

Country: _____

Student Code: _____

23-я МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

8 – 15 июля, 2012

СИНГАПУР



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕСТ - ЧАСТЬ 2

Все ответы записывайте в **ЛИСТ ОТВЕТОВ**

Дорогие Участники

Для ответа на вопросы этой теоретической работы вам даётся в общей сложности 3 часа (180 минут).

Для ответов на все вопросы используйте **Лист Ответов**, который прилагается отдельно.

Ответы, вписанные в Лист Вопросов, оцениваться **НЕ** будут.

Вписывайте ваши ответы разборчиво. **Имейте в виду, что возможно более одного правильного/неправильного ответа и все клетки должны быть заполнены.**

Например:

a	b	c	d	e
x	✓	x	x	✓

ПРИМЕЧАНИЕ: Некоторые из вопросов могут быть отмечены “Пропустить” / “Удалён”. НЕ отвечайте на эти вопросы. Кроме того, прочитайте вопрос полностью, перед тем как приступить к ответу, текст вопросов может быть продолжен на следующей странице.

Максимальное количество баллов за эту работу - 93,4 (*.может измениться!*)

Когда прозвучит звонок об окончании теста, **НЕМЕДЛЕННО** прекратите отвечать на вопросы и отложите ручку.

По окончании теста будут собраны как Ваши Листы Ответов, так и Вопросы Теоретического Задания.

Желаем Вам удачи! 😊

БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ

1. В разных местах вокруг школы были взяты четыре пробы, содержащие смесь микроорганизмов. Каждую пробу культивировали на питательной среде, содержащей все необходимые элементы (в ионной форме) за исключением углерода. Вначале среда была прозрачной (т.е. не мутной), затем пробы поместили на качалку для культивирования в темноте в течение 24 часов (Фаза I). Затем культивирование было продолжено при ярком освещении в течение 24 часов (Фаза II), а затем следующие 24 часа в темноте (Фаза III). В конце каждой фазы измерялась мутность проб и данные заносились в таблицу.

Проба	Конец фазы		
	I	II	III
1	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная
2	Прозрачная	Слегка мутная	Слегка мутная
3	Слегка мутная	Более мутная	Очень мутная
4	Слегка мутная	Слегка мутная	Слегка мутная

Какие из следующих организмов (a-d) вероятно находились в пробах от 1 до 4? Отметьте в **Листе Ответов** знаком (✓) наличие и знаком (✗) отсутствие. (3,2 балла)

- фотоавтотрофные микроорганизмы
- хемоорганотрофные микроорганизмы
- микроорганизмы, несущие внутриклеточные запасные гранулы, такие как тельца включения
- микроорганизмы, имеющие в своих клетках тилакоидные мембраны

2. Клетка палочкообразной бактерии несет многочисленные пили, покрывающие всю ее поверхность. Эти структуры способны удлиняться и укорачиваться. Отметьте знаком (✓) правильную(ые) функцию(и) этих структур (a – d), а неправильный(е) ответ(ы) знаком (*).

(1 балл)

- a. рекомбинация (половой процесс)
- b. присоединение к поверхности
- c. активное движение в растворе
- d. для защиты

3. Был сделан поперечный срез двух бактериальных клеток. Клетка бактерии А покрыта одной мембраной, тогда как бактерия В покрыта двумя мембранами, разделёнными узким пространством, содержащим пептидогликаны. Определите **в Листе Ответов**, какая из бактерий является соответственно Грам-положительной, а какая Грам-отрицательной (0,4 балла)

4. Было проведено исследование наличия регуляторного элемента, расположенного выше старта транскрипции эукариотического гена. Предварительно *методом компьютерного моделирования*, было осуществлено выравнивание последовательностей нуклеотидов от -37 до -26 для 900 разных генов. Полученные данные по проценту гомологии показаны в таблице ниже.

		-37 (5')											-26 (3')
Частота оснований (%)	A	21	16	4	91	0	95	67	97	52	41	16	24
	C	23	39	10	0	0	0	0	0	0	9	35	37
	G	28	35	3	0	0	0	0	3	12	40	38	30
	T	28	10	83	9	100	5	33	0	36	10	11	9

- 4.1. Основываясь на полученных данных, предскажите наиболее вероятную последовательность нуклеотидов на участке от -35 до -29 внутри консервативного региона, который является существенным для выполнения его регуляторной функции. Внесите в соответствующие клетки в **Листе Ответов** символы А, С, Т и G. (1,4 балла)

- 4.2. Делеция нуклеотидов в положении от -50 до -26 в некоторых генах резко снижает связывание РНК-полимеразы с данными генами. Какой(ие) тип(ы) элементов последовательности могут представлять собой нуклеотиды от -50 до -26? Обозначьте правильный(ые) ответ(ы) знаком (✓), а неправильный(ые) ответ(ы) знаком (✗) **в Листе Ответов**. (1 балл)

5. Гормоны регулируют физиологические процессы в различных специализированных клетках. Соотнесите перечисленные ниже гормоны (а – е) с физиологическими процессами (I – VII), которые они регулируют. Учтите, что некоторые процессы могут регулироваться более чем одним соответствующим гормоном. (2,8 балла)

Гормон	Физиологический процесс
a. инсулин	I. глюконеогенез
b. кортизол	II. гликогенез
c. глюкагон	III. гликогенолиз
d. тиродный гормон	IV. липолиз
e. адреналин	V. липогенез
	VI. катаболизм белков
	VII. анаболизм белков

6. Что из перечисленного позволяет клеточной мембране сохранять жидкое состояние при низких температурах? Укажите правильный(е) ответ(ы) знаком (✓), а неправильный(е) ответ(ы) знаком (*). (0,8 балла)
- использование активного транспорта
 - котранспорт глюкозы и протона
 - увеличение процента ненасыщенных фосфолипидов в мембране
 - снижением числа гидрофобных белков в мембране

7. Клеточные нарушения часто могут приводить к развитию нарушений или заболеваний в нашем организме. Соотнесите каждое из следующих клеточных изменений (I – V) с нарушениями, которые они вызывают наиболее вероятно (a – e). (1,5 балла)

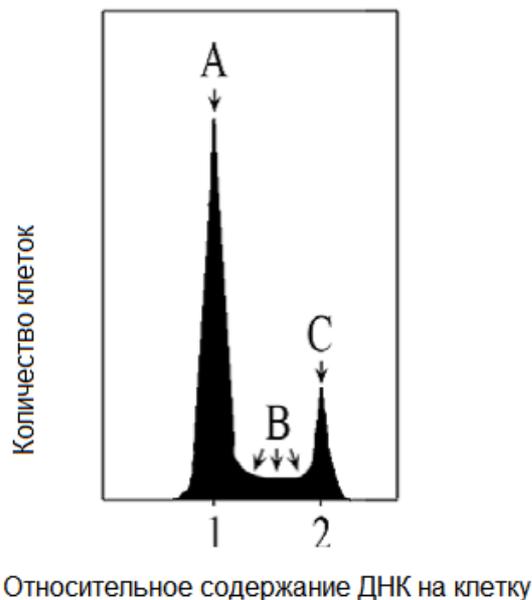
Клеточные нарушения:

- I. изменённый клеточный рецептор
- II. неконтролируемое деление клеток
- III. изменённый транспортный мембранный белок
- IV. отсутствие фермента
- V. отсутствие структурного белка

Нарушения:

- a. У ребёнка хронические инфекции дыхательных путей; выделения его пищеварительного тракта и лёгких густые и в его поту наблюдается высокий уровень Na^+ и Cl^- .
- b. У молодого человека боль в грудной клетке и биопсия установила наличие изменённых неспециализированных метастазных клеток.
- c. У фенотипически нормального мальчика был диагностирован синдром андрогенной нечувствительности; у него 46 хромосом, XY.
- d. У маленького мальчика прогрессирующая слабость и истощающая атрофия икроножных мышц.
- e. Больные дети постепенно теряют навыки и зрение, у них накапливаются значительные количества липидов в мозговых клетках. Смерть наступает в раннем возрасте. Это заболевание неизлечимо.

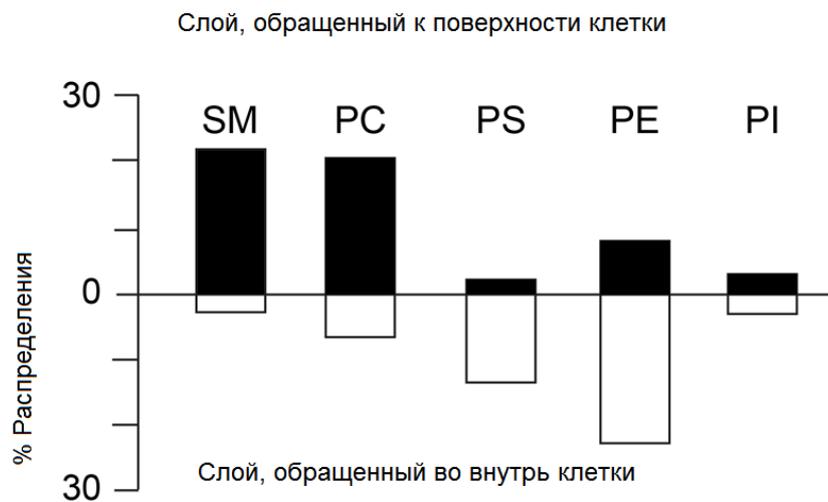
8. Популяция делящихся клеток была окрашена красителем, который при взаимодействии с ДНК начинал флуоресцировать. Затем при помощи проточного клеточного сортера (FACS) по уровню флуоресценции было определено содержание ДНК в каждой клетке, как показано на графике ниже.



- a. Определите, исходя из графика, какая группа клеток (A – C) находится в фазе S клеточного цикла? (0,9 балла)
- b. Какая группа этих клеток (A – C) находится в САМОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ фазе клеточного цикла? (0,9 балла) Отметьте подходящий(е) ответ(ы) знаком (✓), а неподходящий(е) ответ(ы) знаком (✗).
9. Фосфолипиды – это класс липидов, которые являются основными компонентами всех клеточных мембран, так как они способны образовывать бислойные структуры.
- 9.1. Отметьте правильное(ые) утверждение(я) знаком (✓), а неправильное(ые) утверждения знаком (✗). (0,8 балла)
- a. Гидрофобные хвосты ориентированы вовнутрь клеточной мембраны.
- b. Жирные кислоты, присутствующие в мембране, не имеют двойных связей.
- c. После включения в состав мембраны, фосфолипиды остаются в ней постоянно.

d. Белки расположены в бислой случайным образом.

9.2. Для плазматической мембраны млекопитающих характерно присутствие различных типов фосфолипидов (SM, PC, PE, PS и PI). На диаграмме ниже показано процентное распределение каждого типа фосфолипидов в плазматической мембране эритроцитов человека по монослоям.



Отметьте правильное(ые) утверждение(я) знаком (✓), а неправильное(ые) утверждение(я) знаком (*). Указанные величины являются относительными. (0,8 балла)

- Можно заключить, что как правило, мембраны асимметричны.
- 24% общих мембранных фосфолипидов приходится на долю SM и 4% на долю PI.
- 80% фосфолипидов внутреннего монослоя мембраны приходится на долю PE и 16% на долю PC.

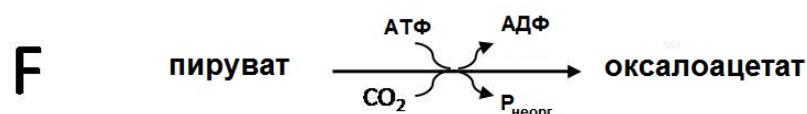
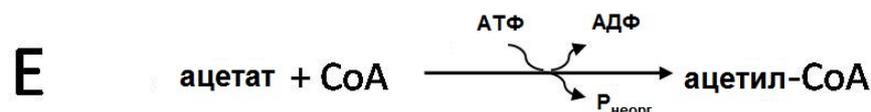
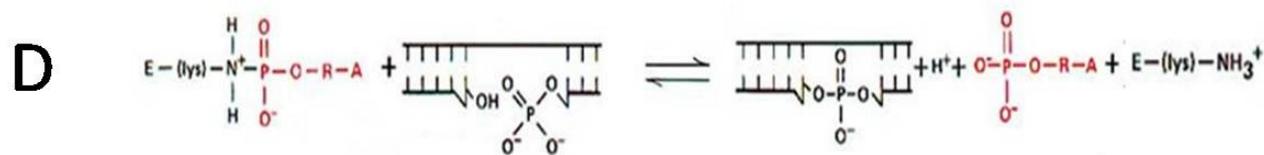
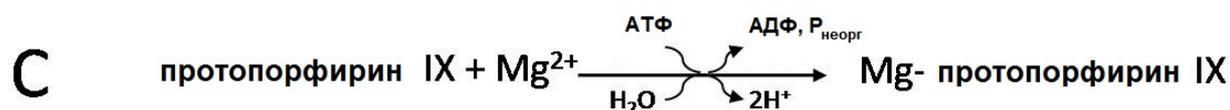
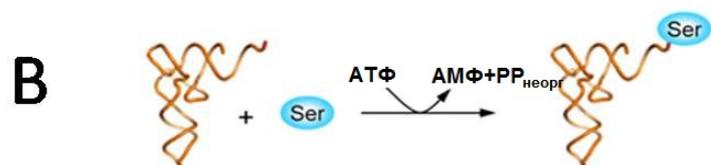
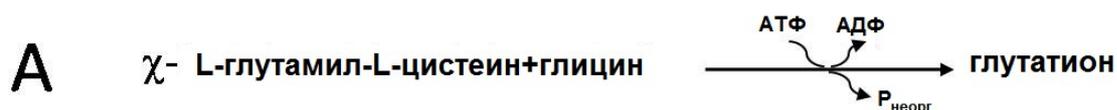
-
- d. Большая часть PC находится во внешней мембране эритроцитов, тогда как большая часть PE и PS находится во внутренней мембране эритроцитов.

10. При изучении риса было обнаружено, что гибберелины (GA) могут играть важную роль в росте проростков. Белок-репрессор GA, (GARP), контролирует экспрессию генов, индуцируемых GA. Этот белок содержит два домена: (i) регуляторный домен (DELLA) и (ii) репрессорный домен (GRAS). GA связывается со своим рецептором, прикрепляется к домену DELLA и способствует соединению репрессорного домена с 'SCF убиквитин-лигазным комплексом'. Это приводит к тому, что репрессорный белок узнается и разрушается протеосомами. В свою очередь это приводит к экспрессии индуцируемого GA гена и росту проростков. Основываясь на этой информации, отметьте рост проростков с мутацией потери функции домена DELLA или домена GRAS знаком (✓) в присутствии или отсутствие гибберелинов, и знаком (✗) ожидаемое отсутствие роста **в Листе Ответов** (1,2 балла)

11. Следующие ферменты (1 – 6) катализируют образование химических связей, от I до VI.

Фермент	Тип связи
1. ДНК-лигаза	I. Связь углерод-кислород
2. Хелатаза магния	II. Связь углерод-сера
3. Ацетат-КоА-синтетаза	III. Связь углерод-азот
4. Аминоацил-тРНК-синтетаза	IV. Связь углерод-углерод
5. Пируваткарбоксилаза	V. Фосфоэфирная связь
6. Глутатион-синтетаза	VI. Связь азот-металл

Реакции, катализируемые ферментами, представлены ниже:



Соотнесите ферменты и соответствующие им ферментативные реакции с соответствующими типами связей. (2,4 балла)

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

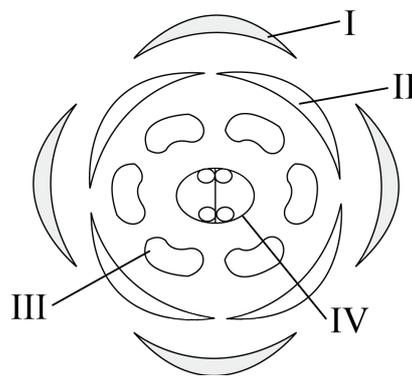
12. Клеточная стенка у растений ограничивает растяжение клетки. Растущие клеточные стенки быстрее растягиваются в кислой среде. Ключевую роль в растяжении клеточной стенки во время роста играет группа белков, называемых экспансинами. В эксперименте выделенные гипокотили огурцов одинаковой длины были подвержены следующим обработкам (1 – 4), а затем присоединены к экстенсометру (прибору для измерения растяжения) с целью измерения растяжения гипокотила.

	Ход обработки
1	Обработка фузикоцином (веществом, активирующим H^+ -АТФ-азу в плазматической мембране) и выдерживание в буфере при рН 7
2	Обработка фузикоцином (веществом, активирующим H^+ -АТФ-азу в плазматической мембране), нагревание и выдерживание в буфере при рН 4,5
3	Нагревание и последующее выдерживание в буфере при рН 4,5
4	Нагревание, затем выдерживание в буфере при рН 4,5 с добавлением гомогената, экстрагированного из участка, находящегося сразу за точкой роста гипокотила другого огурца

Длина гипокотила может либо возрастать, либо оставаться постоянной. Представьте результат стрелкой () в случае увеличения длины или знаком () в случае сохранения той же длины при различных обработках. (1,2 балла)

13. Модель ABC объясняет, каким образом три гомеотических гена регулируют образование частей цветка:

- Активность одного гена А определяет образование чашелистиков
- Активность обоих генов А и В необходима для образования лепестков
- Активность генов В и С приводит к образованию тычинок
- Активность одного гена С определяет образование плодолистиков
- Ген А и ген С взаимно угнетают друг друга



Укажите, какие части цветка (I – IV) развиваются у мутанта с потерей активности гена В?

Внесите результат **в Лист Ответов**. (1,2 балла)

- a. чашелистик
- b. лепесток
- c. тычинка
- d. плодолистик

14. Укажите тип клеточного деления при образовании органов/клеток и пloidность этих клеток. Обозначьте митоз символом I и мейоз символом II. (2 балла)

15. Delves с сотрудниками (1986) изучал влияние различных органов на образование клубеньков. Для определения регуляторной роли стебля или корня в образовании клубеньков они привили на растение *дикого типа* (сорт Bragg) два растения-мутанта (*nts382* и *nts1116*). Привои обработали *Bradyrhizobium japonicum* штамм USDA110 и собрали через 9 недель. С каждого растения были собраны и подсчитаны клубеньки и определён их сухой вес. Результаты обобщены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Усиленное образование клубеньков у сорта Bragg

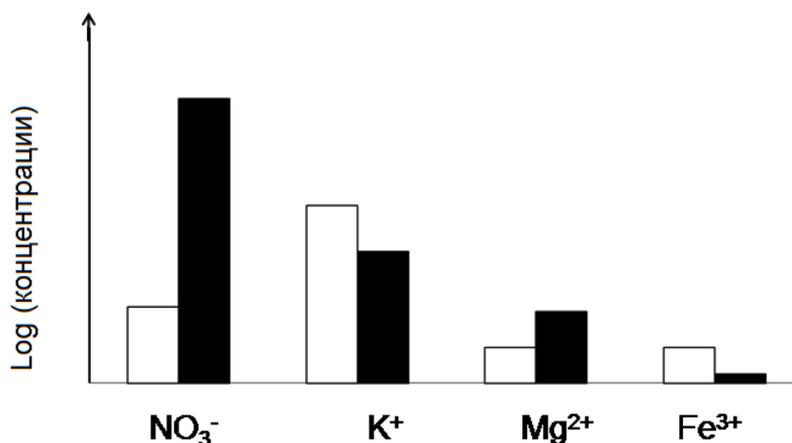
Привой (Надземная часть/Корень)	Количество клубень- ков на растение	Вес клубеньков <i>mg dry wt nodule</i> <i>g⁻¹ dry wt plant</i>
<i>nts382/nts382</i>	249 ± 90	139 ± 101
<i>nts1116/nts382</i>	71 ± 18	110 ± 5
Bragg/nts382	11 ± 5	2 ± 1
<i>nts382/nts1116</i>	251 ± 46	182 ± 16
<i>nts1116/nts1116</i>	64 ± 6	14 ± 5
Bragg/nts1116	8 ± 3	3 ± 1
<i>nts382/Bragg</i>	182 ± 35	56 ± 28
<i>nts1116/Bragg</i>	48 ± 4	9 ± 2
Bragg/Bragg	8 ± 1	2 ± 1

Отметьте правильное(ые) утверждение(ия) знаком (✓) и неправильные знаком (✗) в

Листе Ответов. (1,8 балла)

- a. Генетические факторы, экспрессирующиеся в стебле, влияют на число клубеньков, присутствующих в корне.
- b. Генетические факторы, экспрессирующиеся в корне, влияют на общую массу клубеньков.
- c. Привои компенсируют увеличенное число клубеньков более низкой массой одного клубенька.

