.

(2) Несмотря на то, что куры и перепелки близкие родственники, их крики отличаются. Был проведен эксперимент, в котором предполагаемый участок мозга пятидневных эмбрионов цыплят был замещен таковым из коричневого эмбриона перепелки такого же возраста. Затем получивший трансплантат эмбрион цыпленка выращивали. Вылупившийся цыпленок имел некоторые коричневые участки в мозгу, что указывало на то, что эти участки происходили от перепелки. Крики этого цыпленка более напоминали крики перепелки, чем цыпленка. Какое наиболее соответствующее заключение можно сделать из этого эксперимента?

I. Крики являются видоспецифическими и определяются генетически.

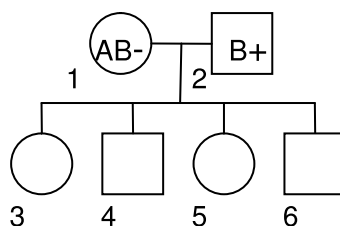
II. Крики определяются после вылупливания.

III. Крики определяются структурой нижней гортани.

- A. Только I
- B. Только II
- C. Только III
- D. I и II
- E. I и III
- F. II и III

Генетика и Эволюция

B23. (4 балла) В эксперименте с членами семьи, родословная которой показана ниже, плазма крови и клетки крови различных особей были смешаны попарно с целью определения наличия (р) или отсутствия (а) коагуляции (агглютинации). В этой родословной АВ- обозначает, что особь 1 (мать) имеет фенотип типа АВ и отрицательный резус-фактор, Rh (Rh⁻), а В+ означает, что особь 2 (отец) имеет фенотип типа В и положительный Rh (Rh⁺).



Результаты этого эксперимента приведены ниже. Пропуски в таблице означают комбинации, которые не тестировались в этом эксперименте.

		Донор плазмы					
		1	2	3	4	5	6
Донор клеток	1		р	а	р		р
	2	р		а			р
	3	р	р		р	р	р
	4	а	а	а		р	
	5	р	р				
	6	а	р		р	а	

(1) Каким будет фенотип особи 6?

- A. A типа и Rh⁺
- B. A типа и Rh⁻
- C. B типа и Rh⁺
- D. B типа и Rh⁻
- E. AB типа и Rh⁺
- F. AB типа и Rh⁻

(2) Какой из членов этой семьи вероятно является гомозиготным по группе крови ABO и локусу Rh?

- A. Особь 2
- B. Особь 3
- C. Особь 4
- D. Особь 5
- E. Особь 6

В24. (4 балла) У кукурузы один локус определяет окраску семян: аллель **A** приводит к окрашенным семенам, **a** аллель - к бесцветным. Другой локус определяет форму семян: аллель **B** приводит к гладкой форме семян, а **b** - к морщинистой.

При скрещивании растения, выращенного из окрашенных и гладких семян с растением, выросшим из бесцветных и морщинистых семян, было получено следующее потомство:

376	имели окрашенные и гладкие семена
13	имели окрашенные и морщинистые семена
13	имели бесцветные и гладкие семена
373	имели бесцветные и морщинистые семена

(1) Какими были генотипы родителей?

- A. $AABb \times aaBb$
- B. $AaBb \times aabb$
- C. $AAbb \times aaBB$
- D. $AaBb \times AaBb$
- E. $aabb \times AABB$

(2) Какова частота появления рекомбинантов?

- A. 0,335%
- B. 1,68%

C. 3,35%

D. 6,91%

E. 48,52%

(3) Имеются три локуса, C, D и E, которые расположены на одной и той же хромосоме в указанном порядке. Используя эксперимент, подобный приведенному выше, было установлено, что частота рекомбинации между C и D составляет 10%, а между D и E она составляет 20%. Допуская, что кроссинговер происходит в хромосоме случайно, какова ожидаемая частота рекомбинации между C и E?

B25. (3 балла) Эволюционное расстояние определяется как число замен нуклеотидов в определенном участке ДНК у двух сравниваемых организмов. Скорость эволюции определяется как число замен нуклеотидов в этом участке ДНК за год. Мы взяли образцы у двух видов (определенные участки последовательности ДНК от каждого вида) и обнаружили, что эволюционное расстояние между этими двумя последовательностями составляет 0,05. Пусть скорость эволюции будет равна 10^{-8} .

(1) Сколько лет назад произошло расхождение между этими двумя последовательностями?

(2) Как в целом соотносятся между собой время расхождения между этими двумя последовательностями (T_1) и время расхождения между этими двумя видами (T_2)?

- A. $T_1 < T_2$
- B. $T_1 = T_2$
- C. $T_1 > T_2$

B26. (3 балла) Препроинсулин является первичным продуктом гена инсулина и состоит из 4 главных участков: сигнального, В-цепи, С, и А-цепи. После некоторых модификаций, включающих удаление сигнального пептида и пептида С, образуется инсулин.

(1) Какой из следующих пептидов отвечает за транспорт полипептида в эндоплазматическую сеть?

- A. Пептид А-цепи
- B. Пептид В-цепи
- C. Пептид С
- D. Сигнальный пептид

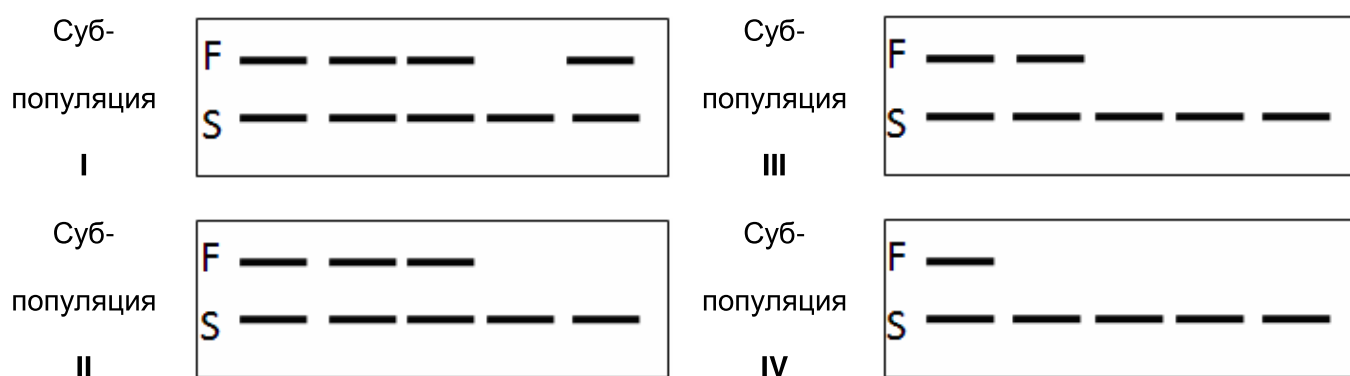
(2) Сравнения последовательности аминокислот среди млекопитающих показывают, что сходство последовательностей этих пептидов у разных видов значительно варьирует. Что из следующего является наиболее вероятным объяснением?

- A. направленный отбор
- B. частотно-зависимый отбор
- C. овердоминантный отбор (гетерозиготы имеют преимущество)
- D. стабилизирующий отбор (отбор против вредных мутаций)

(3) Какой пептид вероятно больше всего различается у млекопитающих?

- A. Пептид А-цепи
- B. Пептид В-цепи
- C. Пептид С
- D. Сигнальный пептид

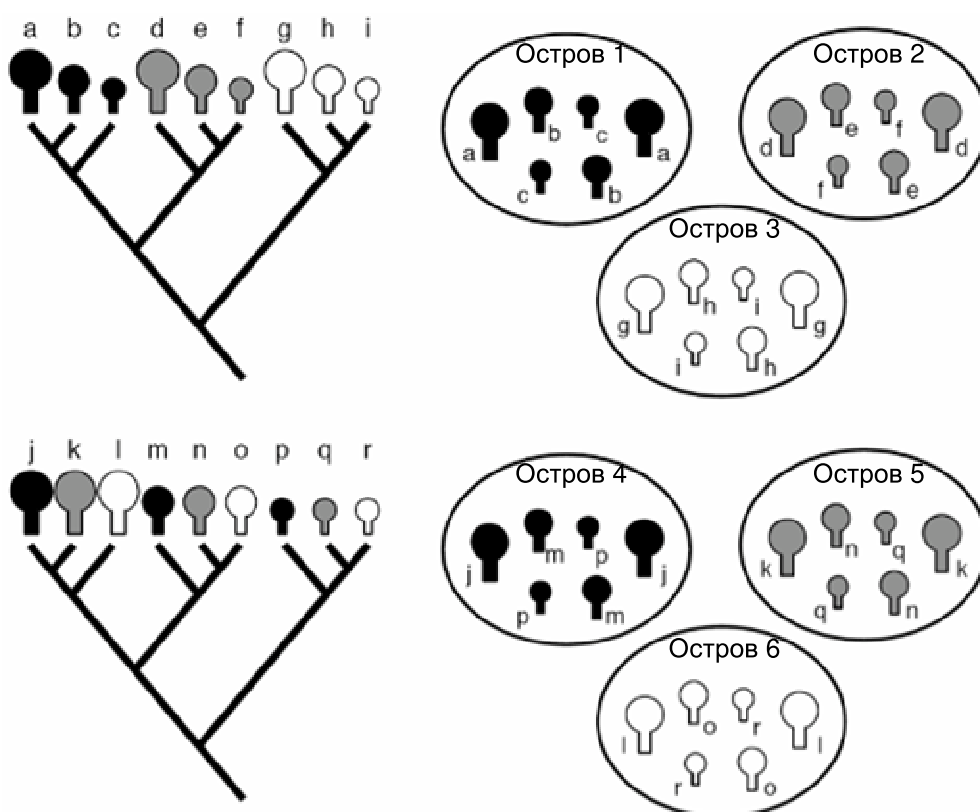
B27. (4 балла) Для определения генетического разнообразия одного вида растения, находящегося под угрозой исчезновения, была исследована генетическая изменчивость на уровне белка в субпопуляциях (I - IV). Субпопуляция I этого вида является самой большой и число особей в каждой из остальных субпопуляций II, III и IV составляет 1/7 от такового в субпопуляции I. Из каждой субпопуляции было взято по 5 особей. На диаграмме ниже представлены результаты одномерного гель-электрофореза белков. Полосы в каждой дорожке принадлежат белкам, которые кодируются аллелями *F* и/или *S*, и отражают генотип каждой особи в определенном локусе.