16. На диаграмме показаны концентрации различных элементов в питательном растворе (□) и в клетках корня (■) после 2 недель роста растения. Основываясь на представленном ниже графике, укажите **в Листе Ответов** подходящий(ие) ответ(ы) знаком (✓), а неподходящие знаком (*). (2,4 балла)



17. Вещество Z, образующееся в прорастающих семенах ячменя (*Hordeum*), участвует в синтезе α -амилазы клетками алейронового слоя. Для более точного изучения роли Z, промотор гена α -амилазы был слит с геном β -глюкуронидазы (фермента, образующего с определённым субстратом окрашенный в голубой цвет продукт). Затем трансгенные растения были исследованы при различных условиях на наличие голубого цвета в клетках алейронового слоя при добавлении субстрата для β -глюкуронидазы. Результаты представлены в таблице ниже:

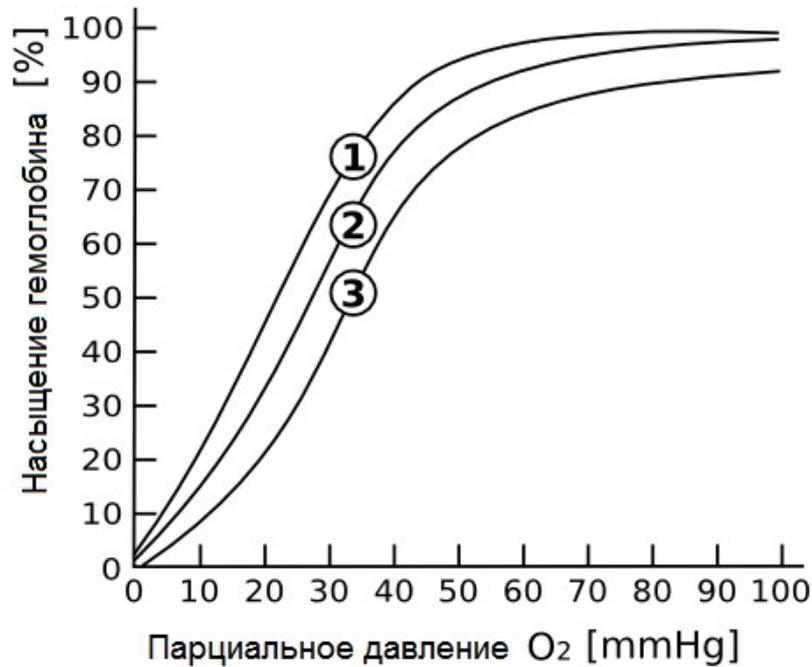
Условия эксперимента	Клетки алейронового слоя с голубой окраской
Нормальные семена	Присутствуют
Семена с удалённым зародышем	Отсутствуют
Семена без зародыша + Z	Присутствуют
Изолированные протопласты клеток алейронового слоя	Отсутствуют
Изолированные протопласты клеток алейронового слоя + Z	Присутствуют

Укажите правильное(ые) утверждение(я) относительно вещества Z знаком (✓), а неправильное(ые) утверждение(я) знаком (✗). (1 балл)

- a. Вещество Z вероятно является фактором транскрипции гена α -амилазы у ячменя.
- b. Вещество Z образуется в алейроновом слое.
- c. Вещество Z образуется в зародыше.
- d. Вещество Z образуется в перикарпе
- e. Вероятно вещество Z - это этилен

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

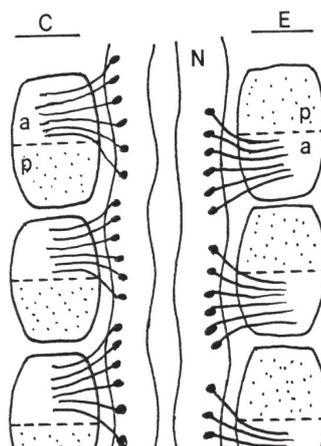
18. Кривая насыщения O_2 гемоглобина человека в крови при нормальном физиологическом состоянии при pH 7,4 представлена кривой (2). При различных условиях эта кривая может сдвигаться к (1) или к (3). Укажите соответствующую кривую (1 или 3) при условиях, перечисленных в таблице **в Листе Ответов**. (2 балла)



19. Том гнался за похитителем и достиг его через 80 метров. Какой из следующих биохимических процессов в его мышцах играл в этой погоне основную роль? Укажите правильный ответ знаком (\checkmark), а неправильные ответы знаком (\times). (1 балл)
- a. окисление жирных кислот
 - b. гликолиз
 - c. глюконеогенез
 - d. гликогенолиз
 - e. протеолиз

20. Рисунок ниже представляет собой схематическую зарисовку продольного среза зародыша цыпленка, изображающего отросток аксона двигательного нейрона после экспериментального вмешательства. N обозначает нервную трубку, из которой впоследствии развивается спинной мозг. Сегментированные структуры, обрамляющие нервную трубку, это сомиты, из которых развиваются мышцы и позвонки. Сомиты состоят из переднего (a) и заднего (p) сегментов.

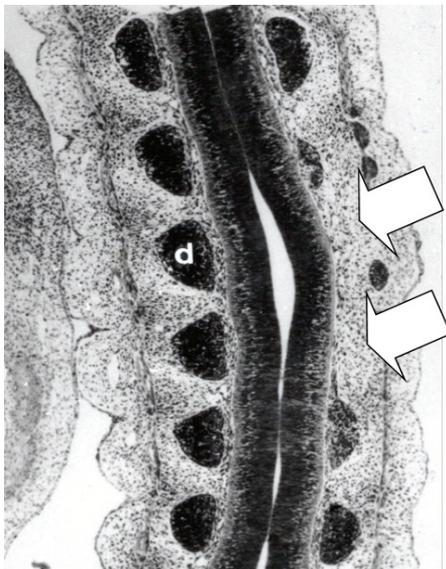
На контрольной стороне, обозначенной (C), направление сомитов исходное, тогда как на экспериментальной стороне, обозначенной (E), направление некоторых сомитов было изменено хирургически на противоположное. Цель эксперимента состояла в определении, зависит ли характер роста двигательного аксона от ориентации сомитов.



Основываясь на рисунке, укажите правильный(е) вывод(ы) знаком (✓), а неправильные(е) вывод(ы) знаком (✗). (2 балла)

- Аксоны растут из нервной трубки независимо от ориентации сомитов.
- Аксоны растут преимущественно через передний сегмент сомита.
- Аксоны растут преимущественно через задний сегмент сомита.
- Сегментированный характер роста аксона является свойством самих двигательных нейронов.
- Характер сегментации сомита определяет характер сегментации двигательного нейрона.

21. Дорзальные корневые ганглии (спинные корневые узлы) образуются путём миграции клеток нервного гребня из нервной трубки при развитии эмбриона. Клетки нервного гребня, образующие нервные узлы, дифференцируются в сенсорные нейроны.
- В эксперименте у двухдневного зародыша цыплёнка хирургическим путём были удалены передние сегменты двух сомитов (указано стрелками). Зародыш развивался до момента, когда на пятый день происходило формирование спинных корневых узлов (d). На изображении ниже правая сторона зародыша являлась экспериментальной (E), а левая сторона контрольной (C). Обратите внимание, что 'узлы' беспорядочно расположены в части E (в непосредственной близости к стрелкам).



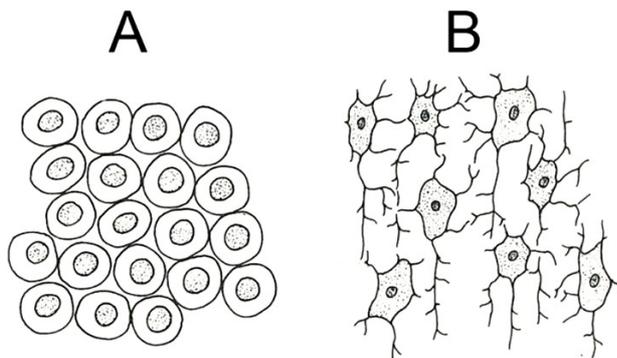
Основываясь на представленном выше изображении укажите правильны(е) вывод(ы) знаком (✓), а неправильный(е) вывод(ы) знаком (*). (1,6 балла)

- Характер сегментации ганглия является вторичным по отношению к сегментации сомитов.
- Сегментация ганглиев зависит от наличия переднего сегмента сомита.
- Эктопические ганглии вероятно образуются из-за того, что потеря сомитами передних сегментов нарушает нормальный путь миграции клеток нервного гребня.
- Сомиты могут регенерировать после хирургической операции.

22. Сопоставив наблюдения и выводы из **Вопросов 20 и 21**, становится совершенно очевидно, что передний сегмент сомитов способствует росту двигательных нейронов и миграции клеток нервного гребня. Отметьте правильное(ые) умозаключение(я) знаком (✓), а неправильное(ые) знаком (*). (1,5 балла)

- a. Передние сегменты сомитов вероятно выделяют молекулы внеклеточного матрикса, которые направляют рост аксонов и миграцию клеток нервного гребня.
- b. Молекулы, выделяемые передними сегментами сомитов вероятно являются адгезивными белками контактного ингибирования.
- c. Задние сегменты сомитов могут вырабатывать «отталкивающие» молекулы, которые избегаются аксонами и клетками нервного гребня.

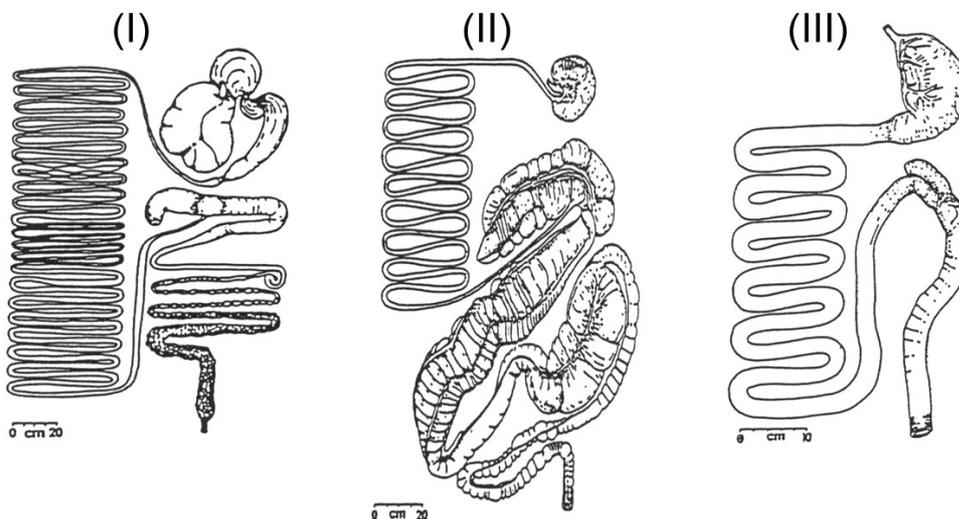
23. Поперечный срез спинного мозга был рассмотрен под микроскопом при большом увеличении. Укажите, какой рисунок (А или В: изображение непропорционально размеру, без масштаба) соответствует серому, а какой белому веществу. (0,6 балла)



24. Концентрация глюкозы в крови регулируется гомеостазом. Укажите концентрации, при которых происходят следующие явления. Используйте символы (✓) и (✗) для обозначения высокой и низкой концентрации глюкозы в крови соответственно. (1,2 балла)

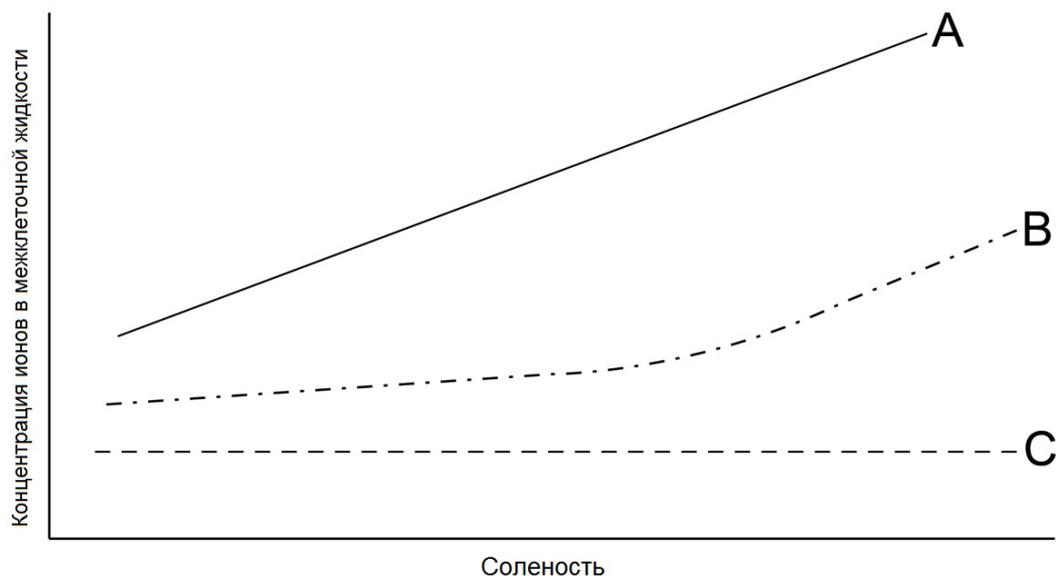
- регистрируется α -клетками островков Лангерганса
- возрастает выделение инсулина
- превращает гликоген в глюкозу
- увеличивает скорость поглощения глюкозы клетками из крови
- стимулирует синтез жиров
- стимулирует образование глюкозы из аминокислот

25. Соотнесите пищеварительные системы (I – III) с соответствующими приспособлениями у животных к питанию (а – с). (1,5 балла)



- плотоядные с ограниченной пост-желудочной ферментацией
- травоядные с интенсивной пост-желудочной ферментацией
- травоядные с интенсивной пре-желудочной ферментацией

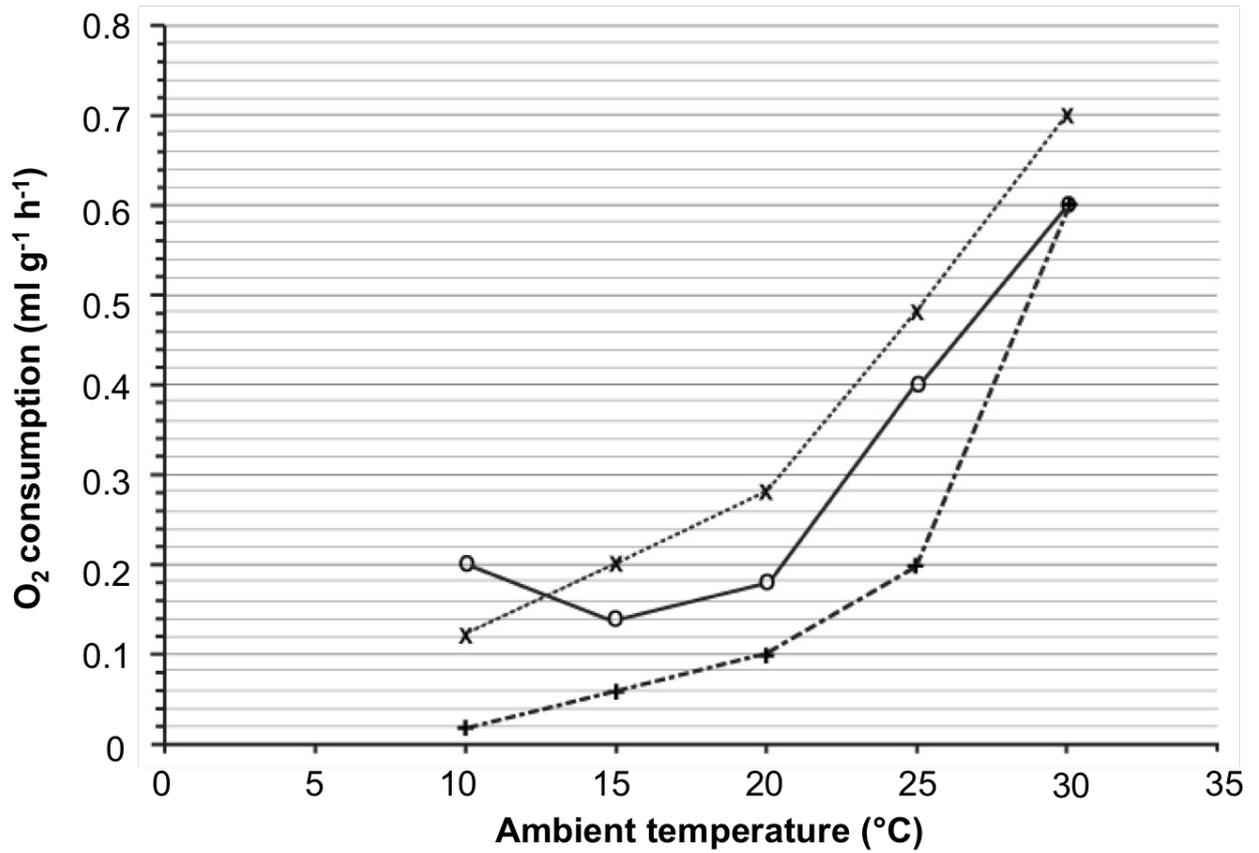
26. График внизу показывает различные реакции морских животных на изменение солёности.



Особенно сильные и продолжительные дожди привели к падению солёности в реке с 28 ppt до 8 ppt. Это вызвало гибель многих мягкотелых водных организмов. Какая группа организмов выживет лучше всего? Дайте ваш ответ **в Листе Ответов** (1 балл)

27. Значение Q_{10} часто используется для описания влияния температуры на скорость многих реакций, принимающих участие в биологических процессах. Значение Q_{10} это соотношение констант скорости k_1 (при $t + 10\text{ }^\circ\text{C}$) и k_2 (при $t\text{ }^\circ\text{C}$) [k_1 / k_2].

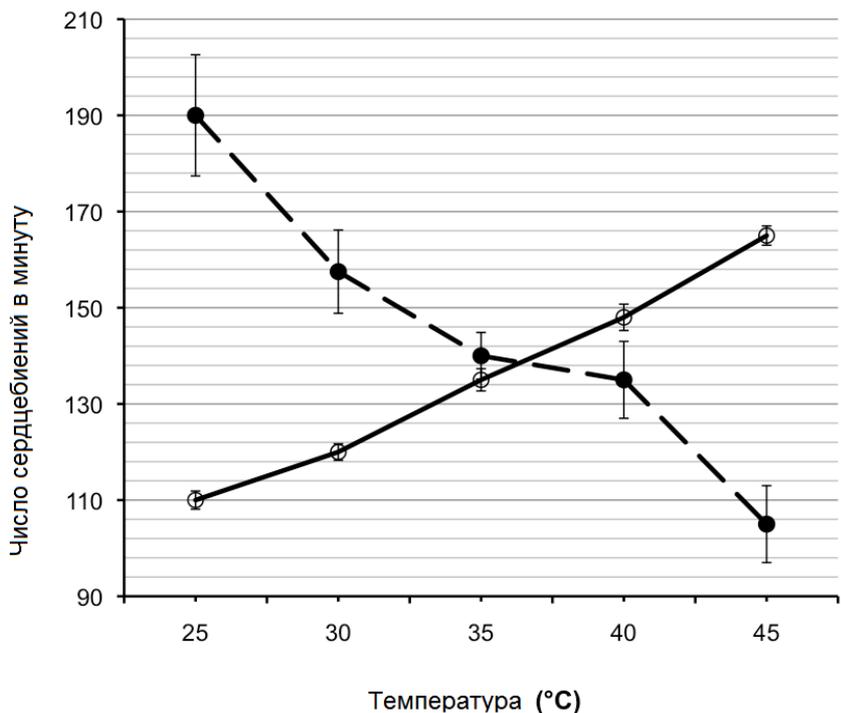
27.1. Используя представленные ниже данные потребления кислорода тремя организмами, подсчитайте значения Q_{10} для температурных интервалов (i) 10 – 20 $^\circ\text{C}$, (ii) 15 – 25 $^\circ\text{C}$, и (iii) 20 – 30 $^\circ\text{C}$. (3,6 балла)



примечание: A: --- X--- B: — O — C: - - +

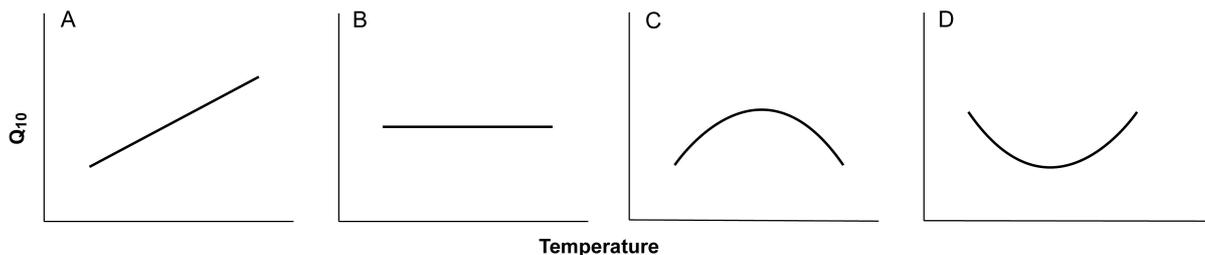
27.2. Классифицируйте организмы (A – C) как экзотермный(е) или эндотермный(е). (0,9 балла)

28. Крабы-привидения (*Ocypode ceratophthalmus*) широко распространены на тропических побережьях. Взрослые животные ведут ночной образ жизни, прячась днём в своих норах. Молодые особи активны в дневное время суток. Взрослые крабы, как правило, выкапывают норы выше по береговой линии, чем молодые особи. Частота ударов сердца у молодых и у взрослых особей определялась при различных температурах.



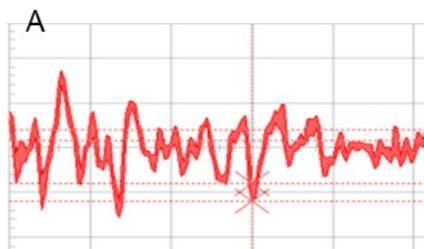
● молодые крабы; ○ взрослые крабы

28.1. На графиках (A – D) ниже показаны типичные физиологические реакции организмов на изменение температуры, выраженные в изменении значений Q_{10} . Выберите правильные графики для двух стадий развития краба. (1 балл)

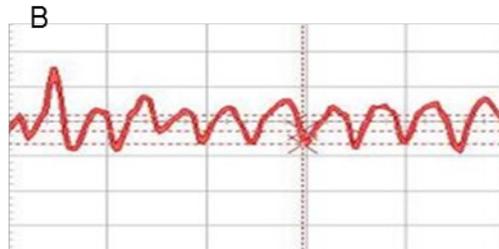


28.2. Характер сердцебиения крабов при 30 °С в течение 5 с показан на рисунке ниже.

Правильно сопоставьте характер сердцебиения со стадией развития краба. (1 балл)



Время



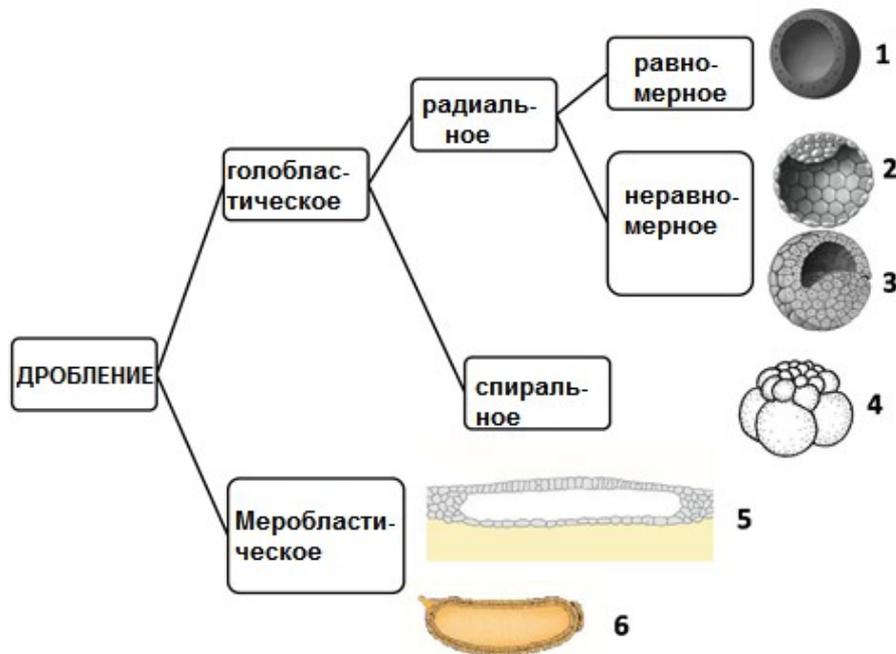
Время

28.3. Укажите правильное(ые) утверждение(я) знаком(✓), а неправильное(ые) знаком (✗).

(1,6 балла)

- Поскольку частота сердцебиения и уровень метаболизма тесно взаимосвязаны, это исследование доказывает, что у более мелких организмов базальный метаболизм более высокий независимо от температуры.
- Более частое сердцебиение у молодых крабов компенсируется более значительной потерей тепла из-за пропорционально большего соотношения площади поверхности к объёму.
- Взрослые крабы ведут ночной образ жизни, так как они недостаточно толерантны к температуре, предпочитая днём прятаться в норах.
- Физиологический ответ на температурный стресс остаётся постоянным по мере роста крабов-привидений.

29. Типы дробления и бластулы (1 – 6) зародышей некоторых животных показаны ниже:



29.1. Соотнесите характер дробления и тип бластулы (1 – 6) с соответствующими животными. Используйте Р для обозначения протостома и D для дейтеростома. (1,2 балла)

29.2. Определите главный фактор, влияющий на дробление. (1 балл)

- a. ядерно-цитоплазматическое соотношение яйца
- b. толщина мембраны яйца
- c. количество желтка
- d. общий объём зиготы

ЭТОЛОГИЯ

30. Зелёные мартышки (*Cercopithecus aethiops*) предупреждают принадлежащих обезьян своей группы при помощи специфических предупреждающих сигналов, соответствующих типу хищника, такого как орлы, леопарды или змеи. В зависимости от типа этих сигналов, группа обезьян избирает подходящий метод спасения. Новорожденная зеленая мартышка в состоянии воспроизводить все эти сигналы, но она не знает, в каком случае необходимо использовать какой сигнал. Если детёныш мартышки подаёт соответствующий орлу сигнал в тот момент, когда над ним пролетает воробей, взрослые мартышки смотрят на небо и затем игнорируют сигнал. Однако если орёл действительно парит в небе, то вся группа присоединяется к предупреждению. Иногда матери-мартышки наказывают своих детёнышей за ошибочные сигналы.

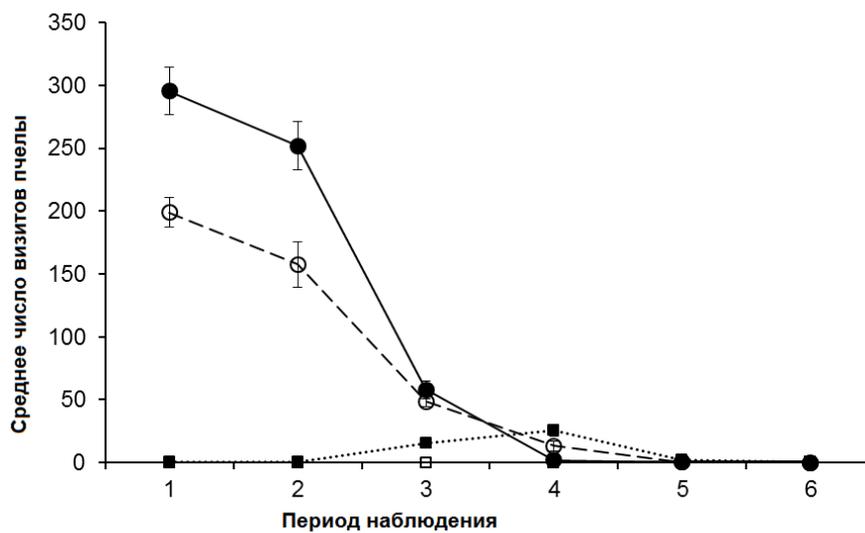
Какой из следующих типов обучения связан с развитием сигналов предупреждения у детёнышей мартышек? Укажите в таблице, предоставленной **в Листе Ответов**, правильный(е) ответ(ы) знаком(✓), а неправильное(ые) знаком (*). (0,8 балла)

- a. импринтинг
- b. ассоциативное обучение
- c. решение проблем
- d. социальное обучение

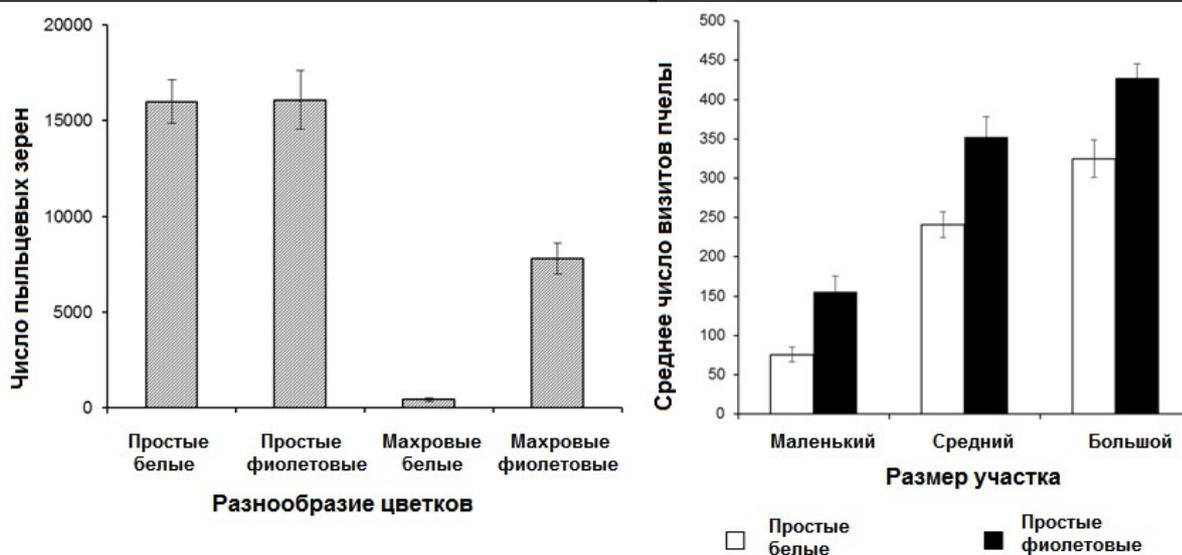


© 2011 Pearson Education, Inc.

31. Азиатская пчела, *Apis cerana*, является первичным опылителем у портулака крупноцветкового (*Portulaca grandiflora*). Было исследовано опыление пчёлами цветков четырёх разновидностей *P. grandiflora*: с белыми цветками (простыми и махровыми) и с фиолетовыми цветками (простыми и махровыми). Были зарегистрированы визиты пчёл к цветкам четырёх разновидностей во время шести периодов наблюдения, каждый продолжительностью полчаса в промежутке между 9:30 и 12:30 часами. Также было определено образование пыльцы в расчете на цветок для цветков четырёх разновидностей растений. Пчёлам были предложены три участка различного размера с цветками (маленькие, средние и большие: с 20, 40 и 80 цветками соответственно), расположенные на расстоянии 1,5 м друг от друга.



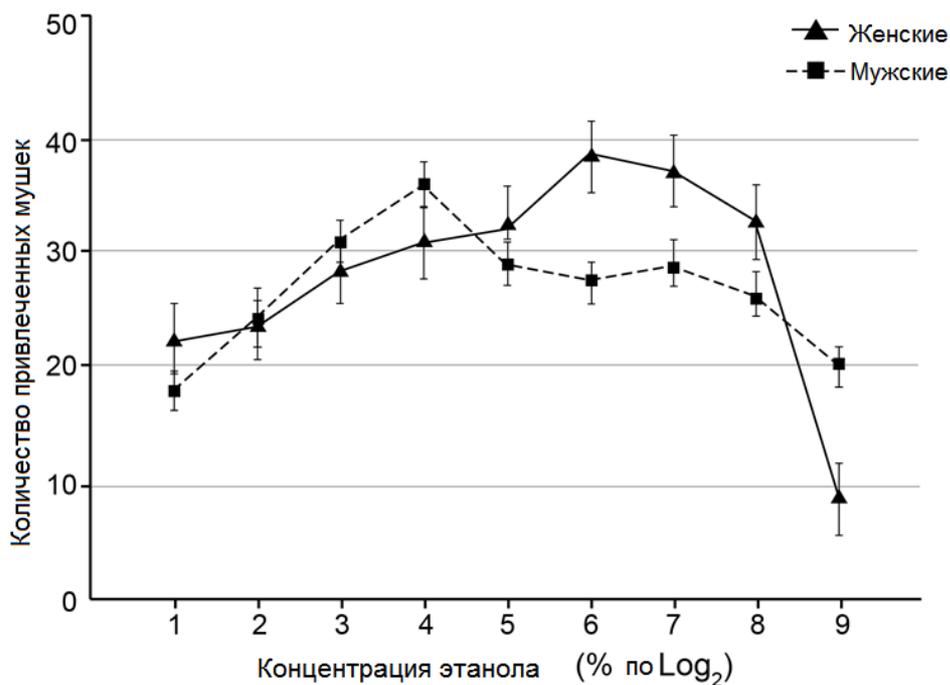
○ — Простые белые, ● — Простые фиолетовые, □ — Махровые белые, ■ — Махровые фиолетовые



Отметьте знаком (✓) правильный(е) вывод(ы) относительно поведения медовой пчелы, а знаком (✗) - неправильный(ые). (2 балла)

- Apis cerana* предпочитают простые цветки *Portulaca grandiflora* независимо от периода наблюдения.
- Пчелы всегда отдавали предпочтение фиолетовым цветкам, так как они содержали больше пыльцевых зёрен для сбора.
- Окраска цветков может являться непрямым указанием на величину «добычи».
- Опылители не реагируют на уменьшение «добычи», но размер растительного участка достоверно влияет на характер добывания корма.
- Большой размер растительного участка обеспечивает более привлекательные сигналы и обещает большой размер «добычи».

32. Плодовые мушки обычно находят пищу, следуя запаху этанола, который образуют плоды. Плоды также играют важную роль при размножении, являясь местом спаривания между самкой и самцом. На графике ниже показано соотношение между количеством привлечённых мушек и концентрацией этанола.

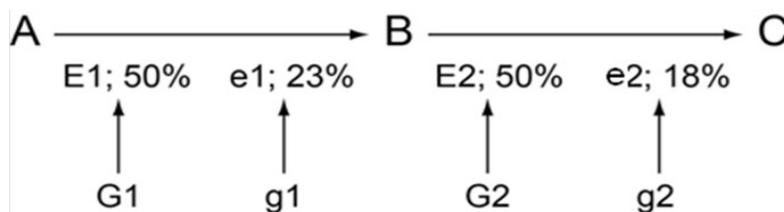


Основываясь на графике, отметьте знаком (✓) правильное(ые) утверждение(я), а неправильное(ые) - знаком (*). (1 балл)

- Соотношение самцы/самки у мушек, слетевшихся к источнику пищи, изменяется в зависимости от концентрации этанола.
- Количество спаривающихся животных было бы наименьшим при концентрации этанола 9.
- Конкуренция между самцами была бы наиболее сильной при концентрации этанола 7.
- Число отложенных яиц было бы максимальным при концентрации этанола приблизительно около 6 и 7.
- Количество привлечённых мушек было бы максимальным при концентрации этанола 8.

ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ

33. Двухступенчатый метаболический путь у диплоидного организма состоит из следующих компонентов: Ген 1 (G1) кодирует фермент E1, превращающий субстрат A в продукт B. Его мутантный аллель, g1, образует дефектный фермент e1, имеющий лишь 46% активности нормального E1. Подобно этому, ген 2 (G2) кодирует фермент E2, превращающий промежуточный продукт B в продукт C, тогда как мутантный аллель g2 образует дефектный фермент e2, имеющий лишь 36% активности нормального E2. Для обоих ферментов каждый аллель вносит 50% в пул белков в клетке и обе реакции протекают с одинаковой скоростью в клетках дикого типа.



- В какой части поколения F_2 от скрещивания между особями $G1G1g2g2$ и $g1g1G2G2$ ожидается повышенный уровень промежуточного продукта B? (2 балла)
34. При определённом скрещивании собак, отсутствие шерсти проявляется у особей с гетерозиготным генотипом. Нормальные особи это рецессивные гомозиготы. Щенки, гомозиготные по аллелю H, обычно мертворождённые с нарушениями пасти и отсутствием наружных ушных раковин. Если средний размер помета при случке безволосых собак равен 6, то каким было бы среднее ожидаемое число безволосых и нормальных потомков при отлучении от матери (выживших) при случке двух безволосых собак и безволосых и нормальных собак? (1,8 балла)

35. Существует два типа цветовой слепоты – дейтеранопия и протанопия, детерминируемые двумя сцепленными локусами в X-хромосоме. Были исследованы 18121 норвежских детей, 9049 мальчиков, среди которых 725 страдали цветовой слепотой, у 551 из них была дейтеранопия и у 174 протанопия. Из 40 девочек, страдающих цветной слепотой, у 37 была дейтеранопия и у 3 протанопия.

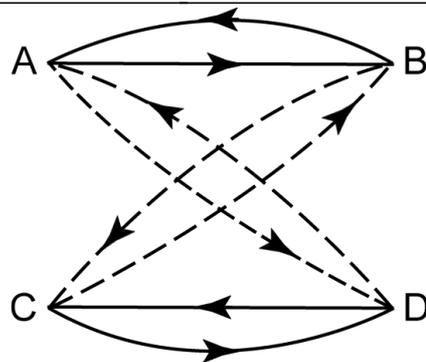
df (степени свободы)	χ^2
1	3,841
2	5,991
3	7,815
4	9,488
5	11,070

Таблица: значения χ^2 для уровня значимости $p = 0.05$

Определите частоту аллеля для дейтеранопии (независимо от протанопии) для мальчиков. Используя эти данные, определите, соответствует ли распределение фенотипов у девочек уравнению Харди-Вайнберга (HWE), применив тест χ^2 .

Отметьте соответствие с HWE знаком (✓), а несоответствие - знаком (*). (4,0 балла)

36. На диаграмме ниже показан характер взаимоотношений между кланами у коренных жителей Америки. На диаграмме изображены условия вступления в брак и путь, каким клан отца определяет клан детей. Пунктирными линиями обозначена связь клана отца с кланом детей, а непрерывными линиями связь клана мужа с кланом потенциальной жены.



Характер принадлежности к клану для четырех кланов A, B, C и D.

Заболевание X, распространённое в этом клановом сообществе, является доминантным связанным с полом признаком, сцепленным с Y-хромосомой. Дайте ответы на следующие вопросы, касающиеся передачи заболевания между четырьмя кланами.

36.1. Маска из клана D болен заболеванием X. Через два поколения, в каждом из которых были сыновья, отметьте получившие заболевание кланы при условии, что только Маска имел это заболевание, знаком (✓), а здоровые кланы знаком (*). (2 балла)

36.2. Какова вероятность того, что у сына Талы (клан A) и Йонато (клан B), принадлежащего к клану D, будет заболевание X, если отец Йонато имел заболевание X? (2 балла)

37. У красной хлебной плесени *Neurospora crassa* имеется много пищевых мутантов, которые отвечают на внесение определенных добавок в питательную среду ростом (+) или отсутствием роста (0). В таблице ниже показаны реакции мутантов по отдельным генам.

Штамм	Добавки, внесенные в минимальную питательную среду				
	Цитруллин	Полуальдегид глутаминовой кислоты	Аргинин	Орнитин	Глутаминовая кислота
A	+	0	+	0	0
B	+	+	+	+	0
C	+	0	+	+	0
D	0	0	+	0	0

37.1. Укажите **в Листе Ответов** последовательность (1 – 5) пяти метаболитов этого метаболического пути. (1,5 балла)

37.2. Укажите **в Листе Ответов** штаммы, у которых заблокированы каждый из четырех этапов метаболического пути. (1,2 балла)

38. Даны следующие условия: A^1A^1 = летальная форма, A^1A^2 = серые, A^2A^2 = черные, B^1B^1 = длинные волосы, B^1B^2 = короткие волосы, B^2B^2 = очень короткие волосы (курчавые), родители имеют генотип $A^1A^2B^1B^2$.