- (1) Определите частоту встречаемости *F* у этого вида.
- (2) Какую популяцию можно рассматривать как наиболее изолированную группу?
- (3) После нескольких поколений было обнаружено, что частота встречаемости аллеля *F* значительно изменилась в субпопуляциях II, III и IV, по сравнению с таковой в субпопуляции I. Что является наиболее вероятным объяснением?

- A. Дрейф генов
- B. Миграция
- C. Мутация
- D. Естественный отбор

B28. (3 балла) Острова считают “экспериментальными площадками” для биологической эволюции и образования сообществ. Диаграмма ниже представляет два филогенетических древа, каждое из которых состоит из 9 видов (a-i и j-r), и образованные сообщества на 6 островах. Фенотипические характеристики видов показаны размером значка и его цветом.



Какие из следующих объяснений отвечают за механизмы образования сообществ на этих островах? Выберите ТРИ правильных вариантаот А до Н.

Вариант	Острова	Эволюционная и генетическая структура видов	Экологические взаимодействия между видами
A	1, 2, 3	Филогенетически тесно связаны	Конкурентное исключение у видов-потомков
B	1, 2, 3	Адаптивная радиация	Специализация ниш у видов-потомков
C	4, 5, 6	Адаптивная радиация	Перекрытие ниш у видов-потомков
D	4, 5, 6	Симпатрическое видообразование	Специализация ниш с конкурентным взаимодействием
E	4, 5, 6	Филогенетически далекие виды	Специализация ниш с конкурентным взаимодействием
F	1, 2, 3	Чаще наблюдается на океанических островах, чем на островах, соединенных с материком (полуостровах)	
G	4, 5, 6	Чаще наблюдается на изолированных островах, чем на островах, расположенных близко к матерiku	
H	1, 2, 3 по сравн. с 4, 5, 6	Сообщество на островах 4, 5 и 6 более чувствительно к внедрению чужеродных видов, чем на островах 1, 2 и 3	

Экология

В29. (3 балла) Следующая диаграмма изображает круговорот соединений азота в экосистеме.

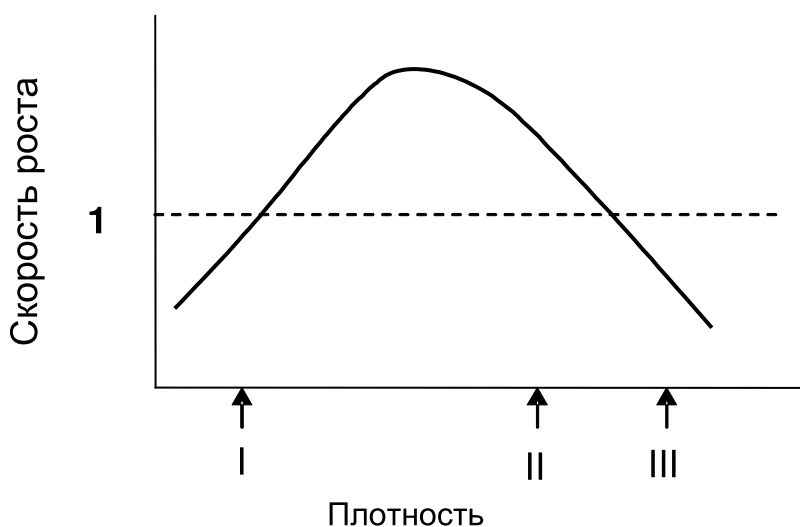


(1) В каком из процессов НЕ принимают участие бактерии? Выберите ДВА варианта от А до G.

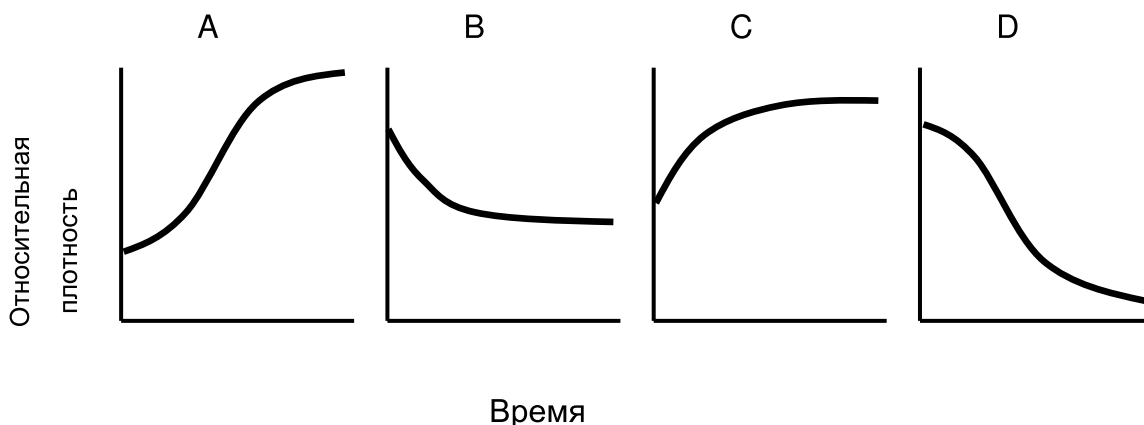
(2) Какой из процессов может включать симбиотическое взаимодействие между видами растений и бактерий?

(3) Какой из процессов хотят затормозить фермеры на сельскохозяйственных угодьях?

В30. (3 балла) Ниже показано взаимоотношение между плотностью популяции (N_t) и скоростью роста популяции ($R = N_{t+1}/N_t$) у некоего вида животных.



Выберите из представленных ниже график, соответствующий характеру роста популяции, который можно было бы наблюдать, если бы популяция имела плотность (I, II, III), как это показано на графике выше. Учтите, что ось Y на графиках от А до D представляет относительную плотность, которую нельзя сравнивать с абсолютной плотностью на рисунке вверху.

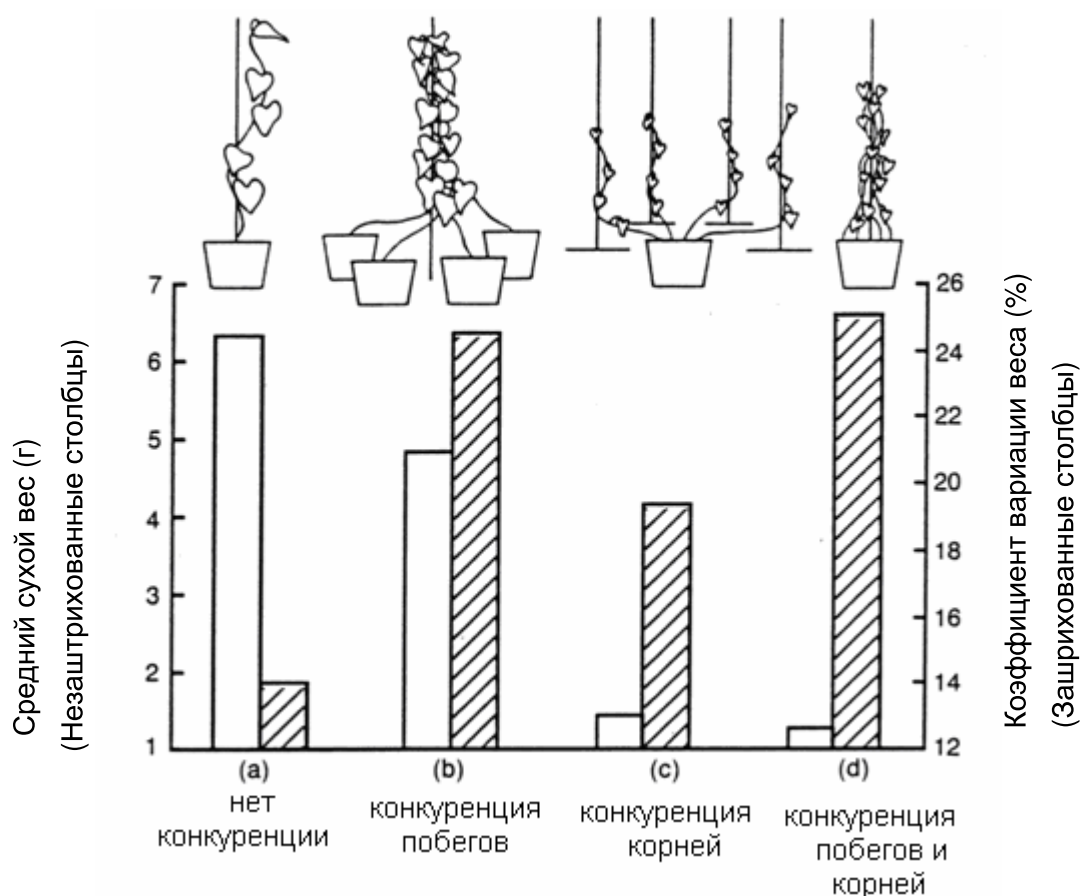


В31. (2,5 балла) Конкурентное исключение среди видов регулируется различными экологическими факторами. Внесите знак 'X' в соответствующую клетку, в зависимости от того, являются ли следующие утверждения об этом процессе верными или неверными.

Конкурентное исключение:

- A. является интенсивным между видами с подобными экологическими нишами.
- B. иногда прерывается изменениями, происходящими в окружающей среде.
- C. поддерживается видовой сукцессией.
- D. ослабляется сегрегацией ареалов между видами.
- E. происходит из-за наличия ключевых (key-stone) видов (видов, определяющих структуру и функционирование экосистемы).

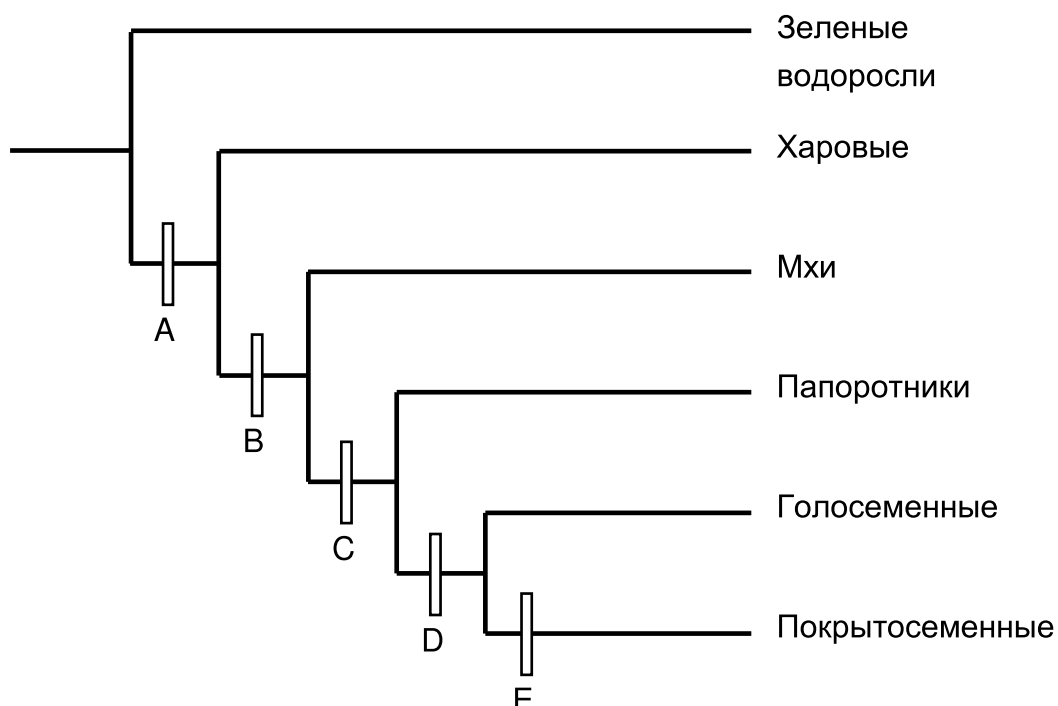
В32. (3 балла) Диаграмма внизу представляет результаты эксперимента с растениями вьюнка трехцветного (*Ipomoea tricolor*), у которого конкуренция корней и побегов были исследованы по отдельности. Средний сухой вес указан незаштрихованными столбцами, а коэффициент вариации (стандартное отклонение/среднюю величину) веса между растениями указан заштрихованными столбцами. Основываясь на представленных данных, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными относительно типа конкуренции у этого вида растений, и впишите 'X' в соответствующие клетки



- A. Конкуренция за свет оказывает большее влияние на средний вес, чем конкуренция за питательные вещества почвы.
- B. Различия в силе конкуренции между этими растениями больше, когда они конкурируют за питательные вещества почвы, чем за свет.
- C. Свет разделяется между растениями более равномерно, питательные вещества почвы.

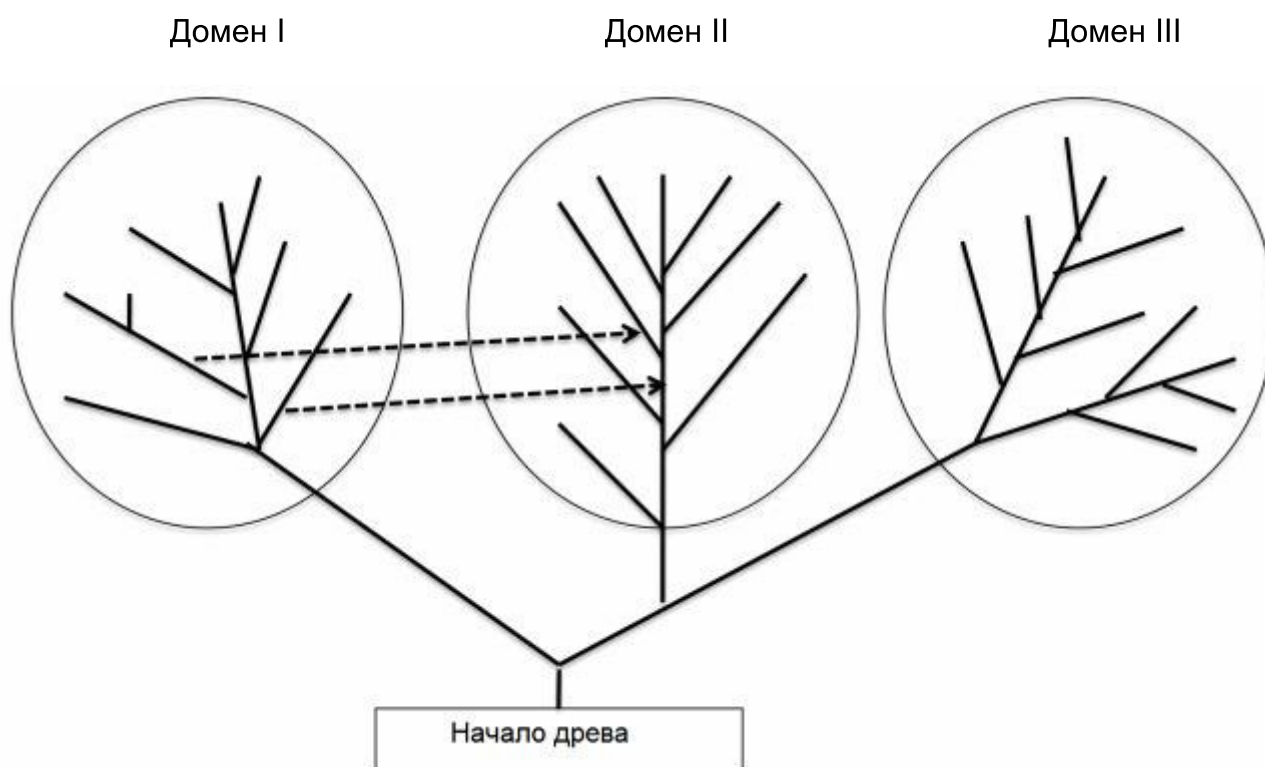
Биосистематика

В33. (3 балла) В каких ответвлениях от А до Е этого филогенетического древа зеленых растений были приобретены признаки от I до VI, перечисленные ниже?



- I. Пыльца
- II. Трахеиды
- III. Кутикула
- IV. Семя
- V. Плодолистик
- VI. Многоклеточный эмбрион

В34. (5 Баллов) Общее филогенетическое древо, основывающееся на молекулярно-генетическом анализе, показывает три основные группы живых организмов как показано ниже. Основываясь на этом древе, Воезе предложил в 1990-х годах концепцию трех доменов живых организмов.



(1) Какая молекула явилась исходной для создания общего филогенетического древа? В чем было преимущество этой молекулы для общего древа? Выберите правильную комбинацию молекулы и преимущества.

	Молекула	Преимущество
A	Белок рибосом	Низкая скорость изменений последовательностей аминокислот.
B	Белок рибосом	Высокая скорость изменений последовательностей аминокислот.
C	Рибосомальная РНК	Низкая скорость изменений последовательностей нуклеотидов.
D	Рибосомальная РНК	Высокая скорость изменений последовательностей нуклеотидов.
E	Глобин	Низкая скорость изменений последовательностей аминокислот.
F	Глобин	Высокая скорость изменений последовательностей аминокислот.
G	Транспортная РНК	Низкая скорость изменений последовательностей нуклеотидов.
H	Транспортная РНК	Высокая скорость изменений последовательностей нуклеотидов.

(2) Две пунктирные стрелки указывают на гипотетические эндосимбиотические события, при которых члены Домена I стали эндосимбионтами членов Домена II. Какие два организма были вовлечены в эти события, чем они стали в клетках членов Домена II и в чем состоит их современная биологическая функция в организмах Домена II?

	Домен I	Домен II	Функция
Более старый симбиоз			
Более новый симбиоз			

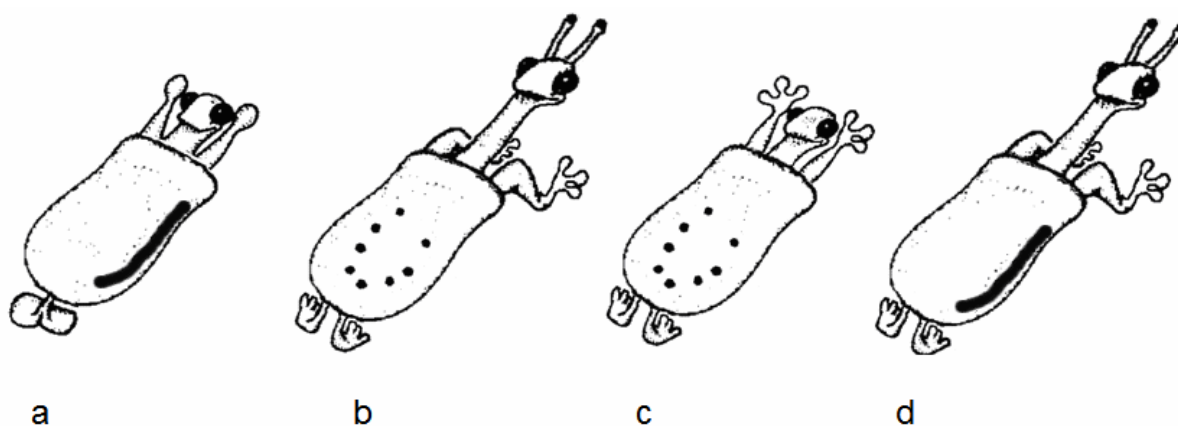
Домен I	Домен II	Биологическая функция
1. Цианобактерии	1. Митохондрия	1. Фотосинтез
2. Хлорелла	2. Дыхательная цепь	2. Фиксация азота
3. Грамотрицательные аэробные бактерии	3. Жгутик	3. Гликолиз
4. Грамположительные бактерии, осуществляющие брожение	4. Хлоропласт	4. Дыхание
5. Спирохеты	5. Хлорофилл	5. Конъюгация
6. Вирусы	6. Ядро	6. Движение

(3) Какие из следующего соответствует доменам I, II и III.

- A. Archaea
- B. Bacteria
- C. Eukarya

В35. (4 балла) Джозеф Камин, таксономист, изобрел для своих студентов несуществующие создания, *Caminalcules*. Ниже изображены четыре разных представителя *Caminalcules*.

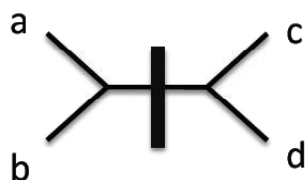
Рассмотрите четыре следующих представителя *Caminalcules*:



(1) Выберите для этих четырех *Caminalcules* соответствующую кладограмму, учитывая следующие признаки. Наиболее подходящее дерево должно иметь наибольшее число признаков, которые могут быть помещено на внутренние ответвления.