38.1. Какая часть взрослых особей серого цвета с курчавыми волосами ожидается в потомстве? (1 балл)

38.2. В том случае, если курчавый фенотип также является летальным, какая часть взрослых особей черного цвета с короткими волосами ожидается в потомстве? (1 балл)

39. Вы получили следующее соотношение в поколении мушек F_1 .

	Самцы	Самки	Общее число
дикий тип	80	60	140
мутант	30	30	60

Если мутация наследуется путём простого рецессивного аутосомного наследования, то каким наиболее вероятным будет генотип родителей? Отметьте правильный(ые) ответ(ы) знаком (✓), а неправильный(е) ответ(ы) - знаком (✗). (1 балл)

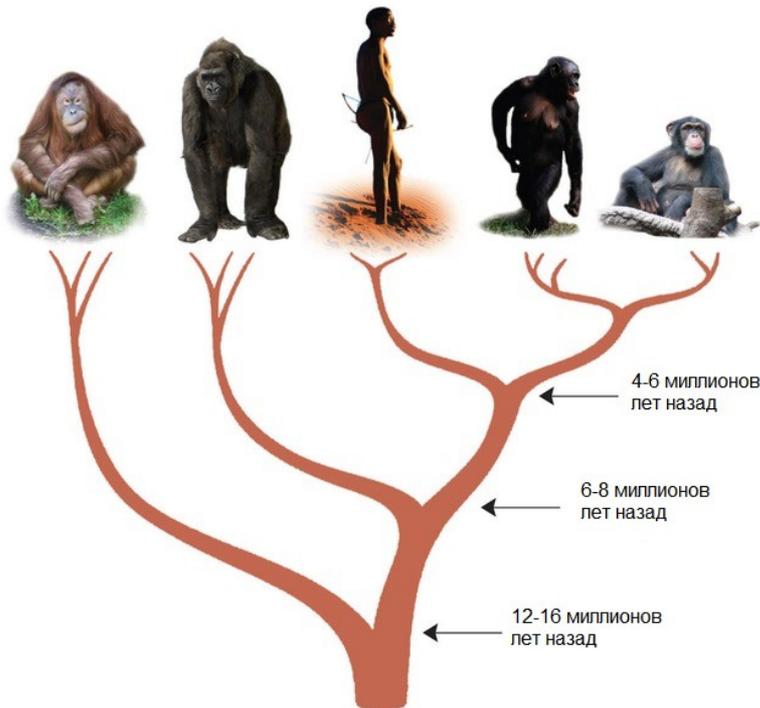
- a. $w w$ ✗ w^+w^+
- b. w^+w ✗ w^+w
- c. w^+w ✗ $w w$
- d. w^+w ✗ w^+w^+
- e. $w^+ w^+$ ✗ $w^+ w^+$

40. Хромосома отца несёт аллели L, M и n, а материнская хромосома несет аллели l, m и N.

Какие из следующих хромосом могут образовываться в результате одиночного кроссинговера? Укажите правильный(е) ответ(ы) знаком (✓), а неправильный(е) ответ(ы) знаком (✗). (1 балл)

- I. LMN
- II. LMn
- III. LmN
- IV. Lmn
- V. lmn

41. Широко распространено мнение, что ближайшим живущим родственником человека (*Homo sapiens*) являются обычный шимпанзе (*Pan troglodytes*) и карликовый шимпанзе (*Pan paniscus*). Вместе с орангутанами (*Pongo pygmaeus* и *P. abelii*) и гориллами (*Gorilla gorilla* и *G. beringei*) они образуют подсемейство Hominiinae. Их эволюционная взаимосвязь может быть представлена как на рисунке ниже.



41.1. Филогенетическое древо, демонстрирующее эволюционную взаимосвязь высших приматов, построено с использованием молекулярно-биологических данных и считается достоверным, потому что:

- мутации ДНК и полиморфизмы могут быть легко идентифицированы и подвергнуты анализу
- последовательности ДНК могут быть превращены в белковые последовательности для сравнительного анализа.
- доступность большого количества молекулярно-биологических данных обеспечивает проведение строгого вычислительного анализа.

- d. физически неповрежденная и нефрагментированная геномная ДНК может быть восстановлена даже через миллионы лет.

Отметьте правильное(ые) утверждение(я) знаком (✓), а неправильное(ые) утверждение(я) - знаком (*). (0,8 балла)

41.2. Большинство самых древних ископаемых, принадлежащих к подсемейству *Homininae*, были обнаружены на африканском континенте. Это соответствует распространению существующих в настоящее время видов, за исключением orangutanов, представляющих единственный вид, не обнаруженный в Африке. Наблюдаемое распределение ископаемых останков подтверждает:

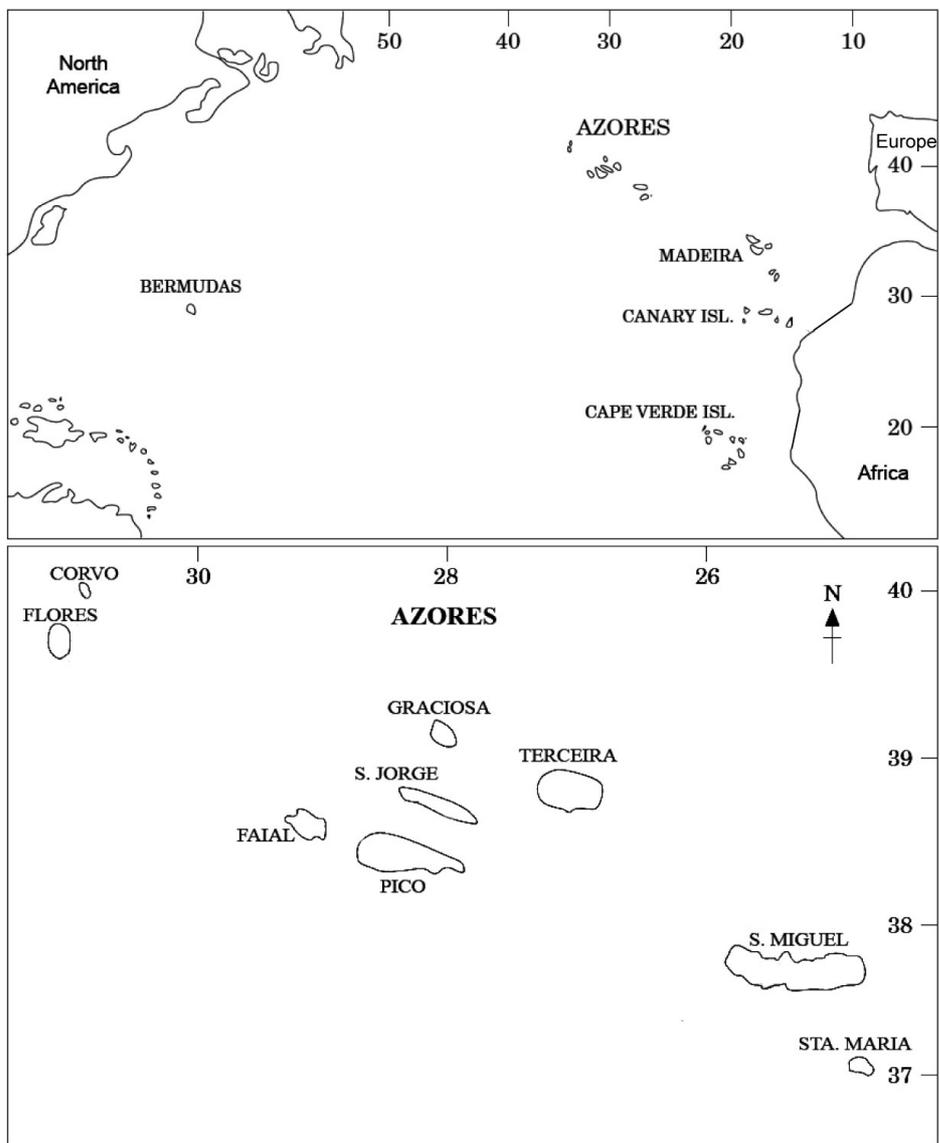
- a. Африканскую гипотезу происхождения, согласно которой человек возник в Африке и оттуда распространился по другим континентам.
- b. Азиатскую гипотезу происхождения, так как древнейший живущий вид, orangutanы, обнаружен только в южно-восточной Азии.
- c. Гипотезу "мультирегионального" происхождения.

Отметьте правильное(ые) утверждение(я) знаком (✓), а неправильные знаком (*). (0,6 балла)

41.3. ВОПРОС СНЯТ

ЭКОЛОГИЯ

42. Исследователи Borges и Brown (1999) изучали видовое разнообразие членистоногих на трёх островах Азорского архипелага (Pico, Santa Maria и Terceira). На рисунке ниже показано расположение островов по отношению к главным материкам, Африке и Европе (на востоке) и Северной Америке (на западе).



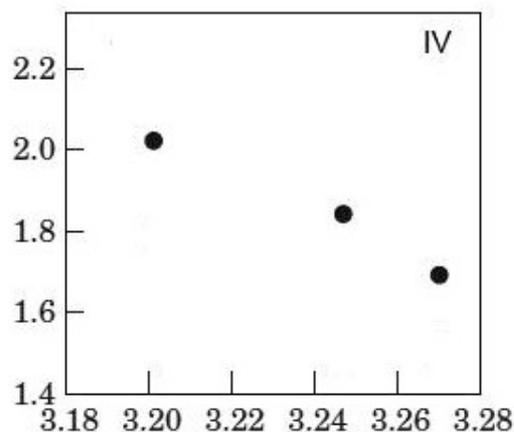
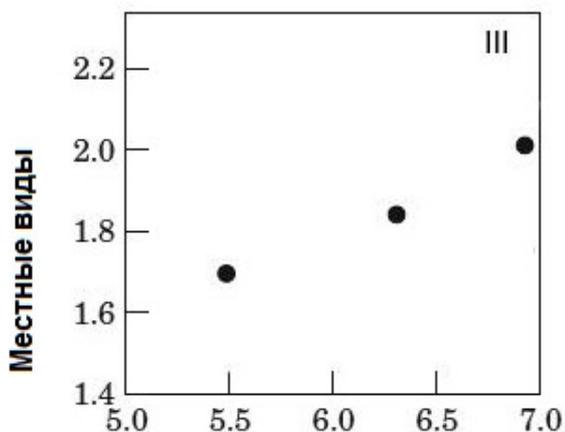
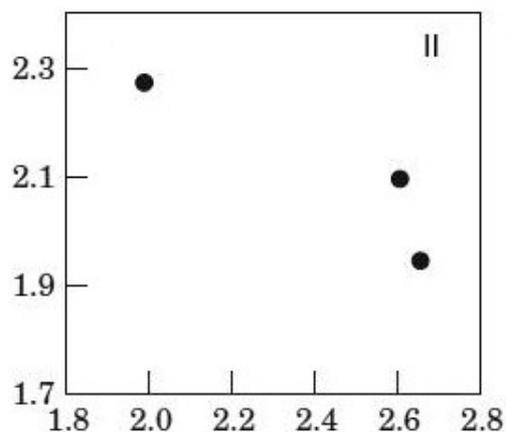
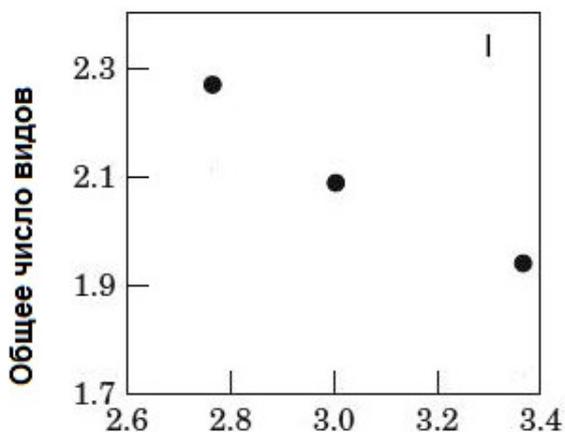
В таблице ниже приведены некоторые другие характеристики островов.

Остров	Высота над уровнем моря (м)	Геологический возраст (млн. лет)	Расстояние от материка (км)
Пико	2351	0,037 – 0,300	1866
Санта Мария	587	8,12	1585
Терцейра	1023	0,300 – 2	1770

42.1. Сопоставьте следующие оси x с правильным графиком (от I до VI). (2,4 балла)

- a. Десятичный логарифм (площади в км²)
- b. Десятичный логарифм (высоты над уровнем моря в м)
- c. Десятичный логарифм (расстояния от материка в км)
- d. Десятичный логарифм (геологического возраста в годах)

Число видов (по логарифмической шкале)

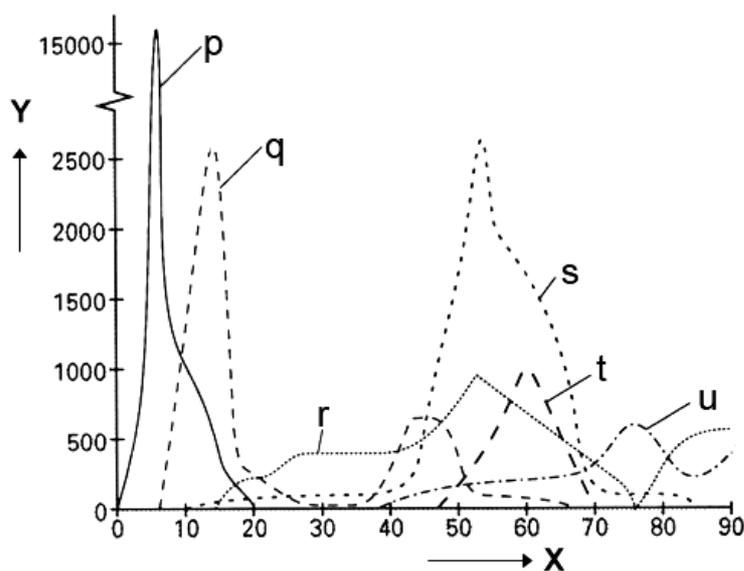


42.2. Определите из графиков число эндемических видов (с округлением к ближайшему целому) на трёх островах. (1,2 балла)

42.3. Исходя из представленных данных, отметьте правильный(ые) вывод(ы), которые можно сделать из этого исследования, знаком (✓), а неправильный(е) вывод(ы) знаком (*). (1,5 балла)

- a. Видовое разнообразие было более высоким на острове с наименьшей высотой над уровнем моря и снижалось по мере её увеличения.
- b. Результаты этого исследования подтверждают гипотезу вид-ареал
- c. Одной изоляцией нельзя объяснить характер видового разнообразия, обнаруженный у членистоногих на этих трёх островах.
- d. Характер видового разнообразия на этих островах находится под влиянием как экологических, так и эволюционных факторов.
- e. Теория островной биогеографии Макартура-Уилсона полностью подтверждается результатами этого исследования

43. Даниэль прокипятил в химическом стакане воду с сеном и оставил смесь незакрытой на несколько дней. В течение этого времени в стакане были обнаружены только гетеротрофные бактерии. Затем он добавил несколько капель воды из дренажного стока и неплотно закрыл сосуд. Вода из стока содержала только гетеротрофные одноклеточные организмы (ни бактерий, ни грибов). Даниэль регулярно в течение определённого времени измерял численность популяций различных видов (p – u), присутствующих в стакане.



X = Время (дни); Y = число особей в мл на поверхности воды

Рассмотрев эти результаты, некоторые ученики Даниэля утверждали, что в стакане:

- I. вероятно происходит конкуренция
- II. имеет место сукцессия
- III. общая биомасса возрастает в период между 40 и 50 днями

Некоторые ученики даже предсказывали, что:

- IV. число клеток делящихся бактерий упадёт до нуля
- V. число других делящихся гетеротрофных одноклеточных организмов упадёт до нуля
- VI. разовьётся стадия климакса, включающая бактерии и другие гетеротрофные одноклеточные организмы, находящиеся в состоянии стабильного естественного равновесия

Отметьте правильное(ые) утверждение(я) знаком (✓), а неправильное(ые) знаком (✗).

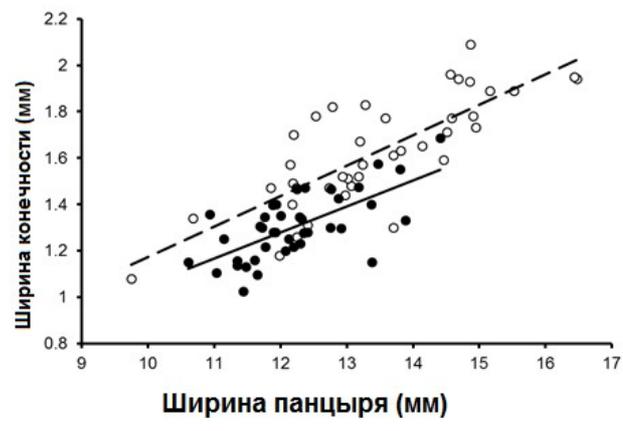
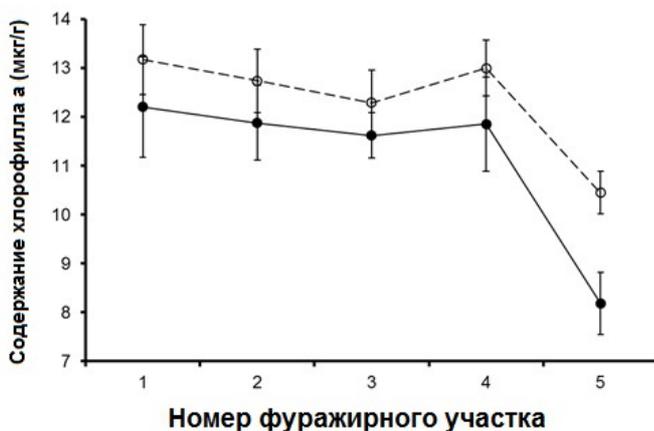
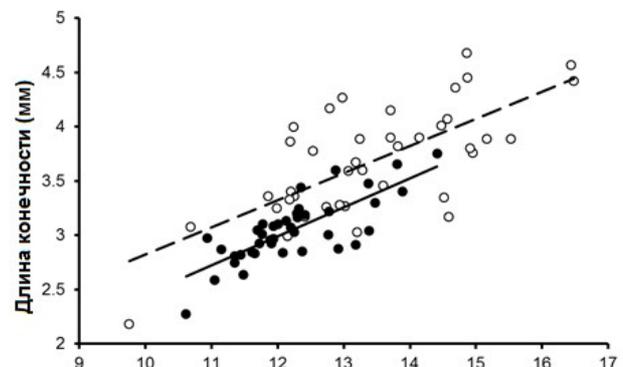
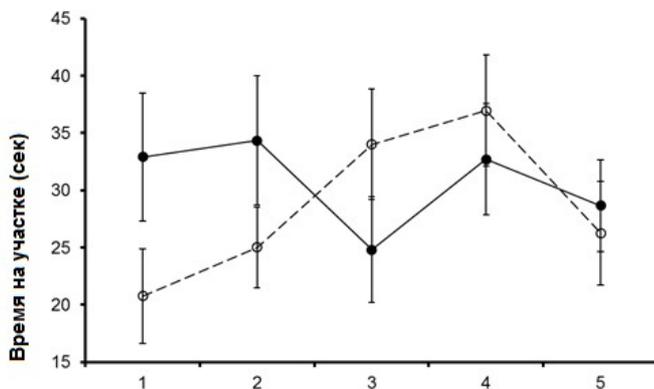
(1,2 балла)

44. Возрастающая концентрация углекислого газа в атмосфере (парниковый эффект) связана с глобальным изменением климата. Углекислый газ может быть удалён из атмосферы и помещён в резервуар с целью уменьшить или замедлить глобальное потепление и воспрепятствовать опасным изменениям климата. Процесс удаления углекислого газа из атмосферы осуществляется содержащими хлорофилл растениями путём фотосинтеза.

Отметьте правильное(ые) утверждение(я), касающиеся количества углерода “аккумулированного” на единицу площади в различных экосистемах, знаком (✓), а неправильное(ые) утверждение(я) знаком (✗). (1 балл)

- a. чистая первичная продуктивность (NPP) (или чистая скорость поглощения углерода) хвойных лесов > лесов умеренных широт > тропических лесов
- b. запасы углерода (количество запасённого углерода) хвойных лесов > лесов умеренных широт > тропических лесов
- c. чистая первичная продуктивность (NPP) степей умеренных широт > саванн (степень с отдельными деревьями) > тундр
- d. чистая первичная продуктивность (NPP) вторичных лесов > лесов в состоянии климакса (зрелых) или старых растущих лесов
- e. по сравнению с другими экосистемами, коралловые рифы имеют очень высокую чистую первичную продуктивность и делают большой вклад в глобальную продукцию биомассы

45. Самцы манящих крабов имеют одну увеличенную клешню (главную клешню) для привлечения самок и защиты территории. Однако эта увеличенная клешня бесполезна при добывания корма, поэтому у самцов остался только один используемый для питания придаток – меньшая клешня. Учеными было предложено много гипотез, объясняющих, каким образом самцы краба компенсируют этот видимый недостаток. Для проверки некоторых из них студентка провела исследование. Она сделала видеозапись добывания пищи самцами и самками на пяти участках донных осадков, первыми появляющихся при отливе. После того как крабы покинули эти участки, на них были собраны пробы осадков, в которых затем было определено содержание хлорофилла а. Были также проведено сравнение размеров (длина, ширина) хелипед, используемых самцами и самками для питания. Из видеозаписи было установлено среднее число зачерпываний в секунду для каждого пола. Для самок оно составляло $2,39 \pm 0,08$ движений; для самцов $1,60 \pm 0,06$ движений.



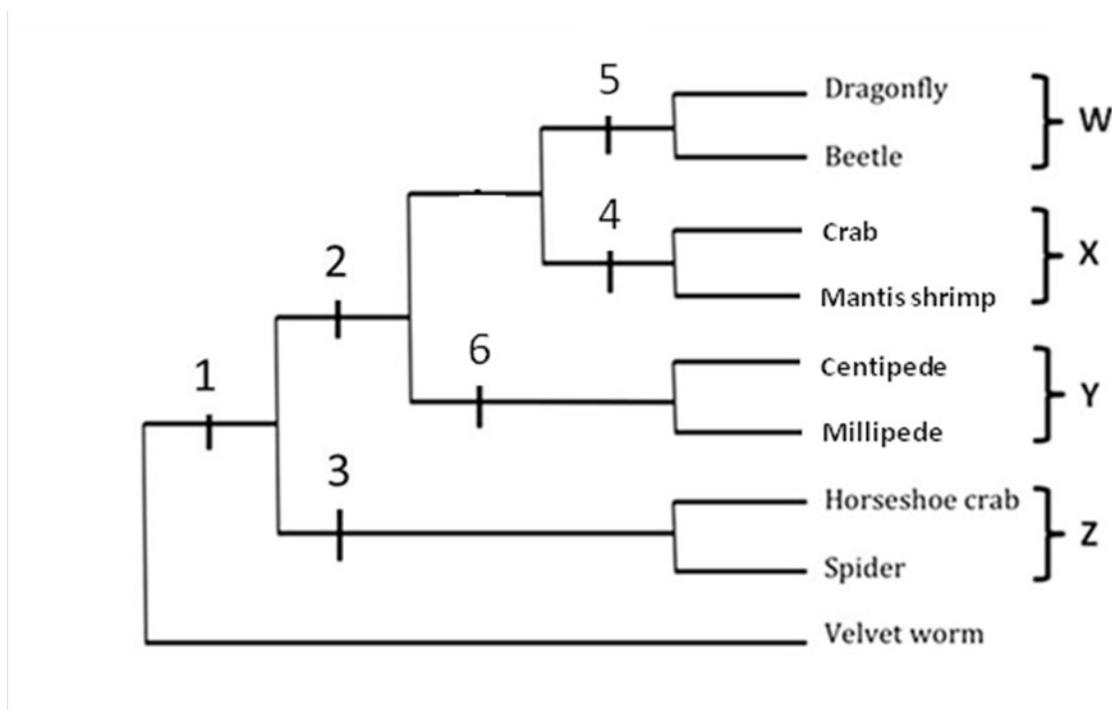
● — Самки; ○ — — Самцы

Отметьте правильный(е) вывод(ы), который(е) можно сделать из проведённого студенткой исследования знаком (✓), а неправильный(е) вывод(ы) знаком (*). (2,4 балла)

- a. Самцы манящего краба не компенсируют недостаток, вызванный наличием лишь одной клешни, используемой для добычи питания, большей скоростью зачерпывания по сравнению с самками.
- b. Для маленьких клешней наблюдается половой диморфизм.
- c. Как правило, самцы манящего краба компенсируют недостаток, вызванный наличием лишь одной клешни, используемой для добычи питания, более продолжительным пребыванием на фуражирном участке.
- d. Самцы манящего краба, как правило, покидают фуражирный участок при более высоком уровне содержания хлорофилла а, чем самки.
- e. Самцы манящего краба компенсируют недостаток, вызванный наличием лишь одной клешни, используемой для добычи питания, захватом большего количества отложений при каждом зачерпывающем движении клешни.
- f. Результаты этого исследования не поддерживают принципы теории оптимального фуражирования.

БИОСИСТЕМАТИКА

46. Некие морфологические признаки (1 – 6), являющиеся общими для двух или более организмов, и их общий предок показаны на кладограмме ниже.



46.1. Какие из морфологических признаков (1-6) являются синапоморфными для таксономических групп, указанных **в Листе Ответов**. (1,2 баллов)

46.2. Определите принадлежность организмов (W – Z) к определённой таксономической группе из таблицы **в Листе Ответов**. (1,2 балла)

46.3. Основываясь на ваших знаниях об этих организмах и группах, сопоставьте морфологические признаки, перечисленные ниже (I – VI) с морфологическими признаками, обозначенными от 1 до 6. (1,2 балла)

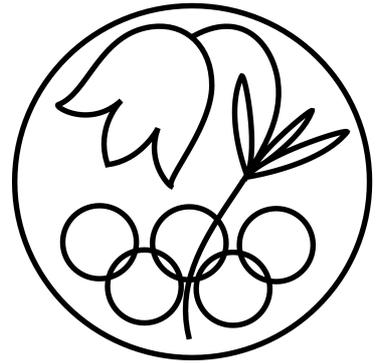
- I. Тело состоит из головы и удлинённого сегментированного туловища; многочисленные пары (> 12 пар) ног
- II. Тело состоит из головы, груди и брюшка; три пары ног (на груди)
- III. членистые/сегментированные придатки

-
- IV. антенны (одна или более пар); мандибулы (жующие ротовые части)
 - V. две пары антенн; придатки состоят из двух сегментов (двухветвистые)
 - VI. нет антенн; нет мандибул

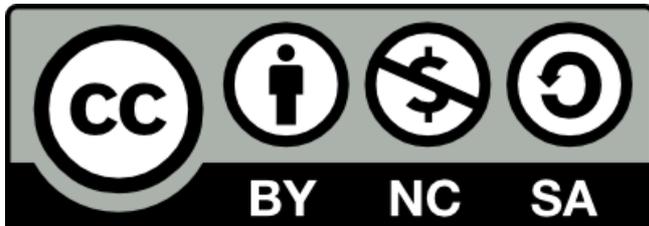
46.4. Проведите **в Листе Ответов** классификацию групп (I - IV) в соответствии с их филогенетическим происхождением. (1,2 балла)

- a. W и X
- b. X и Y
- c. Y и Z
- d. W, X, Y и Z

КОНЕЦ ТЕСТА



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: _____

Student Code: _____

23rd INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

8th – 15th July, 2012

SINGAPORE



THEORETICAL TEST – PAPER 2

Write all answers in the **ANSWER SHEET**

Dear Participants

- You have a total of 3 hours (180 minutes) for answering this theory paper.
- Use the **Answer Sheet**, which is provided separately, to answer all the questions.
- The answers written in the Question Paper will **NOT** be evaluated.
- Write your answers legibly. **Note that there may be more than one correct/incorrect answer and every cell should be filled.**

For example:

a	b	c	d	e
x	✓	x	x	✓

- **NOTE**: Some of the questions may be marked “Skipped” / “Deleted”. DO NOT attempt these questions. Also, read the question completely before attempting it as some questions may continue from one page to the next.
- The maximum number of points for this paper is **91.8**.
- Stop answering and put down your pen IMMEDIATELY when the bell rings.
- Your Answer Sheets as well as the Theoretical Test question paper will be collected at the end of the test period.

Good Luck! 😊

CELL BIOLOGY

1. Four mixtures of microorganisms were collected from different sites around a school and each microbial mixture was inoculated into a medium that contained all essential elements (in the form of ionic compounds) except carbon. The medium was at first clear (i.e., not turbid), and this was left to be cultured with agitation in the dark for 24 h (Stage I). The culture was subsequently continued in bright light for 24 h (Stage II) and then a further 24 h in the dark (Stage III). The turbidity of the four samples was monitored at the end of each stage and the following results were obtained.

Sample	End of Stage		
	I	II	III
1	Clear	Clear	Clear
2	Clear	Slightly turbid	Slightly turbid
3	Slightly turbid	More turbid	Very turbid
4	Slightly turbid	Slightly turbid	Slightly turbid

Which of the following organisms (a-d) are likely to be present in samples 1 to 4? Use a tick (✓) to indicate presence and a cross (✗) to indicate absence **in the Answer sheet**. (3.2 points)

- photoautotrophic microorganisms
- chemo-organotrophic microorganisms
- microorganisms that carry cellular storage granules such as inclusion bodies
- microorganisms that carry thylakoid membranes in their cells

2. A rod-shaped bacterial cell is observed to have numerous pili and fimbriae growing all over its surface. These structures appear to be able to lengthen and shorten. Indicate the correct function(s) (a – d) of these structures with a tick (✓) and incorrect answer(s) with a cross (✗). (1 point)
- a. recombination
 - b. attachment to surfaces
 - c. active motility in solution
 - d. for defence
3. Two bacterial cells were cross sectioned, and Bacterium A showed a single membrane covering its cell, while Bacterium B is covered by two membranes which are separated by a narrow space containing peptidoglycan material. Identify which bacterium is Gram positive and Gram negative respectively **in the Answer sheet**. (0.4 points)

4. Research was conducted to examine the presence of regulator element in the upstream of transcription start site from eukaryotic gene. As a preliminary study, a researcher performed *in silico* analysis by multiple alignment of nucleotide -37 to -26 from 900 different genes. The resulting homology percentage data are shown in the table below.

		-37 (5')											-26 (3')
Base frequency (%)	A	21	16	4	91	0	95	67	97	52	41	16	24
	C	23	39	10	0	0	0	0	0	0	9	35	37
	G	28	35	3	0	0	0	0	3	12	40	38	30
	T	28	10	83	9	100	5	33	0	36	10	11	9

- 4.1. Based on the given data, predict the most likely nucleotide sequence -35 to -29 within the conserved area which is essential for its regulator function. **In the Answer Sheet**, fill the boxes with A, C, T, and G, at the appropriate positions. (1.4 points)
- 4.2. Deletion of nucleotides -50 to -26 of several genes resulted in dramatically decreased RNA polymerase binding within the gene. Which type(s) of sequence element may be represented by nucleotides -50 to -26? Indicate appropriate answer(s) with a tick (✓) and inappropriate answer(s) with a cross (✗) **in the Answer Sheet**. (1.0 point)

5. Hormones regulate physiological processes in various specialised cells. Match the hormones listed below (a – e) with the physiological processes (I – VII) that they regulate. Note: some processes can be regulated by more than one corresponding hormone. (2.8 points)

Hormone	Physiological process
a. insulin	I. gluconeogenesis
b. cortisol	II. glycogenesis
c. glucagon	III. glycogenolysis
d. thyroid hormone	IV. lipolysis
e. epinephrine	V. lipogenesis
	VI. protein catabolism
	VII. protein anabolism

6. Which of the following allow(s) cell membranes to remain fluid under cold temperatures? Indicate correct answer(s) with a tick (✓) and incorrect answer(s) with a cross (✗). (0.8 point)
- a. by using active transport
 - b. by co-transport of glucose and proton
 - c. by increasing the percentage of unsaturated phospholipids in the membrane
 - d. by decreasing the number of hydrophobic proteins in the membrane

7. Cellular abnormality can often lead to manifestation of disease or disorders in our body. Match the following cellular abnormalities (I – V) each with their most likely disorder (a – e). (1.5 points)

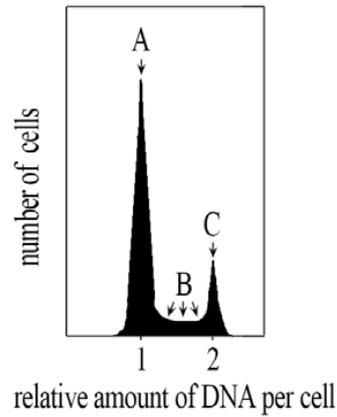
Cellular abnormalities:

- I. altered cellular receptor
- II. uncontrollable cell division
- III. abnormal membrane transport protein
- IV. enzyme absence
- V. absence of structural protein

Disorders:

- a. A child has chronic respiratory infections; secretions of the gut and lung are thick in this child, and his sweat is altered, with high Na^+ and Cl^- levels.
- b. A young man has pain in his chest and biopsy test demonstrates presence of abnormal, unspecialized, metastatic cells.
- c. A phenotypically normal boy is diagnosed as having androgen insensitivity; his chromosomes are 46, XY.
- d. A young boy has progressive weakness and muscle wasting atrophy of calf muscles.
- e. Affected children gradually lose skills and sight; have massive accumulation of lipid in brain cells. Death occurs at young age. There is no treatment.

8. A replicating cell population was stained with a dye that became fluorescent when bound to DNA. The DNA content of its individual cells was then determined by fluorescence-activated cell sorting (FACS) which is shown in the graph below.



- a. From the graph, which group of cells (A – C) are in the S phase of the cell cycle? (0.9 point)
- b. Which group of these cells (A – C) are in the LONGEST phase of the cell cycle? (0.9 point)

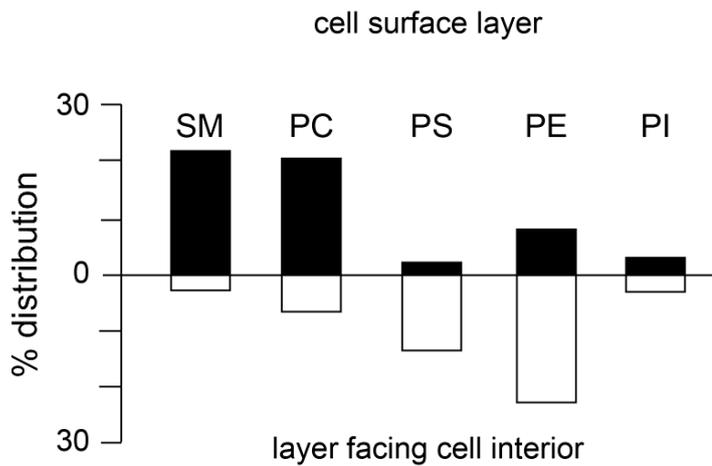
Indicate appropriate answer(s) with a tick (✓) and inappropriate answer(s) with a cross (✗).

9. Phospholipids are a class of lipids that are a major component of all cell membranes as they can form lipid bilayers.

9.1. Indicate true statement(s) with a tick (✓) and false statement(s) with a cross (✗). (0.8 point)

- a. The hydrophobic tails are oriented towards the interior of the cell membrane.
- b. The fatty acids present in the membrane do not have double bonds.
- c. Once phospholipids are incorporated they remain in the cell membrane permanently.
- d. The bilayers are randomly interspersed with proteins.

9.2. Mammalian plasma membranes are characterized by the presence of different types of phospholipids (SM, PC, PE, PS and PI). The graph below shows the percentage distribution of each phospholipid across the plasma membrane of human erythrocytes.



Indicate the correct statement(s) with a tick (✓) and incorrect statement(s) with a cross (✗).

The numbers indicated are approximate figures. (0.8 point)

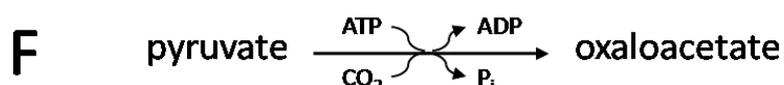
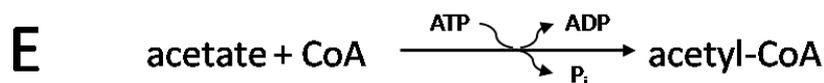
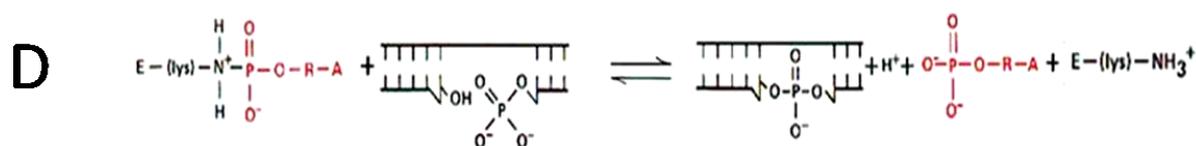
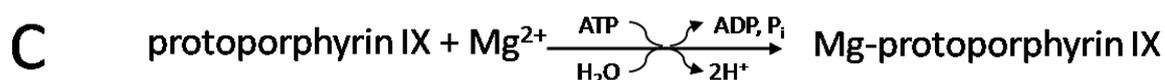
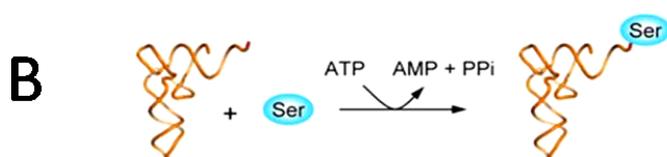
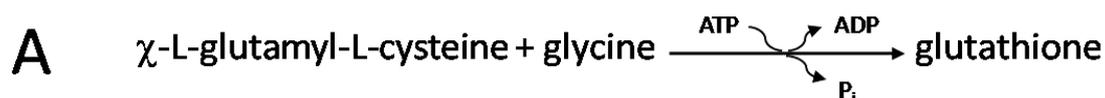
- a. Membranes, in general, can be concluded to be asymmetric.
- b. 24% of the total membrane phospholipids contain SM and 4% contain PI.
- c. 80% of the inner total membrane phospholipids contain PE and 16% contain PC.
- d. Most PC is confined to the outer surface of the erythrocytes while most of the PE and PS are confined to the inner surface of the erythrocytes.

10. In a study of a rice plant, it is found that gibberellins (GA) play an important role in the growth of seedlings. The GA repressor protein (GARP) controls the expression of GA induced genes. This protein contains two domains: (i) regulatory domain (DELLA) and (ii) the repressor domain (GRAS). GA bound to its receptor, attaches to DELLA domain and facilitates association of repressor domain with 'SCF ubiquitin ligase complex'. It results in GARP getting targeted and degraded by proteasome. This leads to GA induced gene expression and seedling growth. Based on this information, indicate growth of the seedlings with a loss of function mutation in the DELLA domain or the GRAS domain with a tick (✓) under the presence or absence of gibberellins, and use a cross (✗) if no growth is predicted **in the Answer Sheet**. (1.2 points)

11. The following enzymes(1 – 6) catalyse the formation of the chemical bonds, I to VI.

Enzyme	Chemical bond
1. DNA ligase	I. Carbon-oxygen bond
2. magnesium chelatase	II. Carbon-sulfur bond
3. acetate-CoA synthase	III. Carbon-nitrogen bond
4. amino acid-tRNA synthase	IV. Carbon-carbon bond
5. pyruvate carboxylase	V. Phosphoric ester bond
6. glutathione synthase	VI. Nitrogen-metal bond

Reactions that the enzymes catalyse are listed below:



Match the enzyme and corresponding enzymatic reactions with the respective bond types. (2.4 points)

PLANT ANATOMY AND PHYSIOLOGY

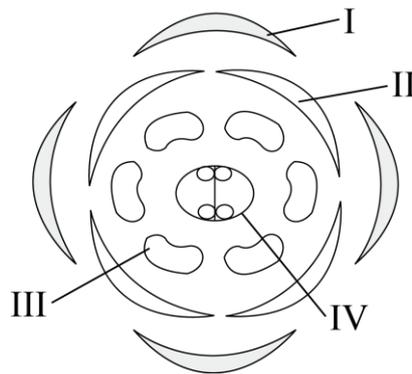
12. The cell wall in plants limits cell expansion. Growing cell walls extend faster in acidic conditions and a group of proteins called expansins are key regulators of wall extension during growth. In an experiment, excised cucumber hypocotyls of the same length were subjected to the following treatments (1 – 4) before being attached to an extensometer and the extension of the hypocotyl measured.