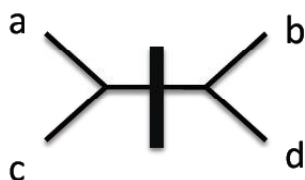
1. Антенны
2. Пятнышки на брюхе
3. Локти
4. Пальцы
5. Шея
6. Линия на боку
7. Задние ноги

A



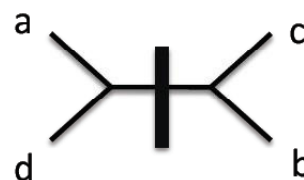
Внутрен-
нее
ветвление

B



Внутрен-
нее
ветвление

C

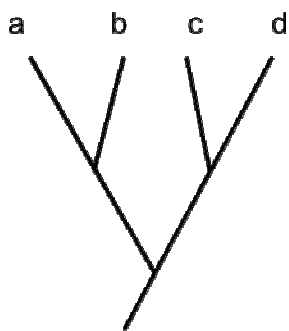


Внутрен-
нее
ветвление

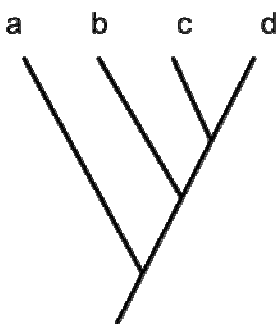
(2) Выберите из списка в вопросе (1) признаки, которые предположительно развивались конвергентно (были утрачены или приобретены независимо) у двух из четырех видов.

(3) Допустив, что *Saminalcule* A является сестринским таксоном других видов, выберите соответствующее древо из представленных.

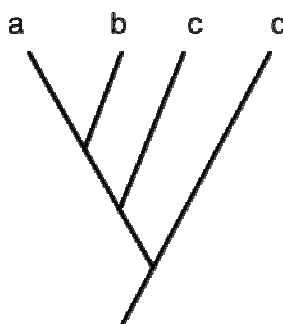
A



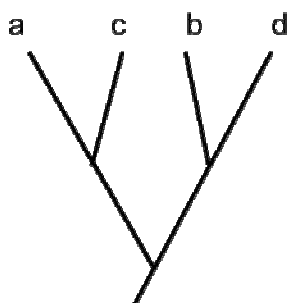
B



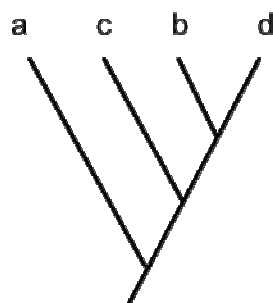
C



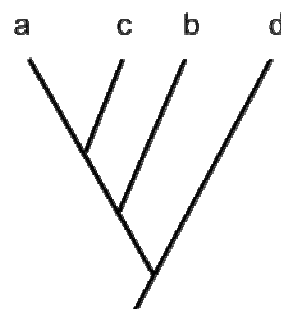
D



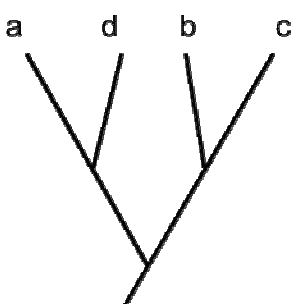
E



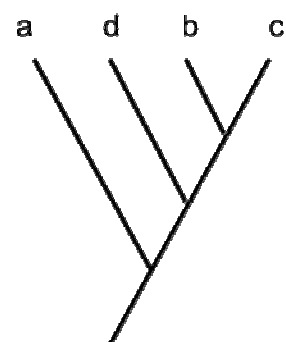
F



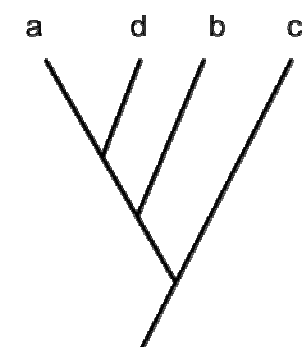
G



H



I



КОНЕЦ ЧАСТИ В

Теоретический Тест Часть В

Лист Ответов

В1. (3 балла)

	A	B	C	D	E	F
Растения						
Млекопитающие						

В2. (2,5 балла)

I	II	III	IV	V

В3. (3 балла)

--

B4. (3.5 балла)

(1)

A	
B	
C	
D	
E	
F	

(2)

1	2	3

B5. (2 балла)

I	II	III	IV

B6. (3 балла)

--

B7. (4 балла)

I	II	III	IV

B8. (3 балла)

	Признаки дефицита	Подвижность элементов	Метаболическая роль
Mg			
Fe			
N			

B9. (3 балла)

I	II	III

B10. (4 балла)
(1)

		Отвечает на флориген.	Не отвечает на флориген.
Апикальная меристема стебля	обработанного холодом однолетнего растения		
	необработанного однолетнего растения		
	обработанного холодом двулетнего растения		
	необработанного двулетнего растения		

(2)

		Образуют флориген в условиях длинного светового дня.	Не образуют флориген ни при каких световых условиях
Листья	обработанного холодом однолетнего растения		
	необработанного однолетнего растения		
	обработанного холодом двулетнего растения		
	необработанного двулетнего растения		

B11. (3 балла)

(1)

A	B	C	D

(2)

A	B	C	D

(3)

A	B	C	D

B12. (3 балла)

	A	B	C
I			
II			
III			

B13. (3 балла)

I	II	III

B14. (2,5 балла)

(1)

A	B

(2)

A	B	C	D

(3)

--	--	--

B15. (4 балла)

	Гипотеза 1	Гипотеза 2	Гипотеза 3	Гипотеза 4
Отвергается				
Не отвергается				

B16. (2 балла)

(1)

A	B	C	D	E

(2)

A	B	C	D	E

B17. (2,4 балла)

(1)

	A	B	C	D
ВЕРНОЕ				
НЕВЕРНОЕ				

(2)

	A	B	C	D
ВЕРНОЕ				
НЕВЕРНОЕ				

B18. (3 балла)

(1)

A	B	C	D	E

(2)

A	B	C	D

B19. (3 балла)

(1)

A	B	C	D	E

(2)

A	B	C	D

(3)

A	B	C	D	E	F

B20. (3 балла)

(1)

Acc	M
Aml	M

(2)

A	B	C	D

B21. (2 балла)

i	ii	iii	iv

B22. (2 балла)

(1)

A	B	C	D

(2)

A	B	C	D	E	F

B23. (4 балла)

(1)

A	B	C	D	E	F

(2)

A	B	C	D	E

B24. (4 балла)

(1)

A	B	C	D	E

(2)

A	B	C	D	E

(3)

%

B25. (3 балла)

(1)

лет

(2)

A	B	C

B26. (3 балла)

(1)

A	B	C	D

(2)

A	B	C	D

(3)

A	B	C	D

B27. (4 балла)

(1)

	%
--	---

(2)

I	II	III	IV

(3)

A	B	C	D

B28. (3 балла)

A	B	C	D	E	F	G	H

B29. (3 балла)

(1)

A	B	C	D	E	F	G

(2)

A	B	C	D	E	F	G

(3)

A	B	C	D	E	F	G

B30. (3 балла)

I	II	III

В31. (2,5 балла)

	A	B	C	D	E
ВЕРНО					
НЕВЕРНО					

В32. (2 балла)

	A	B	C
ВЕРНО			
НЕВЕРНО			

В33. (3 балла)

I	II	III	IV	V	VI

В34. (5 балла)

(1)

A	B	C	D	E	F	G	H

(2)

	Домен I	Домен II	Функция
Более старый симбиоз			
Более новый симбиоз			

(3)

I	II	III

B35. (4,5 балла)

(1)

A	B	C

(2)

--

(3)

A	B	C	D	E	F	G	H	I

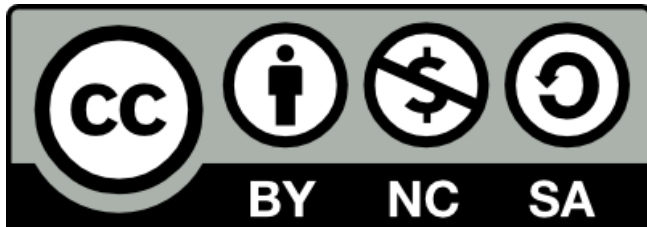
* * * * *

КОНЕЦ ЧАСТИ B

* * * * *



All IBO examination questions are published under the following Creative Commons license:



CC BY-NC-SA (Attribution-NonCommercial-ShareAlike) - <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

The exam papers can be used freely for educational purposes as long as IBO is credited and new creations are licensed under identical terms. No commercial use is allowed.

COUNTRY CODE _____

20th INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD
Tsukuba, JAPAN 12th – 19th July, 2009



THEORETICAL TEST: PART B
Time available: 150 minutes

GENERAL INSTRUCTIONS

1. Write your 4-digit student code in every student code box.
2. The questions in Part B may have more than one correct answer. Fill in all your all answers in the **Answer Sheet** for Part B. The marks, numbers, or characters to answer questions in Part B vary depending on questions. The ways to answer are indicated along with the questions.
3. Use pencils and erasers. You can use a scale ruler and a calculator provided.
4. Some of the questions may be marked "DELETED". DO NOT answer these questions.
5. The maximal points forof Part B is are 108 (points are indicated in each question).
6. Stop answering and put down your pencil IMMEDIATELY after the end bell rings.

Cell Biology

B1. (3 point) On a dry matter basis, is the average proportion of the following elements significantly higher in herbaceous vascular plants or in mammals? For each element mark 'X' in the appropriate box.

- A. Nitrogen
- B. Oxygen
- C. Calcium
- D. Potassium
- E. Sodium
- F. Phosphorus

B2. (2.5 points) Match each of the following properties of water with a benefit to organisms by putting a letter (A to E) in the appropriate box.