	Treatment protocol
1	Treated with fusicoccin (a drug which activates H ⁺ -ATPase in the plasma membrane) and placed into a buffer at pH 7
2	Treated with fusicoccin (a drug which activates H ⁺ -ATPase in the plasma membrane), heated, and placed into a buffer at pH 4.5
3	Heated, then placed in a buffer at pH 4.5
4	Heated, then placed in a buffer pH at 4.5 with the addition of an homogenate extracted from a region just behind the growing tip of another cucumber hypocotyl

The length of the hypocotyl can either increase or remain the same. Indicate the outcomes with an arrow (↑) for an increase in length and an equal sign (=) for the same length for the different treatments. (1.2 points)

13. The ABC model explains how three homeotic genes control floral organ identity:

- activity of gene A alone specifies sepals
- activity of both gene A and B is required for the formation of petals
- activity of genes B and C results in the formation of stamens
- activity of gene C alone specifies carpels
- gene A and gene C mutually repress each other



Indicate what the floral parts (I – IV) develop into in a mutant with a loss of activity of its B gene?

Write the resultant outcome **in the Answer Sheet**. (1.2 points)

- sepal
- petal
- stamen
- carpel

14. Indicate the type of cell division involved in the organ/cell formation and the ploidy of the cells.

Use I for mitosis and II for meiosis. (2 points)

15. Delves et al. (1986) studied the influence of different organs on nodulation phenotype. To analyze whether shoot or root factors have a regulatory role in the nodule formation, they grafted *wildtype* plant (Bragg cultivar) with two plant mutants (*nts382* and *nts1116*). The grafts were inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* strain USDA110 and harvested 9 weeks later. Nodules were picked and counted from each plant and dry weights obtained. The results are summarized in Table 1.

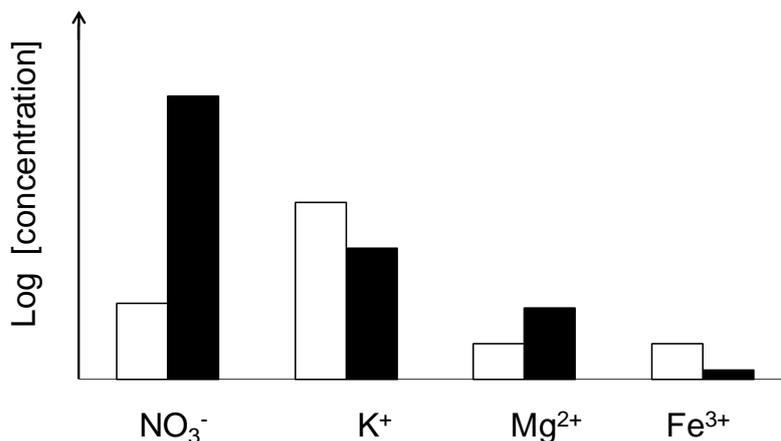
Table 1. Supernodulation control by Bragg cultivar

Graft (Shoot/Root)	Nodule No. per Plant	Nodule Mass <i>mg dry wt nodule</i> <i>g⁻¹ dry wt plant</i>
<i>nts382/nts382</i>	249 ± 90	139 ± 101
<i>nts1116/nts382</i>	71 ± 18	110 ± 5
Bragg/nts382	11 ± 5	2 ± 1
<i>nts382/nts1116</i>	251 ± 46	182 ± 16
<i>nts1116/nts1116</i>	64 ± 6	14 ± 5
Bragg/nts1116	8 ± 3	3 ± 1
<i>nts382/Bragg</i>	182 ± 35	56 ± 28
<i>nts1116/Bragg</i>	48 ± 4	9 ± 2
Bragg/Bragg	8 ± 1	2 ± 1

Indicate correct deduction(s) with a tick (✓) and incorrect deduction(s) with a cross (✗). (1.8 points)

- Genetic factors expressed in the shoot are affecting the number of nodules present in the root.
- Genetic factors expressed in the root are affecting total nodule mass.
- Grafts are compensating an increased number of nodules with a lower mass per nodule.

16. The bar chart shows the concentrations of various minerals in the nutrient solution (□) and in the root cells (■) after 2 weeks of plant growth. Based on the graph given below, indicate appropriate answer(s) with a tick (✓) and inappropriate ones with a cross (✗) **in the Answer Sheet**. (2.4 points)



17. Chemical Z, produced in germinating barley (*Hordeum*) seeds plays a role in the α-amylase synthesis by the aleurone layer cells. To investigate the role of Z more closely, the promoter of the α-amylase gene was fused with the gene for β-glucuronidase (enzyme producing blue product with certain substrate). The transgenic plants were then tested under various conditions for the presence of blue color in the aleurone layer cells, upon addition of the β-glucuronidase substrate. The results are shown in the table below:

Experimental condition	Aleurone layer cells with blue colour
Normal seed	Present
Seed with embryo removed	Absent
Seed without embryo + Z	Present
Isolated protoplasts of aleurone layer cells	Absent
Isolated protoplasts of aleurone layer cells + Z	Present

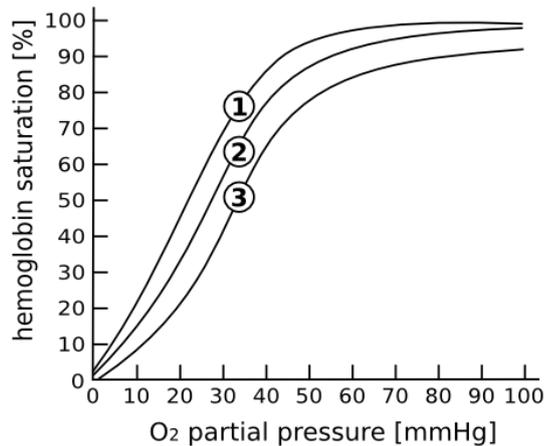
Indicate correct deduction(s) about Z with a tick (✓) and incorrect deduction(s) with a cross (✗).

(1.0 point)

- a. It is likely to be a transcription factor for the α -amylase gene in barley.
- b. It is produced in the aleurone layer.
- c. It is produced in the embryo.
- d. It is produced in the pericarp.
- e. It is likely to be ethylene.

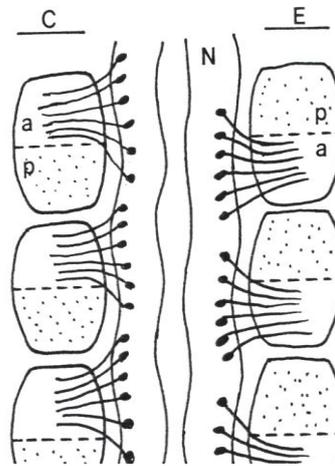
ANIMAL ANATOMY AND PHYSIOLOGY

18. The O_2 -affinity curve for human haemoglobin at the physiological blood-pH of 7.4 is represented by (2). Under various conditions, the curve would shift towards (1) or (3). Indicate the appropriate curve (1 or 3) under the conditions listed in the table in the Answer Sheet. (2 points)



19. Tom ran after a snatch thief and caught him after a 80m chase. Which of the following biochemical pathways was important in his muscles during the chase? Indicate the correct answer with a tick (✓) and incorrect answers with a cross (✗). (1 point)
- a. fatty acid oxidation
 - b. glycolysis
 - c. gluconeogenesis
 - d. glycogenolysis
 - e. proteolysis

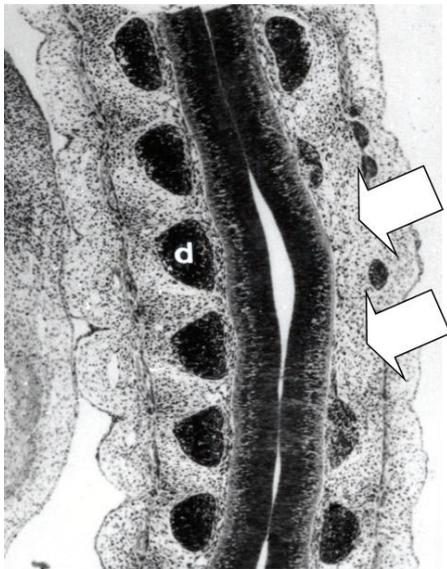
20. The schematic drawing below was traced from the horizontal section of a chick embryo showing the axon outgrowth pattern of the motorneurons after an experimental manipulation. N is the neural tube which will normally develop into the spinal cord. The segmented structures flanking the neural tube are the somites which will contribute to the muscles and vertebrae development. Somites are subdivided into anterior (a) and posterior (p) segments. The control side (C) has somites in the original orientation whereas the experimental side (E) has some somites surgically rotated. The objective of the experiment was to determine if the outgrowth pattern of the motor axons is dependent on the orientation of the somites.



Based on the above figure, indicate correct deduction(s) with a tick (✓) and incorrect deduction(s) with a cross (✗). (2 points)

- The axons grow out of the neural tube regardless of the orientation of the somites.
- The axons preferentially grow through the anterior segment of the somite.
- The axons preferentially grow through the posterior segment of the somite.
- The segmented axon outgrowth pattern is an intrinsic property of the motor neurons.
- The somite segmentation pattern determines the motor axon segmentation pattern.

21. Dorsal root ganglia are formed by neural crest cells migrating away from the neural tube during embryo development. The crest cells forming the ganglia differentiate into sensory neurones. In an experiment, a two-day old chick embryo had the anterior part of two somites surgically removed (arrowed) and allowed to develop until the dorsal root ganglia (d) had formed in day 5. In the image below, the right side of the embryo was the experimental side (E) and the control side (C) is to the left. Note the 'ganglia' scattered on the E side of the embryo (next to the arrows).



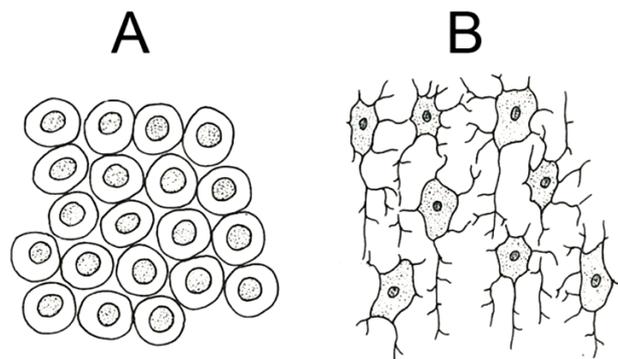
Based on the image above, indicate correct deduction(s) with a tick (✓) and incorrect deduction(s) with a cross (✗). (1.6 points)

- The ganglia segmentation pattern is secondary to the somites segmentation.
- The ganglia segmentation is dependent on the presence of the anterior part of the somite.
- Ectopic ganglia formed possibly because of somites lacking the anterior segments disrupted the normal crest cell migration pathway.
- The somites can regenerate after surgical interference.

22. Combining the observations and deductions derived from **Questions 20** and **21**, it is quite obvious that the anterior segment of the somites are conducive for the outgrowth of motoneurons and the migration of neural crest cells. Indicate valid inference(s) with a tick (✓) and invalid inference(s) with a cross (✗). (1.5 points)

- The anterior segments of the somites are likely to express extracellular matrix molecules that guide the axons and the crest cells.
- The molecules expressed in the anterior segments of the somites are likely to be adhesive proteins for contact inhibition.
- The posterior segments of the somites may produce repulsive molecules that axons and crest cells avoid.

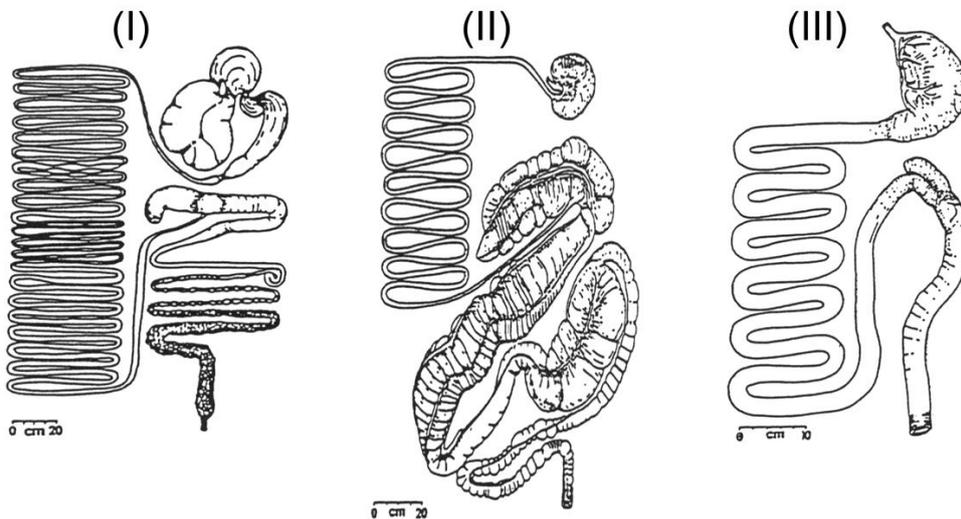
23. A transverse section through the spinal cord is examined under high magnification of the microscope. Indicate which figure (A or B: not drawn to scale) corresponds to grey and white matter respectively. (0.6 points)



24. Blood glucose concentration is regulated by homeostasis. Indicate the concentrations at which the following responses are elicited. Use tick (✓) and a cross (✗) for high and low blood glucose concentrations respectively. (1.2 points)

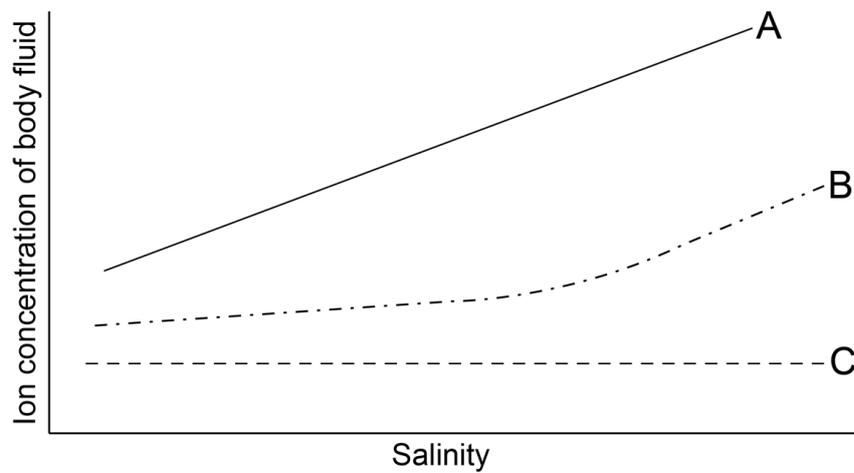
- a. detected by α -cells in islets of Langerhans
- b. increase in insulin secretion
- c. convert glycogen to glucose
- d. speeds up rate of glucose uptake by cells from blood
- e. promotes fat synthesis
- f. stimulates formation of glucose from amino acids

25. Match the digestive systems (I – III) with the corresponding animal feeding adaptation (a – c). (1.5 points)



- a. carnivore with limited post-gastric fermentation
- b. herbivore with extensive post-gastric fermentation
- c. herbivore with extensive pre-gastric fermentation

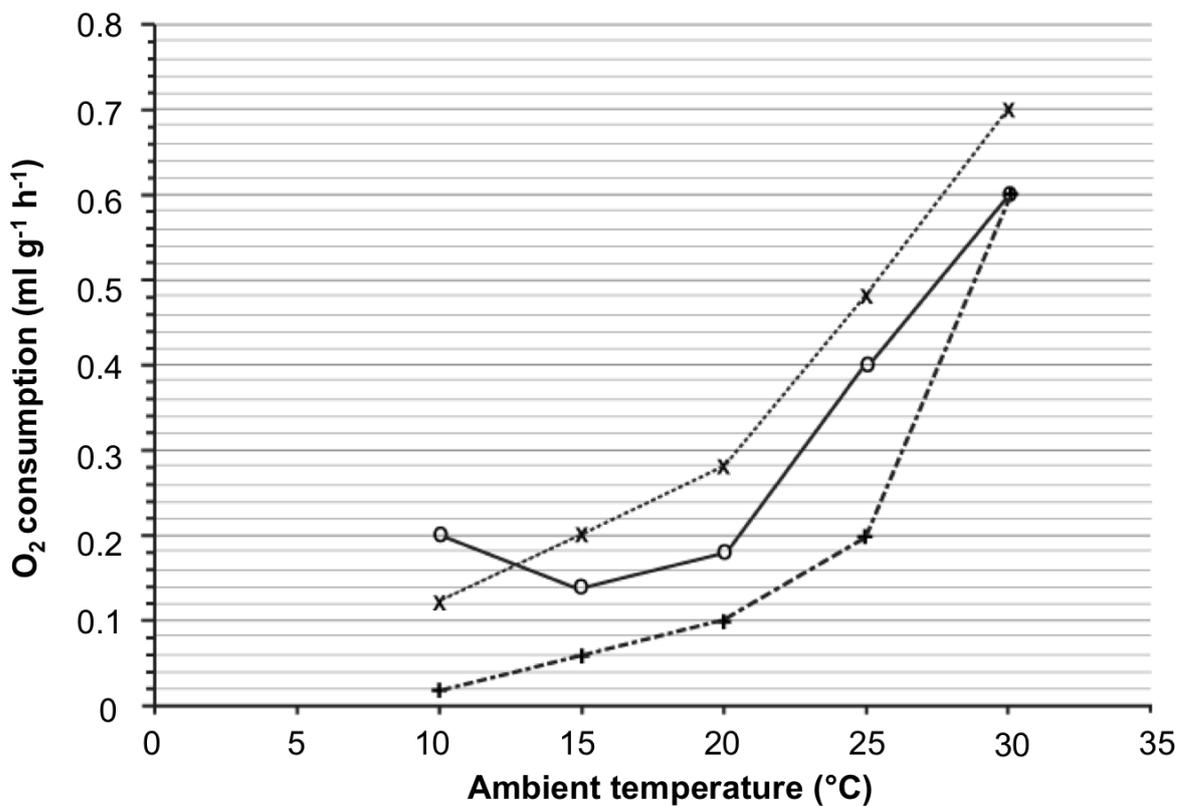
26. The graph below shows the different responses of marine animals to salinity changes.



An extremely heavy and sustained week-long rainfall resulted in the salinity at a river mouth to fall from 28 ppt to 8 ppt. This caused many soft-bodied intertidal organisms to die. Which group of organism survived best? Write your answer **in the Answer Sheet**. (1 point)

27. Q_{10} values are often used to describe the effects of temperature on the rate of many reactions involved in biological processes. The Q_{10} value is the ratio of the velocity constants k_1 (at $t + 10\text{ }^\circ\text{C}$) and k_2 (at $t\text{ }^\circ\text{C}$), $[k_1/k_2]$.

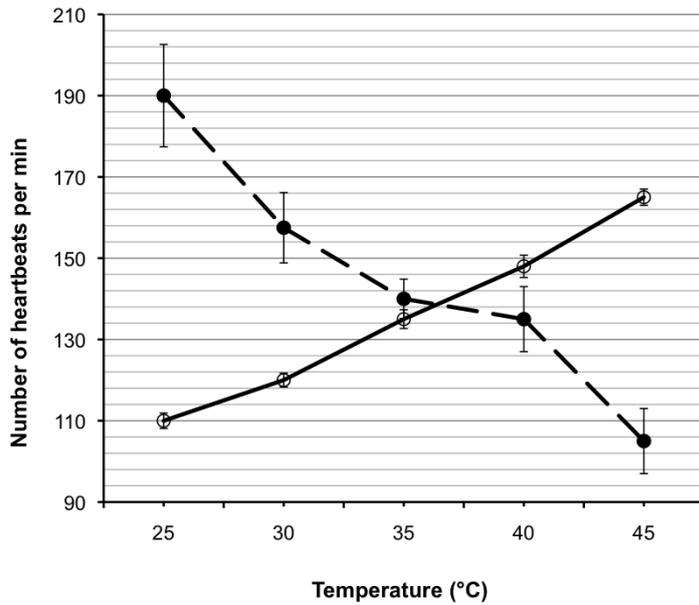
27.1. Using the data on the oxygen consumption of the three organisms below, calculate the Q_{10} values for temperature intervals of (i) $10 - 20\text{ }^\circ\text{C}$, (ii) $15 - 25\text{ }^\circ\text{C}$, and (iii) $20 - 30\text{ }^\circ\text{C}$. (3.6 points)



Note: A: --- X--- B: — O — C:----- +-----

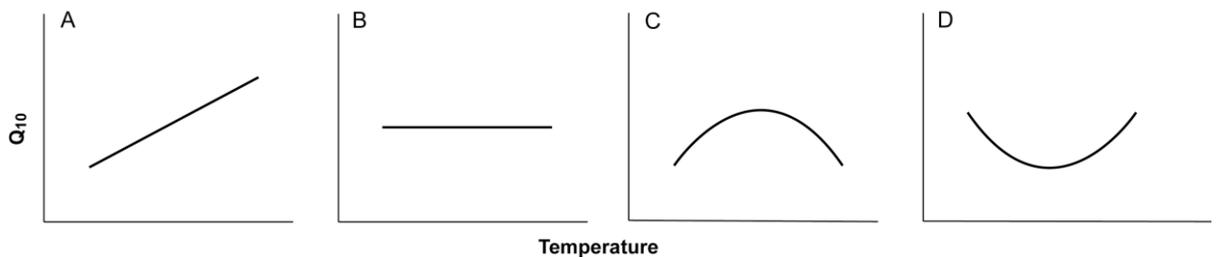
27.2. Classify the organisms (A – C) as ectotherm(s) or endotherm(s). (0.9 point)

28. Ghost crabs (*Ocypode ceratophthalmus*) are common on tropical shores, with the adults being nocturnal (staying in their burrows in the day) and the juveniles, diurnal in activity behaviour. Adult crabs generally excavate burrows higher up the shore than juveniles. Heart beat rates of juvenile and adult ghost crabs were measured at various temperatures.