Property

- I. Low light absorption in the visible region
- II. High heat capacity
- III. High heat of released during fusion
- IV. High heat of vaporization
- V. Polarity of molecules

Benefit to organisms

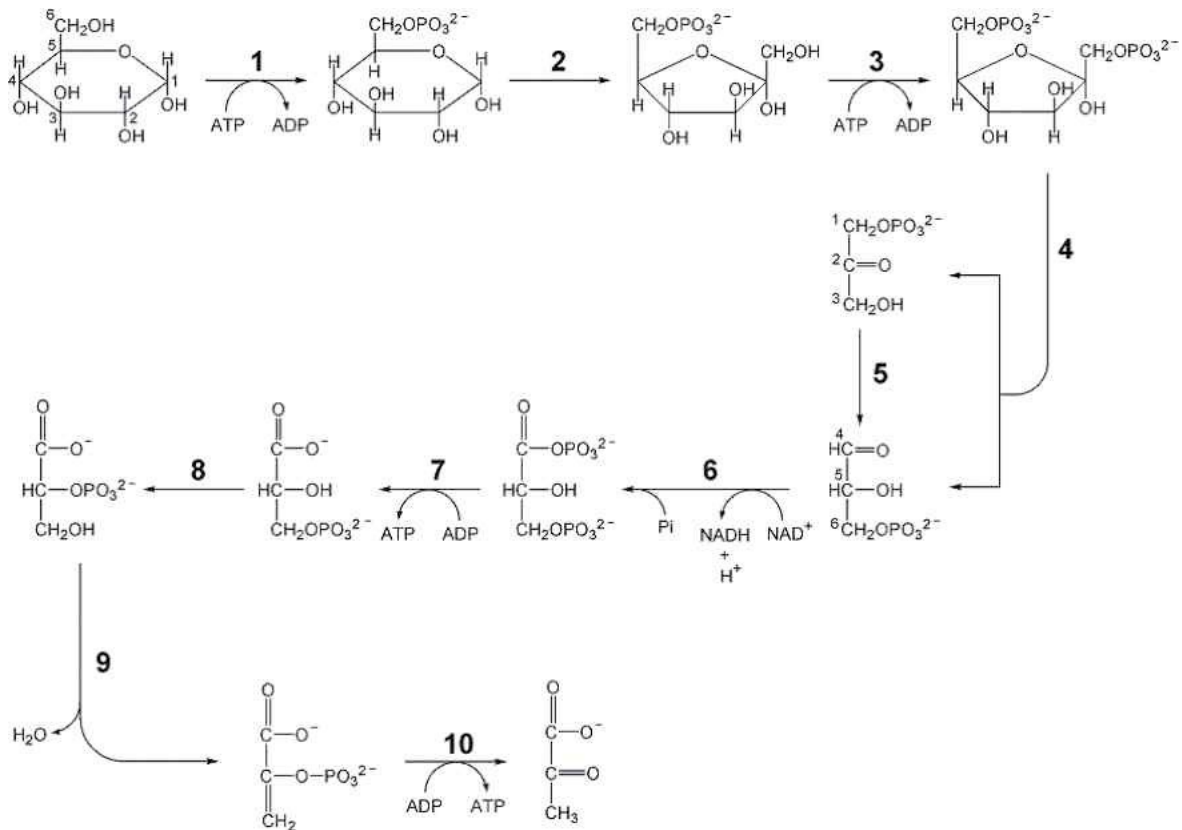
- A. Biological membranes composed of lipid molecules are thermodynamically stable.
- B. Terrestrial plants and animals can cool themselves with minimum loss of water content.
- C. Temperature changes in plants and animals are minimized under fluctuating environmental conditions.
- D. Plants can efficiently utilize solar radiation for photosynthesis.
- E. Plants and animals are protected against freezing at low temperatures.

B3. (3 points) A coding region of a gene consists of 735 base pairs without a stop codon.

Calculate the molecular mass of the protein from this gene. Assume the average molecular mass of the free amino acid in this protein is 122. Five disulfide bonds are present in the protein. Calculate the molecular mass of the protein from this gene. Show your calculations.

B4. (3.5 points) Glycolysis is essential for all organisms.

(1) The figure below shows the reactions of glycolysis. The numbers in the figure indicate enzymes which catalyze the reactions. Categorize each enzyme into the “enzyme type” listed below and put each reaction number in an appropriate box. Note that some enzyme types may be missing.



Enzyme type:

- A. Oxidoreductase
- B. Transferase
- C. Hydrolase
- D. Lyase
- E. Isomerase
- F. Ligase

(2) A cell culture of muscle cells was incubated in oxygenated medium that was then quickly made anoxic. The concentrations of three compounds which are important in glucose metabolism were measured immediately after oxygen removal (marked as time 0) and shown in the graph below:

Match each curve of the graph (1, 2, and 3) with the metabolite whose concentration change it depicts:

Metabolites:

- A. Glucose-6-phosphate
- B. Lactate
- C. Fructose-1,6-bisphosphate

B5. (2 points) Different patterns of cell cycling (A to D) are shown below. Correctly match them with the given cell types they represent.

Cell types

- I. Human epithelial cell
- II. Sea urchin embryonic cells up to the 128-cell stage
- III. *Drosophila* salivary gland cell
- IV. Plasmodium of slime mold

B6. (3 points) A cell suspension of a microorganism was fed with [³H]-labeled uridine and incubated. Cell components were fractionated from these cells and radioactivity in the mRNA fraction was measured, which revealed that 2.5 picomoles of uridine were incorporated into mRNA in 1×10^6 cells. Assuming that the base composition of mRNA is random and that the average length of mRNA is 3,000 bases, calculate how many molecules of mRNA were synthesized in each individual cell during incubation.

(Avogadro's number: 6×10^{23})

B7. (4 points) From the model plant *Arabidopsis*, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, and 1.5-kbp genomic fragments upstream of the translation start site of gene *Z* were isolated and designated *Za*, *Zb*, *Zc*, *Zd*, and *Ze*, respectively. These fragments were fused to the structural gene of β -glucuronidase (*GUS*) of *Escherichia coli*. *Arabidopsis* was transformed with the resultant chimeric genes *Za-GUS*, *Zb-GUS*, *Zc-GUS*, *Zd-GUS*, and *Ze-GUS*, and examined for *GUS* activity by in-situ chromogenic reaction. The following figure schematically shows construction of the chimeric genes and the *GUS* activity patterns in heart-shaped embryos of the transgenic *Arabidopsis* carrying these chimeric genes.

Based on this result, identify the function of each upstream region of Z.

Upstream region

- I. -1,500 to -1,201
- II. -1,200 to -901
- III. -900 to -601
- IV. -600 to -301

Functions

- A. essential for gene expression
- AB. makes promotes gene expression stronger in a tissue-non-specific manner
- BC. promotes gene expression in cotyledons only
- CD. promotes gene expression in tissues other than cotyledons only
- DE. suppresses gene expression in cotyledons
- EF. suppresses gene expression in tissues other than cotyledons
- GF. little influence on gene expression

Plant Anatomy and Physiology

B8. (3 points) Deficiency of a particular mineral element in the soil elicits a specific pattern of leaf discoloration in plants (chlorosis), which is related to metabolic roles and mobility (translocation) of the mineral element in the plant. The following describes the deficiency symptoms (leaf discoloration), metabolic roles, and mobility of magnesium (Mg), iron (Fe), and nitrogen (N).

Deficiency symptoms

- A. Deficiency of this mineral causes chlorosis initially in young leaves
- B. Deficiency of this mineral causes chlorosis initially in old leaves

Mineral mobility

- C. This mineral is highly mobile in plants.
- D. This mineral is largely immobile in plants.

Metabolic roles

- E. This mineral is involved as a component in the electron transfer system and is also required for the synthesis of some of chlorophyll-protein complexes.
- F. This mineral serves as a constituent of many plant cell components including amino acids, nucleic acids, and chlorophyll.
- G. This mineral is involved in the activation of various enzymes and serves as a part of the ring structure of chlorophyll.

Connect each mineral element to the appropriate descriptions of the above three categories (A or B for Deficiency symptoms; C or D for Mineral mobility; E, F, or G for Metabolic roles).

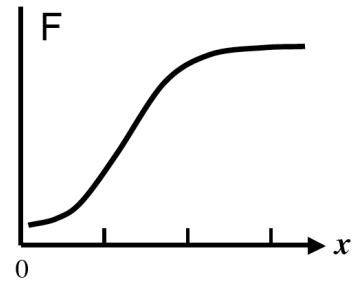
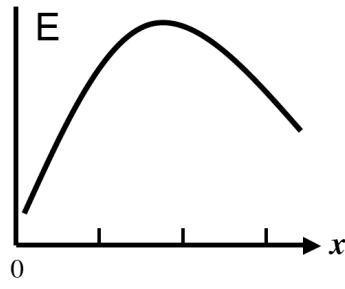
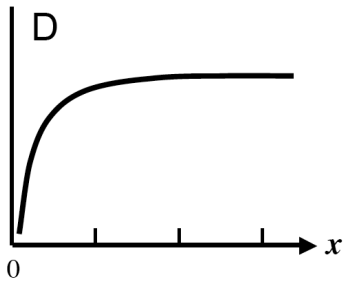
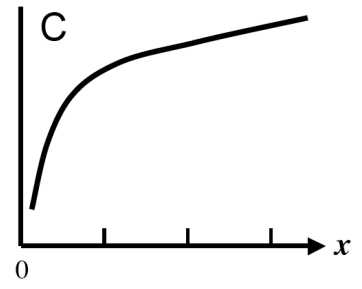
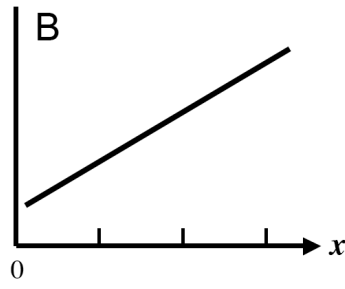
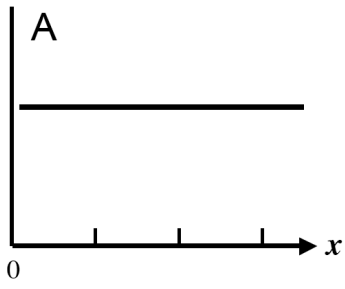
B9. (3 points) Growing plant roots were analyzed with respect to spatial patterns of cell division and elongation growth. The roots were marked with graphite particles (P) at various positions along the root axis, where x was the distance from the root apex just behind the root cap to P_x .