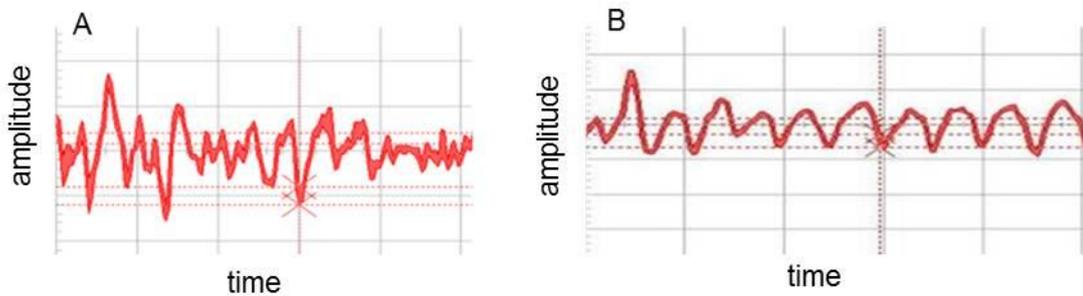


● juvenile crabs; ○ adult crabs

28.1. Graphs (A – D) below represent the trend of typical physiological response of organisms to temperature change as measured by Q_{10} values. Identify the correct graph for the two stages of crab development. (1 point)



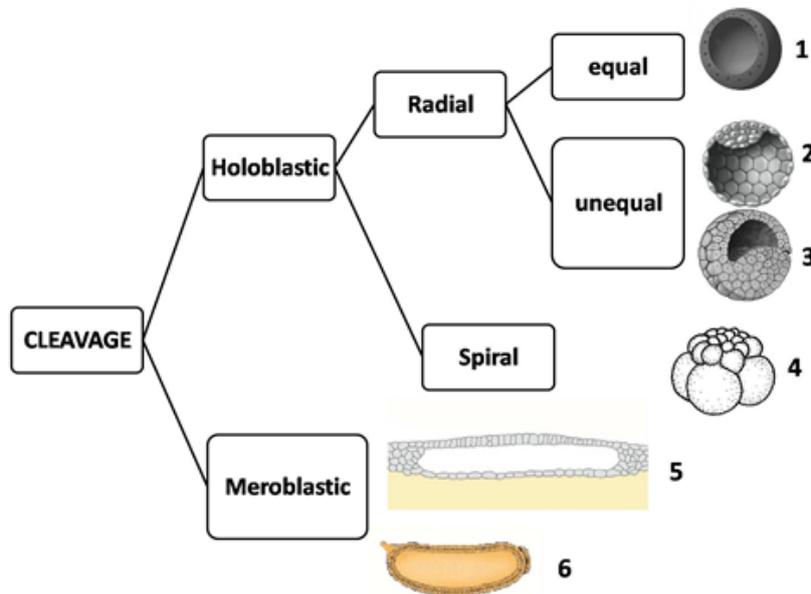
28.2. The heart beat patterns of the crabs at 30 °C over a period of 5 s are shown in the figure below. Match the patterns with the correct stage of crab development. (1 point)



28.3. Indicate correct statement(s) with a tick (✓) and incorrect statement(s) with a cross (✗).
(1.6 points)

- As heart rate and metabolic rate are strongly correlated, this study provides evidence that smaller organisms have higher basal metabolisms regardless of temperature.
- The higher heart rates of juvenile crabs are compensated by more heat lost via the proportionately larger surface area to volume ratio.
- Adult crabs show endogenous nocturnal activity as they are not so heat tolerant, preferring to stay in their burrows during the day.
- Physiological responses to thermal stress remain constant as ghost crabs mature.

29. The types of cleavage pattern and blastulas (1 – 6) for some animal embryos are shown below:



29.1. Match the cleavage patterns and blastulas (1 – 6) with the corresponding animals.

Indicate P for protostome and D for deuterostome. (1.2 points)

29.2. Identify the main factor that influences the cleavage. (1 point)

- a. the ratio of the egg cytoplasm to nucleus
- b. the thickness of the egg membrane
- c. the amount of the yolk content
- d. the overall volume of the zygote

ETHOLOGY

30. Vervet monkeys (*Cercopithecus aethiops*) warn fellow monkeys by producing unique warning signals according to the type of predators such as eagles, leopards and snakes. Depending on the type of signals, monkeys in the group choose the appropriate method to escape. A newborn Vervet monkey is capable of producing all of these signals but it does not know which signal should be used in each case. If a baby monkey produces the signal for eagles when a sparrow is flying over, adult monkeys look up at the sky and then ignore the signal. However, if an eagle is indeed hovering, the entire group joins in the warning. Sometimes, baby monkeys are punished by their mothers for producing wrong signals.

Which of the following learning types are associated with the warning signal development in baby monkeys? Indicate the correct answer(s) with a tick (✓) and incorrect answer(s) with a cross (✗) in the table provided **in the Answer**

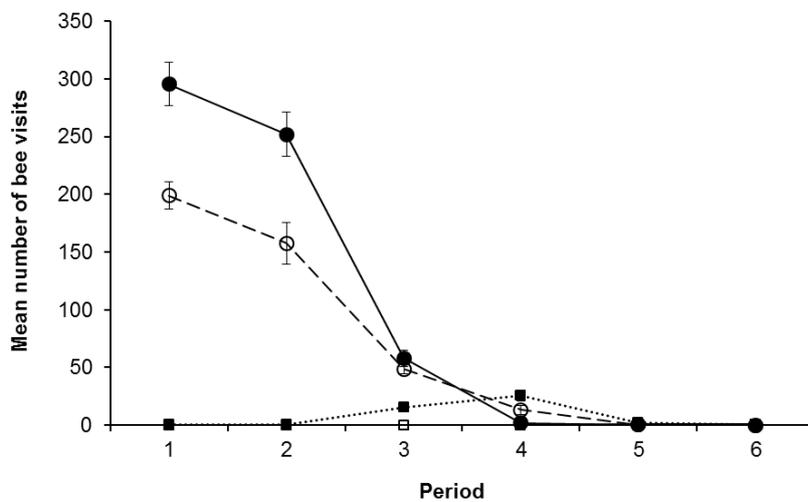
Sheet. (0.8 point)

- a. imprinting
- b. associative learning
- c. problem solving
- d. social learning

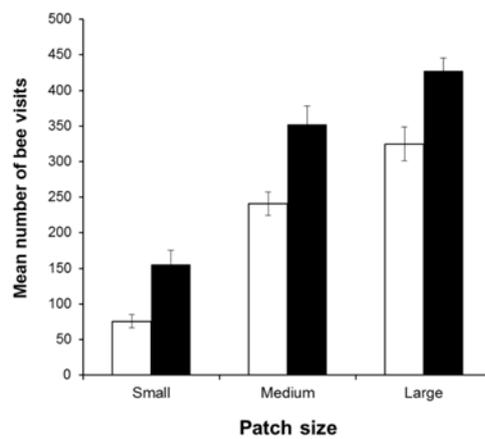
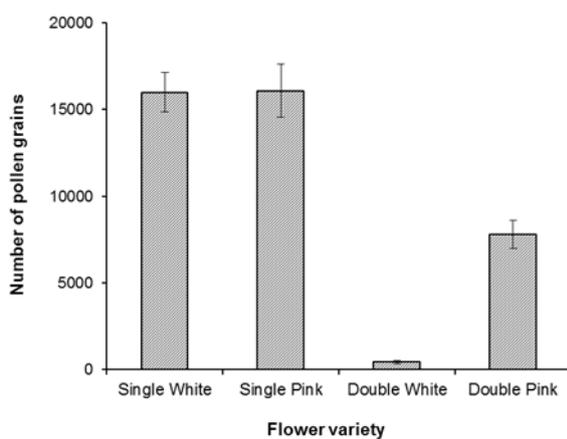


© 2011 Pearson Education, Inc.

31. The Asian honey-bee, *Apis cerana* is the primary pollinator of *Portulaca grandiflora*. Bees' pollination of four flower varieties of *P. grandiflora*: white flowers (single and double-petalled) and pink flowers (single and double-petalled), was studied. Bees' visitations to the four flower varieties at six observation periods of half hour duration from 0930 h to 1230 h were recorded. Pollen production per flower in the four flower varieties was determined. Three different floral patch sizes (small, medium, and large: 20, 40, and 80 flowers respectively) placed at a distance of 1.5 m apart from each other, were presented to the bees.



○--- Single white, ●— Single pink, □— Double white, ■..... Double pink

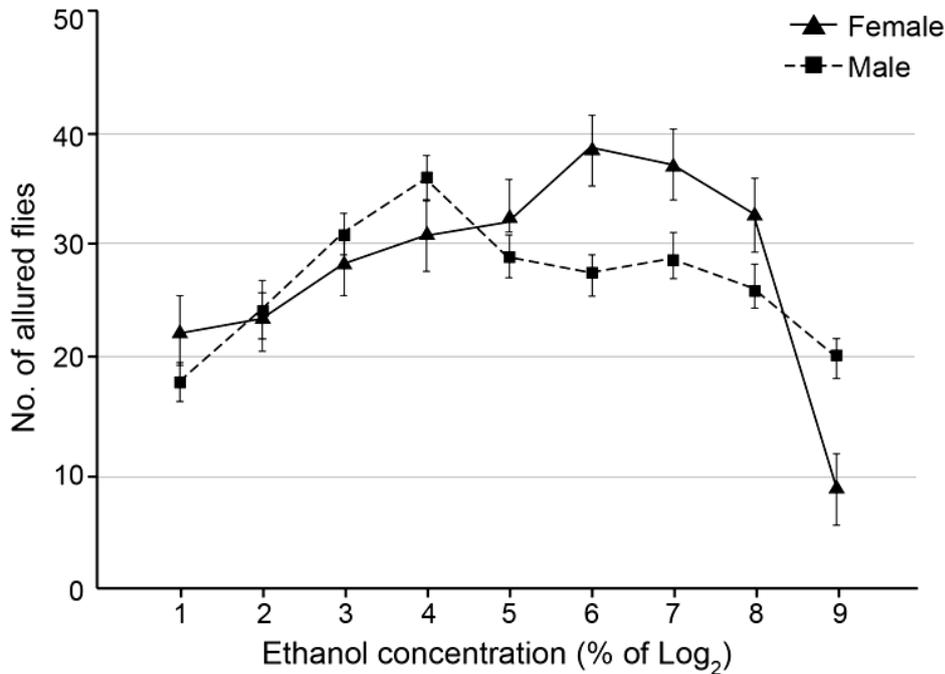


□ Single white, ■ Single pink

Indicate correct conclusion(s) about the honey bees' behaviour with a tick (✓) and incorrect conclusion(s) with a cross (✗). (2 points)

- a. *Apis cerana* preferred the single-petalled *Portulaca grandiflora* flowers regardless of observation period.
- b. Pink flowers were always preferred over white flowers as they had more pollen grains for the bees to harvest.
- c. Flower colour provide an indirect cue to reward size.
- d. Pollinators did not respond to diminishing rewards but floral patch size influenced their foraging patterns significantly.
- e. Larger floral patch size provided stronger advertising signals and the promise of larger rewards.

32. Fruit flies usually find food by following the odour of ethanol produced from fruits. The fruit also serves as the place for male and female flies to mate and reproduce. The graph below shows the relationship between the number of allured flies and the concentration of ethanol.



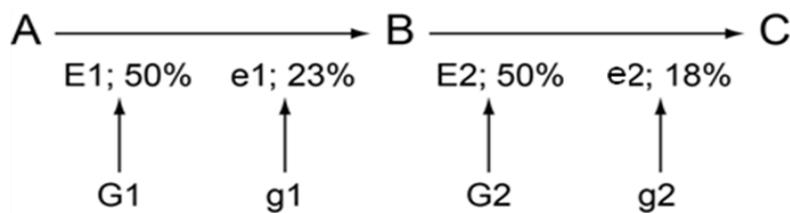
Based on the graph, indicate the correct statement(s) with a tick (✓) and incorrect statement(s) with a cross (✗). (1 point)

- a. The male/female ratio in the number of flies occupying the food source varies depending on the ethanol concentration.
- b. The number of mating animals would be the lowest when ethanol concentration is 9.
- c. The competition between males would be most severe when ethanol concentration is 7.
- d. The number of laid eggs would be the highest when ethanol concentration is around 6 and 7.
- e. The number of attracted flies would be the highest when ethanol concentration is 8.

GENETICS AND EVOLUTION

33. A two-step metabolic pathway in a diploid organism has the following components:

Gene 1 (G1) encodes enzyme E1 that converts substrate A to product B. Its mutant allele g1 produces a defective e1 that has 46% activity of normal E1. Similarly, gene 2 (G2) encodes the enzyme E2 that converts the metabolic intermediate B to the product C, while its mutant allele g2 produces a defective enzyme e2 with 36% activity of normal E2. For both enzymes, each allele contributes 50% towards the protein pool in the cell and both reactions have the same rate in a wild-type cell.



In the F₂ progeny of a cross between G1G1g2g2 and g1g1G2G2 individuals, what fraction is expected to show an elevated level of the metabolic intermediate B? (2 points)

34. In a particular breed of dogs, the hairless condition is produced by the heterozygous genotype. Normal dogs are homozygous recessive. Puppies homozygous for the H allele are usually born dead with abnormalities of the mouth and absence of external ears. If the average litter size at weaning is 6 in matings between hairless dogs, what would be the average expected number of hairless and normal offspring at weaning for matings between hairless dogs and between hairless and normal dogs? (1.8 points)

35. There are two types of red-green colour blindness – deuteranopia and protanopia, governed by two linked loci on the X chromosome. Among 18,121 Norwegian children examined in a study, 9049 were males, of which, 725 were males with colour blindness, 551 had deuteranopia and 174 had protanopia. Of the 40 females with colour blindness, 37 had deuteranopia and 3 had protanopia.

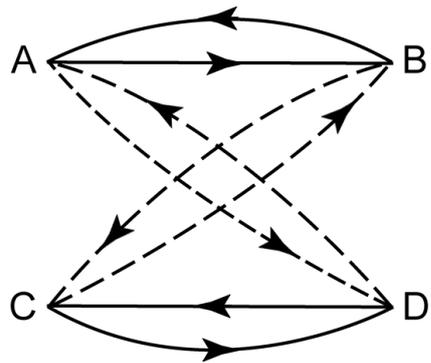
df	χ^2
1	3.841
2	5.991
3	7.815
4	9.488
5	11.070

Table: χ^2 values for $\alpha = 0.05$

Estimate the allele frequencies for deuteranopia (independent of protanopia)-from the data on males. Use these values to test the phenotypic distribution in females for compatibility with the Hardy Weinberg equilibrium (HWE) using the χ^2 test.

Indicate compatibility with HWE with a tick (✓) and incompatibility with a cross (*). (4.0 points)

36. The diagram below presents the patterns of clan membership for a kinship group of Native Americans. The diagram shows the conditions of marriage and the way the clan of the father determines the clan of the children. The broken lines point from the father's clan to the clan of his children and the solid lines point from a man's clan to the clan of a potential wife.



The pattern of clan membership between the four clans A, B, C and D.

A disease X, that is prevalent in this clan community, is a dominant sex linked trait and is carried on the Y chromosome. Answer the following questions relevant to disease transmission between the four clans.

36.1. Maska of clan D has disease X.—After two generations both including sons, indicate the clans that will be affected if only Maska carried the disease, with a tick (✓) and non-affected clans with a cross (✗). (2 points)

36.2. What is the probability of Tala (clan A) and Yonato (clan B) having a son with disease X in clan D if Yonato's father had disease X? (2 points)

37. A number of nutritional mutant strains were isolated from wild-type red bread mold *Neurospora crassa* that responded to the addition of certain supplements in the culture medium by growth (+) or no growth (0). Given in the Table below are the responses for single-gene mutants.

Strain	Supplements added to minimal culture medium				
	Citrulline	Glutamic semialdehyde	Arginine	Ornithine	Glutamic acid
A	+	0	+	0	0
B	+	+	+	+	0
C	+	0	+	+	0
D	0	0	+	0	0

- 37.1. Indicate the sequence (1 – 5) of the five metabolites within the metabolic pathway **in the**

Answer Sheet. (1.5 points)

- 37.2. Indicate the strain that is blocked at each of the four steps in the metabolic pathway **in**

the Answer Sheet. (1.2 points)

38. Given that A^1A^1 = lethal, A^1A^2 = gray, A^2A^2 = black, B^1B^1 = long hair, B^1B^2 = short hair, B^2B^2 = very short hair (fuzzy), and parents that are $A^1A^2B^1B^2$.

- 38.1. What is the fraction of adult offspring that is expected to be gray and fuzzy? (1 point)

- 38.2. In the case when fuzzy is also a lethal trait, what is the fraction of adult progeny expected to be black and short? (1 point)

39. You are given the following number of F_1 flies.

	Male	Female	Total
wild type	80	60	140
mutant	30	30	60

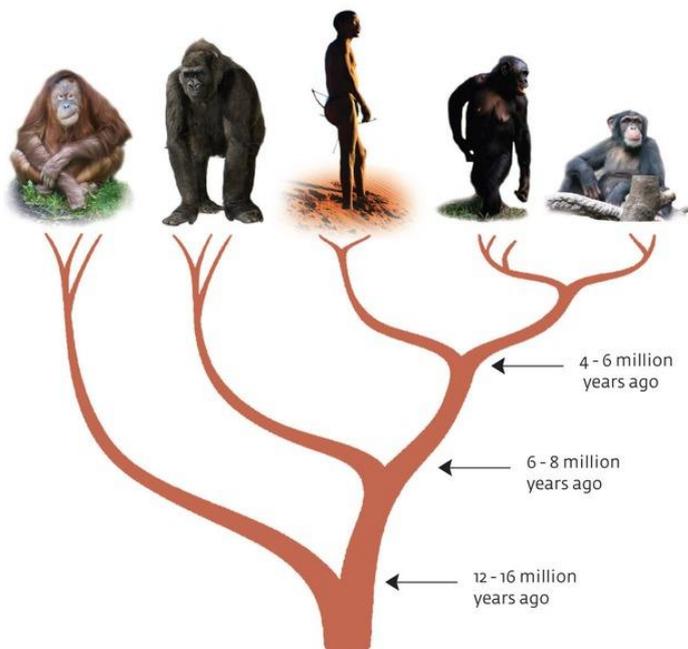
If the mutation was inherited via a simple autosomal recessive mode, what is the most likely parental genotype? Indicate the correct answer(s) with a tick (\checkmark) and incorrect answer(s) with a cross (\times). (1 point)

- a. $w w \times w^+ w^+$
- b. $w^+ w \times w^+ w$
- c. $w^+ w \times w w$
- d. $w^+ w \times w^+ w^+$
- e. $w^+ w^+ \times w^+ w^+$

40. If a paternal chromosome has alleles L, M, and n and the maternal chromosome has l, m, and N. Which of the following chromosomes could possibly be produced as a result of a single crossing over? Indicate the correct answer(s) with a tick (✓) and incorrect answer(s) with a cross (✗). (1 point)

- I. LMN
- II. LMn
- III. LmN
- IV. Lmn
- V. lmn

41. The closest living relative of human (*Homo sapiens*) is widely considered to be the chimpanzee (*Pan troglodytes*) and bonobo (*Pan paniscus*). Together with the orangutans (*Pongo pygmaeus* and *P. abelii*) and gorilla (*Gorilla gorilla* and *G. beringei*) they form the subfamily Homininae. This evolutionary relationship can be presented as shown below.



41.1. The phylogenetic tree demonstrating the evolutionary relationship of the higher primates is constructed using molecular data and is considered to be reliable because:

- a. DNA mutations and polymorphisms can be readily identified and analyzed.
- b. DNA sequences can be converted into protein sequences for comparative analysis.
- c. the availability of large amount of molecular data permits rigorous computational analyses to be conducted.
- d. physically intact and unfragmented genomic DNA can be recovered after millions of years.

Indicate true statement(s) with a tick (✓) and false statement(s) with a cross (✗). (0.8 point)

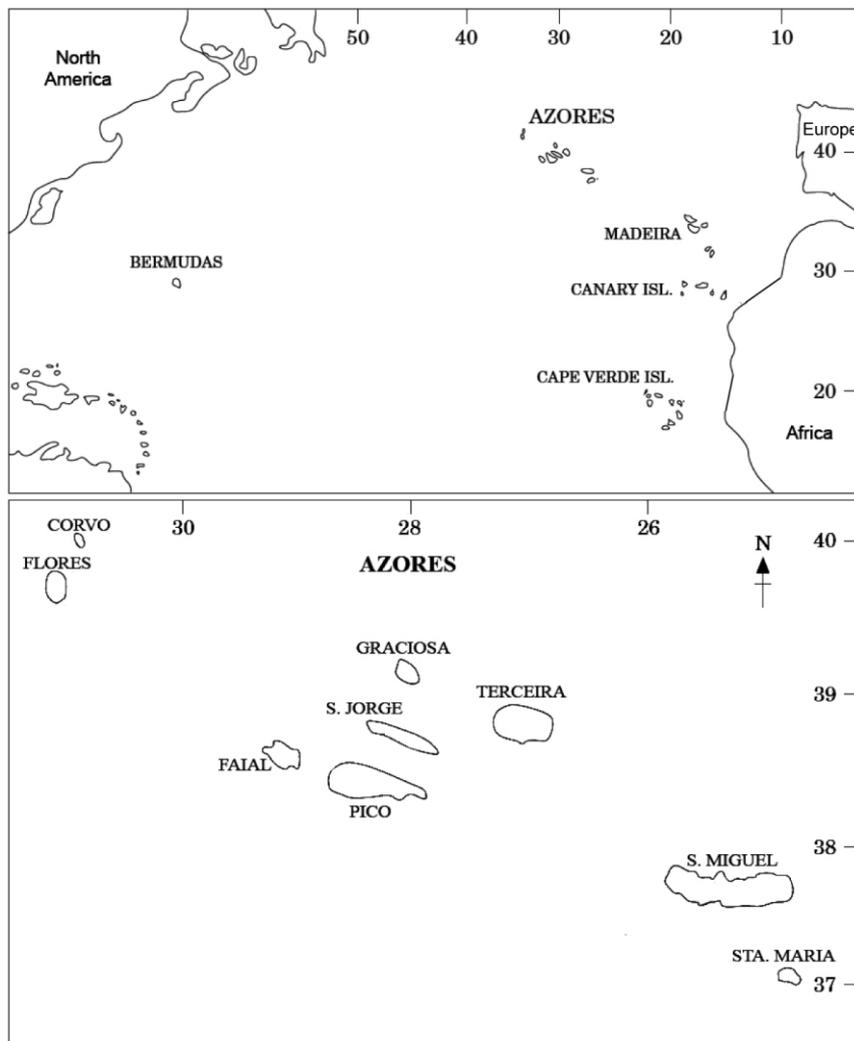
41.2. Most of the oldest fossils belonging to the subfamily Homininae are found in the African continent. This is similarly reflected by the living species, with orang utans being the only species not found in Africa. This observation of fossil distribution supports the:

- a. "Out of Africa" hypothesis whereby the first human beings-evolved in Africa and subsequently migrated to other continents.
- b. "Out of Asia" hypothesis as the oldest living species, the orang utans, are found only in South-East Asia.
- c. "multi-centric origin" hypothesis.

Indicate true statement(s) with a tick (✓) and false statement(s) with a cross (✗). (0.6 point)

ECOLOGY

42. Borges and Brown (1999) studied the arthropod species richness in three islands (Pico, Santa Maria and Terceira), in the Azorean archipelago. The figure below shows the location of the islands with respect to major land masses, Africa and Europe (in the east) and North America (in the west).

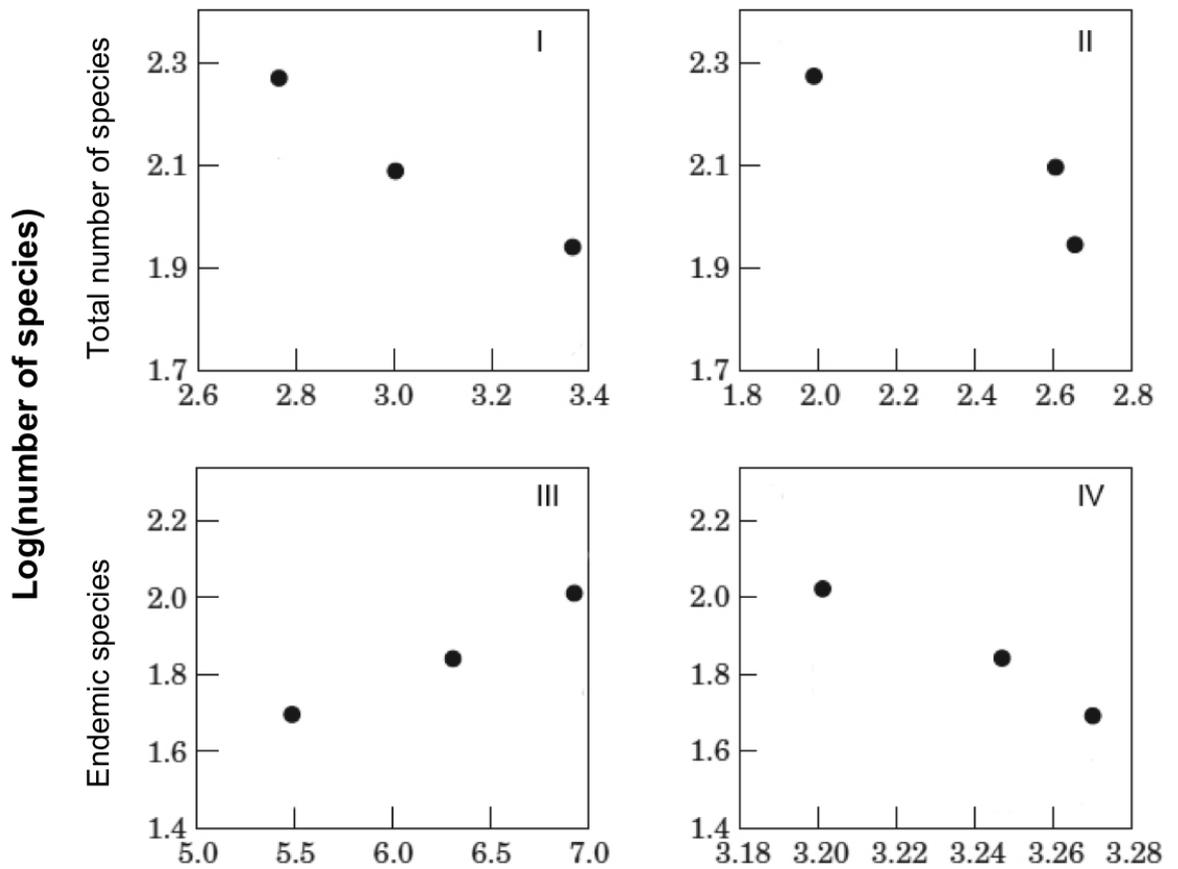


Some other characteristics of the islands are given in the table below.

Island	Altitude (m)	Geological age (Myr)	Distance from mainland (km)
Pico	2351	0.037 – 0.300	1866
Santa Maria	587	8.12	1585
Terceira	1023	0.300 – 2	1770

42.1. Match the following x axes with the correct graphs (I to IV). (2.4 points)

- a. Log_{10} (area in km^2)
- b. Log_{10} (altitude in m)
- c. Log_{10} (distance from mainland in km)
- d. Log_{10} (geological age in years)

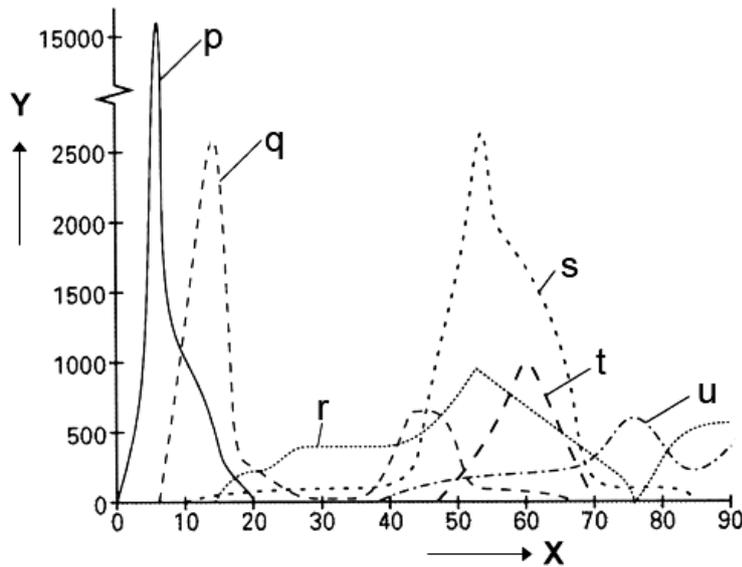


42.2. Estimate from the graphs, the number of endemic species (to the nearest whole number) in the three islands. (1.2 points)

42.3. From the data indicate correct conclusion(s) that can be drawn from the study with a tick (✓) and incorrect conclusion(s) with a cross (✗). (1.5 points)

- a. Diversity was greater on the island with the lowest maximum altitude and decreased with increasing altitude.
- b. Results of this study support the species-area hypothesis.
- c. Isolation alone cannot be used to explain the species richness patterns found in the arthropod assemblage in the three islands.
- d. Species richness patterns in these islands are influenced by both ecological and evolutionary factors.
- e. MacArthur and Wilson's theory of island biogeography is fully supported by the results of this study.

43. Daniel boiled water and hay in a beaker for some time, and left it uncovered for some days. During that period only heterotrophic bacteria were found in the beaker. He then added a few drops of ditch water and covered it loosely. The water from the ditch only contained heterotrophic unicellular organisms (no bacteria or fungi). Daniel regularly determined the size of the populations of the different species (p – u) present in the beaker over a period of time.



X = Time (days); Y = number of individuals per ml at water surface

Looking at the results, some of Daniel's students claimed that in the beaker:

- I. competition is likely to occur
- II. succession is taking place
- III. total biomass is increasing in the period between Day 40 to Day 50

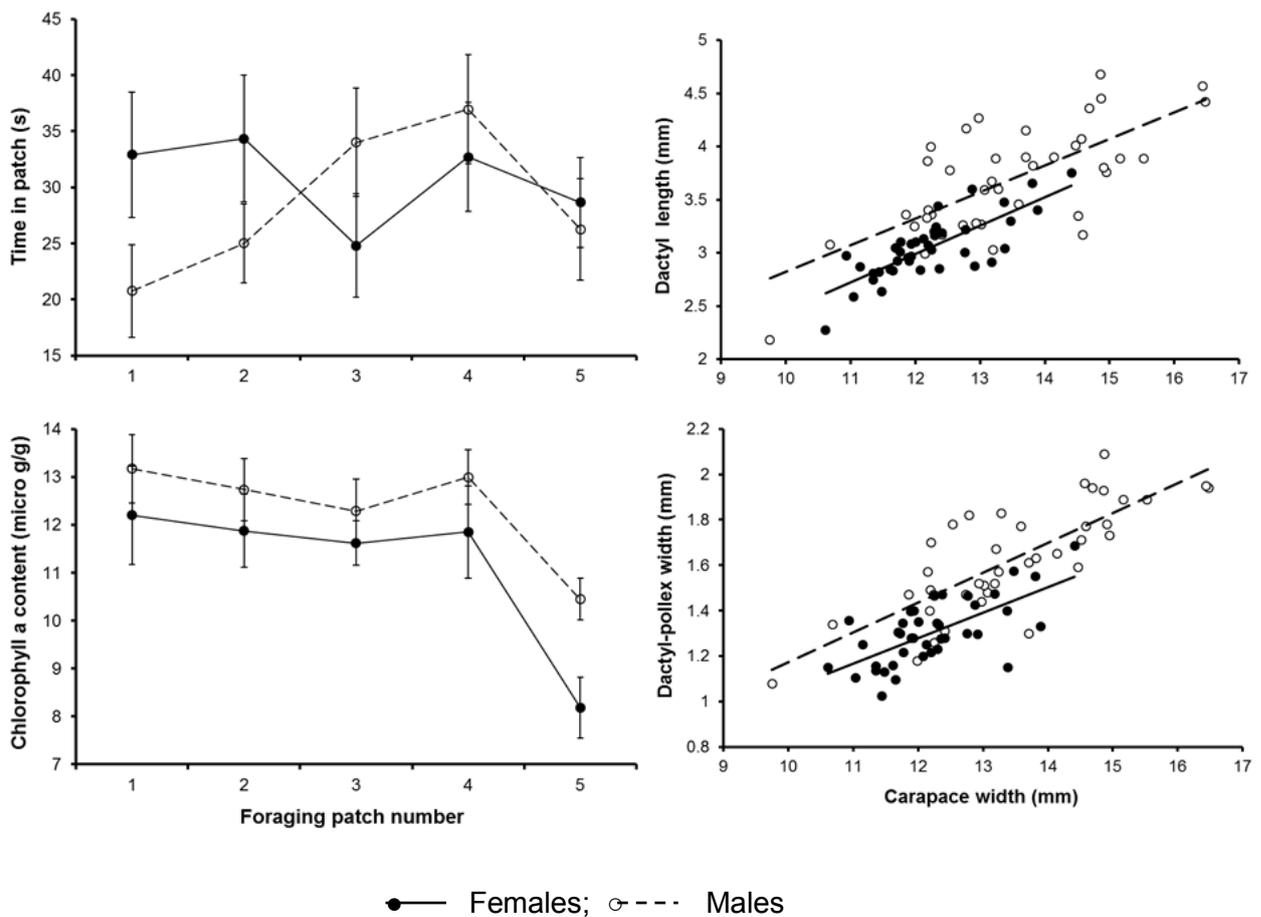
Some other students even went on to predict that:

- IV. the number of dividing bacteria will decrease to zero
- V. the number of the other dividing heterotrophic unicellular organism will decrease to zero
- VI. a climax stage will develop, comprising bacteria and other heterotrophic unicellular organisms, in a stable natural equilibrium

Indicate correct statement(s) with a tick (✓) and incorrect statement(s) with a cross (✗). (1.2 points)

44. Increasing concentration of carbon dioxide (a greenhouse gas) has been linked to global climate change. Carbon dioxide can be removed from the atmosphere and deposited in a reservoir in order to either mitigate or defer global warming and avoid dangerous climate change. The removal process includes carbon dioxide uptake from the atmosphere by all chlorophyllous plants, through photosynthesis. Indicate correct statement(s) concerning the amount of carbon “stored” per unit area in different ecosystems with a tick (✓) and incorrect statement(s) with a cross (✗). (1 point)
- a. net primary productivity (NPP) (or net carbon absorption rate) of coniferous forests > temperate forests > tropical forests
 - b. carbon stocks (the amount of carbon stored) of coniferous forests > temperate forests > tropical forests
 - c. net primary productivity (NPP) of temperate grasslands > savannas (grasslands with scattered trees) > tundra
 - d. net primary productivity (NPP) of secondary forests > climax forests or old growth forests
 - e. as compared to other ecosystems, coral reefs have very high net primary productivity, and their contribution to global production of biomass is large

45. Male fiddler crabs have an enlarged cheliped (the major cheliped) to attract mates and defend territories. However, the major cheliped is useless for foraging; hence males are left with only one feeding appendage – the minor cheliped. Many strategies have been proposed by researchers to explain how male fiddler crabs compensate for this apparent disadvantage. A student conducted a study to investigate some of these strategies. She videotaped the foraging bouts of males and females on the first five patches of sediment upon first emergence at low tide. Sediment samples from these five patches were collected after the crabs have vacated the patch and chlorophyll a content in these samples was determined. Various dimensions of the feeding cheliped in males and females were also compared. The mean number of scoops per second for the two sexes was determined from the videotapes: females, 2.39 ± 0.08 scoops; males, 1.60 ± 0.06 scoops.

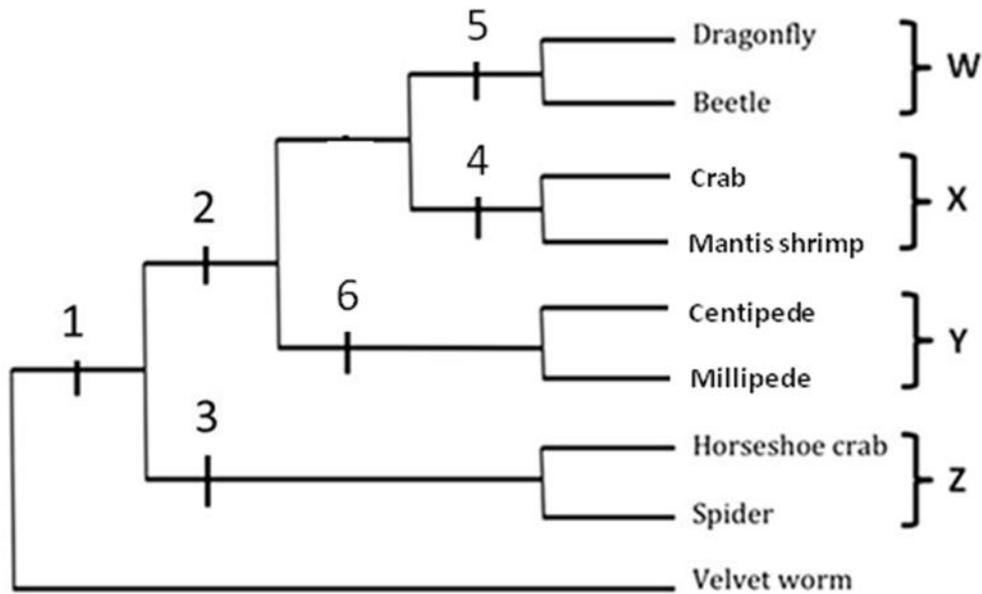


Indicate correct conclusion(s) that can be drawn from the student's study with a tick (✓) and incorrect conclusion(s) with a cross (✗). (2.4 points)

- a. Male fiddler crabs do not compensate for the one-feeding-cheliped-handicap by feeding at a faster rate than females.
- b. There is sexual dimorphism in the minor cheliped.
- c. In general, male fiddler crabs compensate for the one-feeding-cheliped-handicap by staying for a longer period of time in a foraging patch.
- d. Male fiddler crabs generally leave a foraging patch at a higher threshold of chlorophyll a content than females.
- e. Males compensate for the one-feeding-cheliped-handicap by having larger scoops of sediment per lift of the cheliped.
- f. Results of this study do not support the principles of the optimal foraging theory.

BIOSYSTEMATICS

46. Morphological characters (1 – 6) shared by two or more organisms and their recent common ancestor are shown in the cladogram below.



46.1. Which of the morphological characters (1-6) are the synapomorphies for the corresponding taxonomic groups indicated **in the Answer Sheet**. (1.2 points)

46.2. Identify the taxonomic groups (W – Z) in the table provided **in the Answer Sheet**. (1.2 points)

46.3. Based on your knowledge of these organisms and groups, match the morphological characters listed below (I – VI) among the labelled morphological characters from 1 to 6.

(1.2 points)

- I. body organised into head, and elongated (and segmented) trunk; numerous pairs (> 12 pairs) of legs
- II. body organised into head, thorax, and abdomen; three pairs of legs (from thorax)
- III. jointed/segmented appendages
- IV. antennae (one or more pairs); mandibles (chewing mouthparts)
- V. two pairs of antennae; biramous (two branches) appendages
- VI. no antennae; no mandibles

46.4. Classify the groups listed below (I – IV) according to their respective phylogenetic origins

in the Answer Sheet. (1.2 points)

- I. W and X
- II. X and Y
- III. Y and Z
- IV. W, X, Y, and Z

END OF PAPER