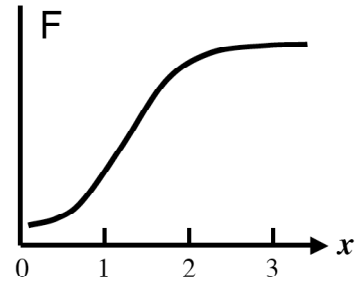
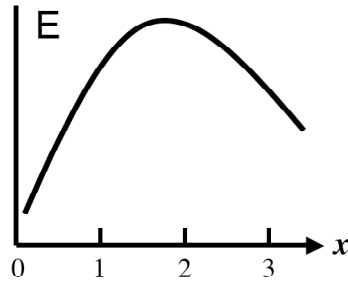
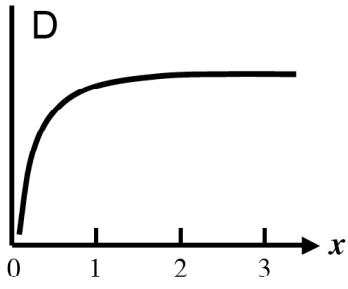
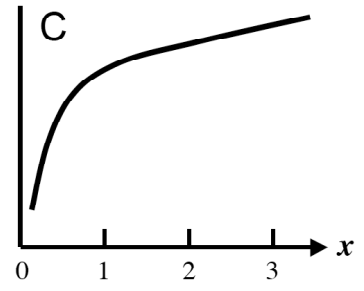
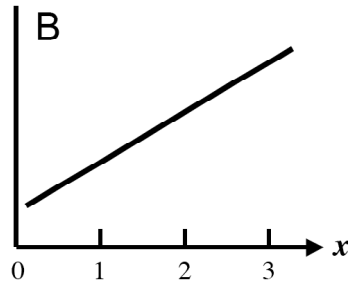
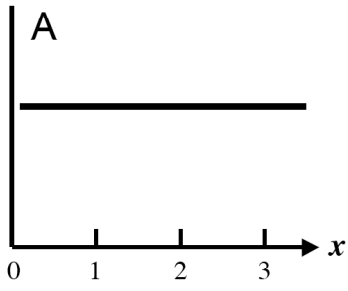
For each P_x , the following data were collected.

- I. The cumulative number of total cumulative number of epidermal cells present between P_0 and P_x
- II. The cumulative cumulative number of total mitotic epidermal cells present between P_0 and P_x
- III. Velocity of displacement (movement away) of P_x from P_0

When the data are plotted against x , what types of profiles do these data sets show?

For each data set, choose the most appropriate profile from the followings.





B10. (4 points) Henbane (*Hyoscyamus niger*) is a medicinal plant. Two varieties of this plant, one of which is annual and the other biennial, were characterized for flowering.

In the first experiment, effects of cold treatment and day-length on flowering were examined in the annual and biennial varieties. For this purpose, cold-treated and untreated plants were grown under the short-day condition or the long-day condition.

The following table indicates whether the plants flowered or not.

In the second experiment, cold-treated and untreated plants of the annual and biennial strains were grafted as shown in the following figure, and then grown under the long-day condition. Whether or not the stock and scion flowered or not was recorded. The results of the two types of grafts (#1 and #2) are summarized in the table on the next page.

Assuming the involvement of florigen in flowering of this species, identify the properties of the shoot apical meristems and leaves of the annual and biennial plants,

based on the above results. Mark the appropriate boxes with "X" about in relation to florigen response (1) and florigen productivity (2).

B11. (3 points) Plants and animals accumulate starch and glycogen as a storage polysaccharide, respectively. Starch consists of two sorts of large, water-insoluble polymers of glucose, amylose and amylopectin. Amylose is essentially unbranched and linear while amylopectin is highly and regularly branched, which forms branch clusters. Glycogen is also a branched glucose polymer, but unlike amylopectin, it is relatively small and water-soluble. In the glycogen molecule, branches are shorter, irregular, and not clustered.

(1) Biosynthesis of starch involves three classes of enzymes: chain elongation enzymes, branching enzymes, and debranching enzymes. *Sugary*, a rice mutant, is deficient in a particular debranching enzyme. The endosperm of this mutant is characterized by the accumulation of glycogen-like polysaccharide instead of amylopectin. In consideration of this information, the role of the wild type debranching enzyme in starch biosynthesis is:

- A. to remove all branches from amylopectin to form amylose.
- B. to shorten every branch of amylopectin.
- C. to regulate the branching pattern of amylopectin.
- D. to cut $\alpha 1 \rightarrow 4$ glycosidic bonds of amylopectin.

(2) The seeds of the *Sugary* mutant of rice are not different from the wild-type seeds in the size and appearance before desiccation which is associated with seed maturation. During desiccation, however, the *Sugary* seeds become shrunk and wrinkled. This phenomenon suggests that before desiccation, as compared with the wild-type seeds, the *Sugary* seeds contain:

(3) Bacteria, including cyanobacteria, accumulate a glycogen-like polysaccharide for storing glucose. Which of the following can reasonably explain the evolution of storage polysaccharides?

The common ancestor of plants and animals could synthesize:

- A. both amylopectin and glycogen, but plants have lost the ability of glycogen synthesis during evolution.
- B. both amylopectin and glycogen, but animals have lost the ability of amylopectin synthesis.
- C. amylopectin but not glycogen, and animals have acquired the ability of glycogen synthesis.
- D. glycogen but not amylopectin, and plants have acquired the ability of amylopectin synthesis.

B12. (3 points) Soybean roots form nodules when infected by *Rhizobium*. HN is a recessive mutant of soybean that exhibits a hyper-nodulating phenotype. As shown in Figure 1, the roots of the HN mutant form more nodules than the wild-type (WT) roots, and the shoot growth of the HN mutant is retarded compared to WT. Figure 2 schematically shows the nodulation phenotypes observed in grafting experiments with WT and the HN mutant. In the absence of *Rhizobium*, the HN mutant is not phenotypically different from WT in any aspects.

From the above information provided, what can be reasonably inferred? For each of the following statements, mark “X” in the appropriate box choosing the option in the bracket.

- I. In the HN mutant, the determines the hyper-nodulation phenotype.
- II. The shoot of WT the number of nodules.
- III. In the HN mutant, hypernodulation is of retarded growth of the shoot.

Animal Anatomy and Physiology

B13. (3 points) Three patients I, II and III show symptoms of low thyroxine levels. Defects are found in the hypothalamus for patient I, in the anterior pituitary for patient II, and in the thyroid for patient III. After thyroid-stimulating-hormone-releasing hormone (TRH) is given to these patients, the concentration of thyroid-stimulating hormone (TSH) before and after (30 min) TRH administration is measured in each patient.

Fill Choose the letter of the appropriate data (A–C) for each patient (I–III).

B14. (2.5 points) The graph below shows the blood glucose level after three hormones I, II and III are administered separately or together.

(1) How do you classify these hormones?

- A. Hypoglycemic
- B. Hyperglycemic

(2) Choose the type of interaction between these hormones.

- A. Additive
- B. Antagonistic
- C. Synergistic
- D. None

(3) Pick the three possible hormones that are consistent with the results shown in the graph.

- A. Insulin
- B. ADH (Vasopressin)
- C. Adrenalin (Epinephrine)
- D. Renin
- E. Glucagon
- F. Angiotensinogen
- G. Cortisol

- H. Calcitonin
- I. Atrial natriuretic peptide

B15. (4 points) The oocytes of a starfish grow within the provided follicle cells in the gonad.

Eventually they cease meiosis at prophase I, and wait as a state of immature eggs. The immature eggs resume meiosis when stimulated and lose their nuclear envelope as shown below.

In order to understand the mechanism of this resumption, the following experiments were conducted.

Experiment 1: When extract from the nerve tissue of adult starfish was added to immature eggs surrounded by follicles, meiosis resumed.

Experiment 2: When extract from the nerve tissue of adult starfish was added to immature eggs from which follicles were removed, meiosis did NOT resume.

Experiment 3: When extract from the nerve tissue of adult starfish was added to follicles after they had been separated from immature eggs, and subsequently the medium was added to immature eggs without follicles, meiosis resumed.

Experiment 4: When extract from the nerve tissue of an adult starfish was added to follicles after separated from immature eggs, and the medium was injected into immature eggs without follicles, meiosis did NOT resume.

Based on these results, four hypotheses were developed.

Hypothesis 1: The extract from the nerve tissue contains a substance which directly acts on immature eggs causing them to resume meiosis.

Hypothesis 2: The extract from the nerve tissue contains a substance which acts on immature eggs to resume meiosis, but the follicle blocks the substance from reaching the immature eggs.

Hypothesis 3: The extract from the nerve tissue contains a precursor of a substance that causes meiosis to resume, which is processed by the follicle into an active compound that causes immature eggs to resume meiosis.

Hypothesis 4: The extract from the nerve tissue induces follicles to secrete a substance which then acts on the cell surface of an immature egg to cause a resumption of meiosis.

Indicate whether each hypothesis is rejected or not.

B16. (2 points) After the nucleus is removed from a fertilized frog egg, it is re-transferred back into the enucleated egg. In another experiment, the nucleus from a gut epithelial cell is transferred into an enucleated egg. In both cases, the eggs grow well and develop normally into tadpoles.

(1) Choose the correct statement from A to E below.

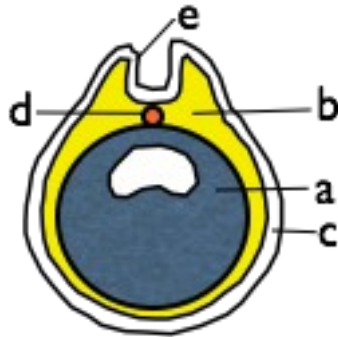
During differentiation from fertilized eggs to tadpole gut epithelial cells:

- A. gene expression patterns do not change.
- B. some genes are not expressed, but the genes themselves are not lost during development.
- C. all the genes are expressed.
- D. the amount of proteins does not change.
- E. the amount of RNAs does not change.

(2) In the experiment above, frog gut epithelial cells were used. If this experiment were performed in mammals, theoretically almost all cell types can be used as a nucleus donor, but a few cell types cannot. Which of the following cell types is NOT appropriate as a donor cell?

- A. B lymphocyte
- B. Liver cell
- C. Mammary gland cell
- D. ES (embryonic stem) cell
- E. Cone cell

B17. (2 points) The figure below represents a cross section of a vertebrate neurula stage embryo.



(1) The following are statements about the tissues and organs derived from (a), (b), (c) and (d) of the figure. Identify whether each statement is True or False and mark "X" in the appropriate box.

- A. Tissues derived from (a) are always associated with those from (b).
- B. The developmental fate of (c) sometimes changes.
- C. (d) differentiates into the backbone (vertebra).
- D. Most of the circulatory system arises from (b).

(2) Neural tube arises from (e). The following are statements about the formation and later development of the neural tube. Identify whether each statement is True or False and mark "X" in the appropriate box.

- A. Cells in the wall of neural tube later differentiate into glial cells as well as nerve cells (neurons).
- B. Lumen in the neural tube is later completely occluded.
- C. Almost all nervous tissue derived from neural tube is central nervous system.
- D. The retinal pigment epithelium in the eye derives from optic vesicle formed from the neural tube.

B18. (3 points) For intracellular infectious bacteria and viruses to successfully invade a cell, they must bind to receptors on the cell surface. HIV, specifically infects helper T cells, which express the CD4 molecule, but not CD8 on their cell surface, making it possible to distinguish helper T cells from other lymphocytes. Thus, CD4 is hypothesized to be a receptor for HIV.

(1) Which two of the following experiments would confirm this hypothesis?

Experiments that examine whether:

- A. an antibody against CD4 added to a co-culture system of CD4-positive T cells and HIV can inhibit HIV infection of T cells
- B. an antibody against CD8 added to a co-culture system of CD8-positive T cells and HIV can inhibit HIV infection of T cells
- C. an antibody against HIV added to a co-culture system of CD4-positive T cells and HIV can inhibit HIV infection of T cells
- D. forced expression of the CD4 gene in HIV-resistant CD4-negative T cells causes a recovery of susceptibility to HIV infection
- E. forced expression of the CD8 gene in HIV-resistant CD8-negative T cells causes a recovery of susceptibility to HIV infection

(2) It is known that HIV cannot infect mice, although the mouse has CD4-positive helper T cells, because mouse CD4 cannot bind to HIV. To study further the mechanism of HIV infection in human cells, the following experiments were carried out, and the results are as follows:

1. When the human CD4 gene is expressed in mouse T cells, HIV can bind to the cells but cannot infect them.
2. When human chemokine receptor (CXCR4) is expressed in addition to human CD4 in mouse cells, HIV is able to infect the cells.
3. When human CD4 and CXCR4 genes are expressed in mouse cells and the cells are cultivated in the presence of SDF-1a, a ligand of CXCR4, infection by HIV is perturbed (altered).

Which of the following sentences states the correct conclusion based on the above experiments?

- A. If CXCR4 is expressed in mouse cells, CD4 is not required for the infection of HIV.
- B. Human CD4 is required for the binding with HIV, and the binding is enhanced by the SDF-1a ligand.
- C. Even if human CD4 is expressed in mouse T cells, CXCR4 is required for binding of HIV to the T cells.
- D. Human CD4 is required for the binding with HIV, but infection of HIV into cells requires help of CXCR4.

B19. (3 points) The majority of humans have erythrocytes that express the Rh (Rhesus) antigen on their cell surface, but some are negative for the Rh antigen.

An Rh-negative woman marries to a heterozygous Rh-positive man and has three children.

(1) What is the probability that all three of their children become Rh-positive?

- A. 1
- B. $1/2$
- C. $1/4$
- D. $1/8$
- E. 0

(2) In which combination below could the second child suffer from hemolytic disease?

- | | First child | Second child |
|----|-------------|--------------|
| A. | Rh-positive | Rh-negative |
| B. | Rh-negative | Rh-positive |
| C. | Rh-negative | Rh-negative |
| D. | Rh-positive | Rh-positive |

(3) Which molecules or cells are mainly involved in causing hemolytic disease in the fetus and newborn infant in case of Rh blood group antigen-incompatibility? Choose TWO correct options from A to F.

- A. T cells
- B. IgM antibody
- C. Complement
- D. Interferon gamma
- E. IgG antibody
- F. Perforin

Ethology

B20. (3 points)

(1) Foraging honeybees usually perform a waggle dance (Figure 1) when they find an attractive food source 100 m or more away from their hive. The duration of the waggle dance indicates the distance to the food source.

The duration of the waggle dance was studied in two honeybee species, *Apis cerana cerana* (*Acc*) and *Apis mellifera ligustica* (*AmI*), when food was placed at varying distances from the hives and the data shown in the graph below.

What were the distances (m) indicated when the average duration of the waggle dances of *Acc* and *AmI* both lasted 800 msec? Answer the distance for each species from the following numbers.

130 160 190 220 250 280 310 340 370 400

(2) Mixed colonies of *Acc* and *AmI* were successfully established by introducing *AmI* pupae into *Acc* colony and *vice versa*. The young individuals of both species were accepted by the colony members of the other species. When the same experiment (Figure 2) was performed on the mixed colonies, the introduced *Acc* and *AmI* workers each showed exactly the same patterns that these species had shown earlier.

In the final experiment, food was placed at 400, 500 and 600 m, all in the same direction, and the introduced *AmI* bees trained to forage at the food source 500 m away. When these bees recruited *Acc* bees from the hive, the latter were found to forage at the food site exactly 500 m away. This was also seen when the reverse experiment was done with *Acc* bees recruiting *AmI* bees.

From these experiments, what can we conclude about the transfer of the encoded and decoded information between the actor and receiver bees, respectively?

B21. (2 points) Red harvester ants (*Pogonomyrmex barbatus*) are social insects and live in underground colonies, in which various functions are carried out by different groups of ants. Below is a picture of one such ant colony. The open circle in the center is the nest entrance. The four types of lines (i to iv) indicate paths followed by different groups of these ants. Match the appropriate groups (A to D) with these lines:

Groups:

- A. Foragers
- B. Patrollers
- C. Nest maintenance ants
- D. Midden workers or refuse pile sorters (those who remove (pile) fecal matter from outside the nest)

B22. (2 points) In birds, there are many ways of singing. This is caused by the fact that brain regulates the action of the syrinx (vocal organ of birds). In a certain species of birds, two kinds of vocalization can be recognized: longer **songs** produced by males in the breeding season, and other simpler **calls** heard outside the breeding season.

(1) If the young chicks of such birds are reared in an environment without sound, adult birds cannot produce the exact longer songs. Which of the following is the most appropriate as explanation of the above statement?

- A. In an environment without sound, differentiation between males and females cannot be attained.
- B. The song is a mode of behavior which is determined by learning after hatching.
- C. In an environment without sound, imprinting of the gene responsible for the song cannot occur.
- D. In an environment without sound, the auditory sense cannot develop.

(2) Although chicken and quail are closely related, their calls are different. An experiment was carried out in which the presumptive brain region of 5-day-old white chicken embryo was substituted by that of a brown quail embryo of the same age. Then the host chicken embryo was incubated. The hatched chicken had some brown parts in its brain, which indicates that these parts were derived from a quail. The calls of this chicken were more similar to that of a quail rather than that of a chicken. Which of the following is the most appropriate conclusion deduced from the experiment?

- I. Calls are species-specific and are determined genetically.
 - II. Calls are determined after hatching.
 - III. Calls are determined by the structure of the syrinx.
-
- A. Only I
 - B. Only II
 - C. Only III
 - D. I and II
 - E. I and III
 - F. II and III

Genetics and Evolution

B23. (4 points) In an experiment on the members of a family with the pedigree shown below, blood plasma and blood cells from different individuals were mixed in pairs to test the presence (p) or absence (a) of coagulation. In this pedigree AB- means that the phenotypes of individual 1 (mother) are AB type and Rh negative (Rh^-), and B+ means that the phenotypes of individual 2 (father) are B type and Rh positive (Rh^+).

The results of this experiment are shown below. A blank box in this table indicates a combination that was not tested in this experiment.

(1) What are the phenotypes of individual 6?

- A. A type and Rh^+
- B. A type and Rh^-
- C. B type and Rh^+
- D. B type and Rh^-
- E. AB type and Rh^+
- F. AB type and Rh^-

(2) Which member of this family is probably homozygous with respect to both the ABO blood group and the Rh loci?

- A. Individual 2
- B. Individual 3
- C. Individual 4
- D. Individual 5
- E. Individual 6

B24. (4 points) In maize a single locus determines the color of the seed; allele *A* results in colored seeds, and allele *a* in colorless seeds. Another locus determines the shape of the seeds; allele *B* results in a smooth shape of the seeds, and *b* in wrinkled seeds.

In a crossbreeding between the plant that grew from a colored and smooth seed and the plant that grew from a colorless and wrinkled seed, the offspring were documented as:

376	had colored and smooth seeds
13	had colored and wrinkled seeds
13	had colorless and smooth seeds
373	had colorless and wrinkled seeds

(1) What are the genotypes of the parents?

- A. $AABb \times aaBb$
- B. $AaBb \times aabb$
- C. $AAbb \times aaBB$
- D. $AaBb \times AaBb$
- E. $aabb \times AABB$

(2) What is the frequency of recombinants?

- A. 0.335%
- B. 1.68%
- C. 3.35%
- D. 6.91%
- E. 48.52%

(3) Three loci C, D and E are located on the same chromosome in this order. Using similar experiments to the above, we found that the frequency of recombinants between C and D is 10% and that between D and E it is 20%. Assuming that crossing over occurs randomly on the chromosome, what is the expected frequency of recombinants between C and E?

B25. (3 points) The evolutionary distance is defined as the number of nucleotide substitutions per nucleotide site between two DNA sequences, and the evolutionary rate is defined as the number of nucleotide substitutions per nucleotide site per year. We sampled two DNA sequences from two species (one sequence from each species), and found that the evolutionary distance between the two sequences is 0.05. We assume that the evolutionary rate is 10^{-8} .

(1) How many years ago did the two sequences diverge?

(2) What is the relationship between the divergence time between the two **sequences** (T1) and the divergence time between the two **species** (T2) in general?

- A. $T1 < T2$
- B. $T1 = T2$
- C. $T1 > T2$

B26. (3 points) Preproinsulin is the primary product of the insulin gene, and consists of 4 major parts: signal, B-chain, C, and A-chain peptides. After several modifications including removal of the signal and C peptides, insulin is obtained.

(1) Which of the following peptides is responsible for the transport of polypeptide into the endoplasmic reticulum?

- A. A-chain peptide
- B. B-chain peptide
- C. C peptide
- D. signal peptide

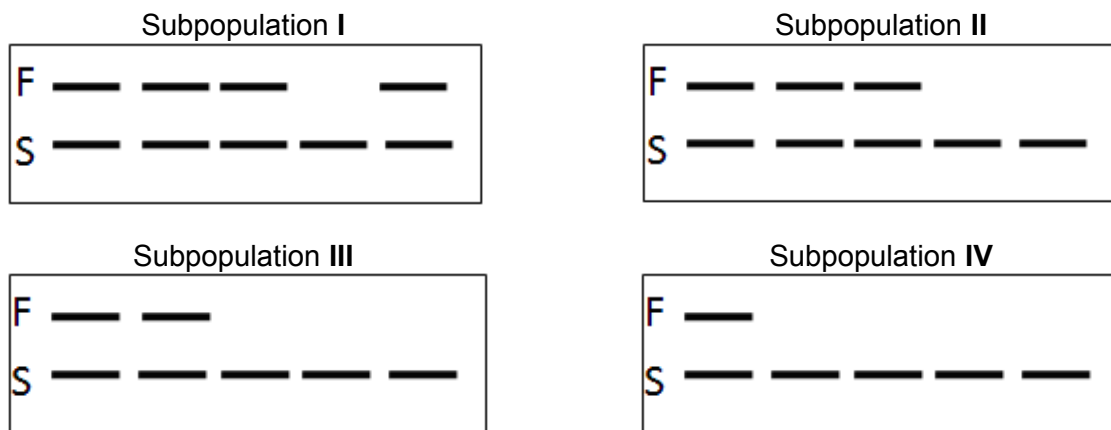
(2) Comparisons of amino acid sequences among mammals show that the sequence similarity between species varies substantially among the peptides. Which of the following is the most likely explanation?

- A. directional selection
- B. frequency-dependent selection
- C. overdominant selection (heterozygote advantage)
- D. purifying selection (selection against deleterious mutations)

(3) Which peptide is likely to differ the most among mammals?

- A. A-chain peptide
- B. B-chain peptide
- C. C peptide
- D. signal peptide

B27. (4 points) In order to quantify genetic diversity of an endangered plant species, genetic variation in subpopulations (I–IV) was examined at the protein level. Subpopulation I is the largest in this species, and the number of individuals in all other subpopulations II, III and IV are each 1/7 of that in subpopulation I. In each subpopulation 5 individuals were sampled. The diagram below shows the results of proteins separated by gel electrophoresis. The band pattern in each lane, which consists of alleles *F* and/or *S*, represents the genotype of each individual at a certain locus.



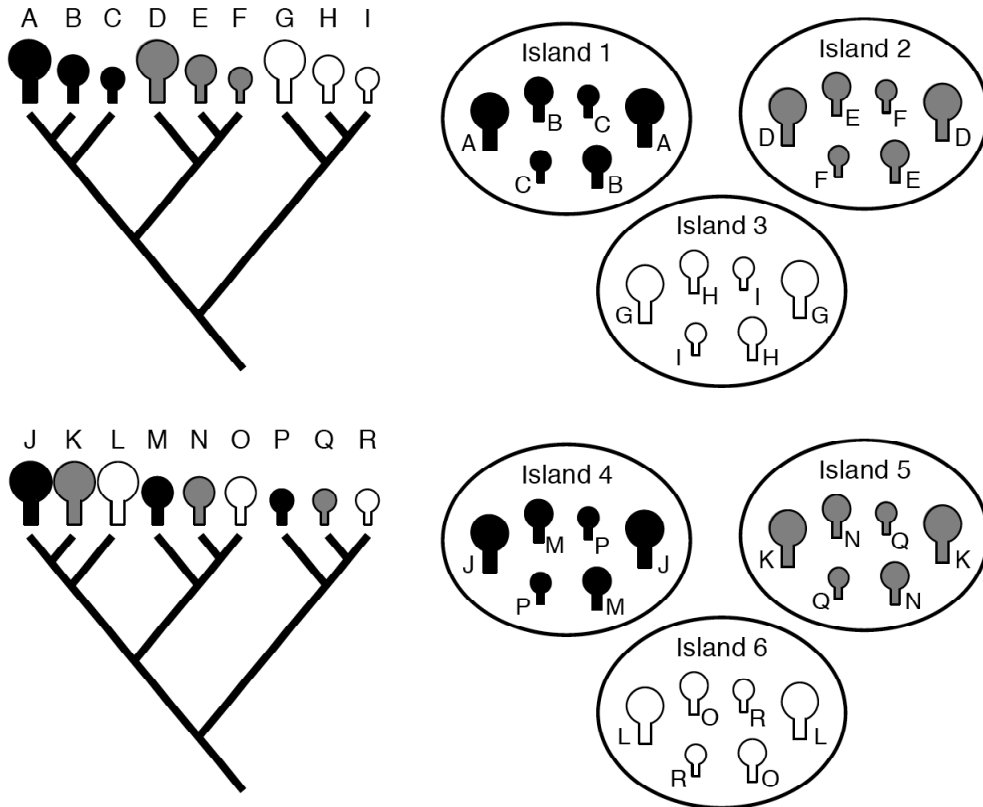
(1) Estimate the frequency of *F* in this species.

(2) Which subpopulation is thought to be the most isolated group?

(3) After several generations, we found that the frequency of F changed substantially in subpopulations II, III and IV, compared with that of subpopulation I. What is the most likely explanation?

- A. Genetic drift
- B. Migration
- C. Mutation
- D. Natural selection

B28. (3 points) Islands are considered as “experimental sites” for biological evolution and community assembly. The diagram below shows two phylogenetic trees, each consisting of 9 species (aA–i and jJ–r) and community assemblies on 6 islands. Phenotypic traits of the species are represented by size and color.



Which of the following explanations are responsible for the mechanisms of community assembly on these islands? Choose THREE correct options from A to H.

Ecology

B29. (3 points) The following diagram shows the cycle of nitrogen compounds in an ecosystem.

- (1) In which of the processes do NOT participate in which of the above two processes bacteria participate? Choose TWO from A to G.
- (2) Which of the processes may include a symbiotic relationship between a species of plant and a species of bacterium?
- (3) Which of the processes do farmers want to inhibit in agricultural land?

B30. (3 points) The relationship between population density (N_t) and population growth rate ($R = N_{t+1} / N_t$) in a certain animal species is shown below.

Choose from the following graphs the appropriate population growth patterns that would be obtained if the population is at the densities (I, II, III) shown in the graph above. Note that the y-axis in A to D is relative density that cannot be compared to the absolute density in the figure.

B31. (2.5 points) Competitive exclusion among species is regulated by various ecological factors. Identify whether the following statements are True or False about this process, and mark "X" in the appropriate boxes.

Competitive exclusion:

- A. is intense among species with similar ecological niches.
- B. is occasionally interrupted by environmental disturbances.
- C. is promoted by species succession.
- D. is alleviated reduced by habitat segregation among species.
- E. occurs because of keystone species.

B32. (3 points) The diagram below shows the results of an experiment on the vine *Ipomoea tricolor*, in which root competition and shoot competition were separated. The average dry mass is indicated by open bars, and the coefficient of variation (ratio of standard deviation / mean) of mass among plants is indicated by hatched bars. Based on the data presented, identify whether the following statements are True or False about the competition mode of this plant species, and mark "X" in the appropriate boxes

- A. Competition for light has more influence on the average mass than competition for soil nutrients.
- B. Under conditions of competition, individual plants have stronger potential to monopolize soil nutrients over others than they can monopolize light. The differences in competitive strength among these plants are larger when competing for soil nutrients than for light.
- C. When grown individually, soil nutrients constitute a limiting factor for growth, but light does not.

Biosystematics

B33. (3 points) At which branches A to E in this phylogenetic tree of green plants were the traits I to VI listed below acquired?

- I. Pollen
- II. Tracheid
- III. Cuticle
- IV. Seed
- V. Carpel
- VI. Multicellular embryo

B34. (5 points) The universal phylogenetic tree based on molecular sequencing analysis shows three major groups of living organisms as shown below. Woese proposed the concept of three domains in living organisms in the 1990s based on such a tree.

(1) What was the molecule used for the construction of the universal phylogenetic tree? What was the benefit of this molecule for the universal tree? Choose the combination of the molecule and benefit.

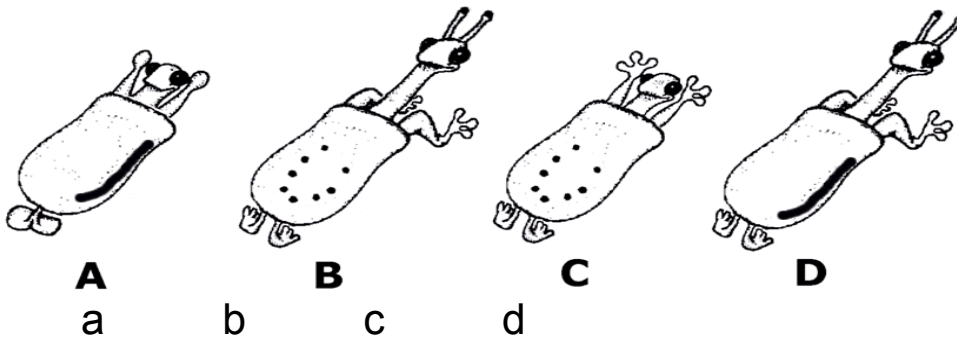
(2) The two broken arrows indicate hypothesized endosymbiotic events whereby members of Domain I became endosymbionts of Domain II. What are the two organisms that were involved in these events, what did they become in the cells of Domain II and what is their current biological function in the Domain II organisms?

(3) Which of the following corresponds to domains I, II or III?

- A. Archaea
- B. Bacteria
- C. Eukarya

B35. (4 points) Joseph Camin, a taxonomist, invented artificial non-existing creatures, the *Caminalcules*, for his students. Below are depicted four different Caminalcules.

Take a close look at the following four Caminalcules:



(1) For these four Caminalcules, choose an appropriate cladogram by focusing upon the following characteristics. The most likely tree should be the one where the largest number of characters can be mapped in the internal branch.

1. Antenna
2. Belly spots
3. Elbow
4. Fingers
5. Neck
6. Spots Lines at the side
7. Posterior legs

(2) Choose characteristics from the list in question (1) which presumably evolved convergently (independently lost or acquired) in two species of the four.

(3) Assuming that “Caminalcule a” is a sister taxon of the other species, choose an appropriate rooted tree from the following.

* * * * * END OF PART B * * * * *