

Участник: _____



15th Международная Биологическая Олимпиада

Брисбен, 2004

Теоретический тест Часть А

Общее предоставляемое время: 2,5 часа (150 минут)

Общее возможное количество баллов: ~80

Вопросы 1-3). Молодая семья недавно приобрела в качестве домашнего животного щенка золотистый ретривер. Собака была получена в 8-ми недельном возрасте. Щенок был отлучен от матери и привит.

Вопрос 1). Как новорожденный щенок нашел дорогу к материнскому соску для сосания? (1 балл)

- A. Используя осязательные раздражители
- B. Используя зрительные раздражители
- C. Используя слуховые раздражители
- D. Используя обонятельные раздражители
- E. Используя вкусовые раздражители

Вопрос 2.) Щенки прививаются против ряда болезнетворных микроорганизмов. Какой из иммунных ответов организма-хозяина активируется для достижения защиты ? (1 балл)

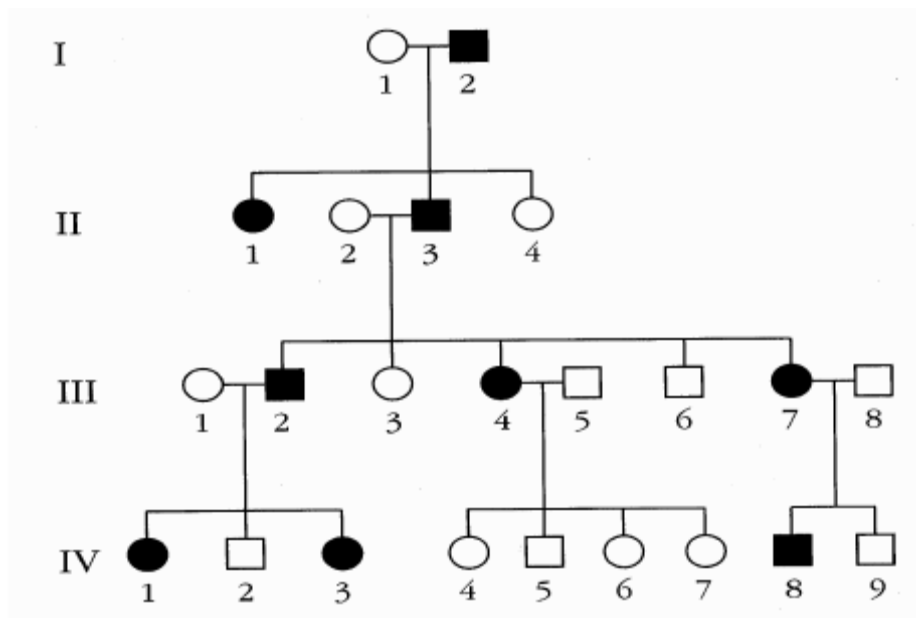
- A. Воспалительная иммунная реакция
- B. Адаптивная иммунная реакция
- C. Иммунная реакция гиперчувствительности
- D. Врожденная иммунная реакция
- E. Иммунная реакция на цитокины

Вопрос 3). Какие поведенческие механизмы вовлекаются в процесс дрессировки собак для выполнения команд (например, вперед, сидеть, стоять) ?. (1 балл)

- A. Импринтинг
- B. Условный рефлекс
- C. Мимикрия
- D. Привыкание
- E. Повышение чувствительности

Вопрос 4). Порода золотистый ретривер выводится путем близкородственных скрещиваний.

Приведённая ниже родословная составлена для редкой, но относительно мягкой формы наследственного заболевания кожи.



1. Каков механизм наследования этого заболевания? (1 балл)

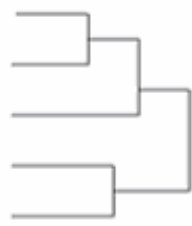


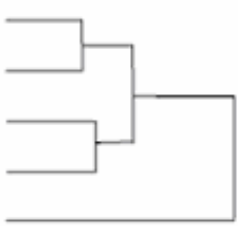
- A. Аутосомальный, рецессивный
- B. Аутосомальный, доминантный
- C. Рецессивный, сцепленный с полом
- D. Доминантный, сцепленный с полом

2. СНЯТ

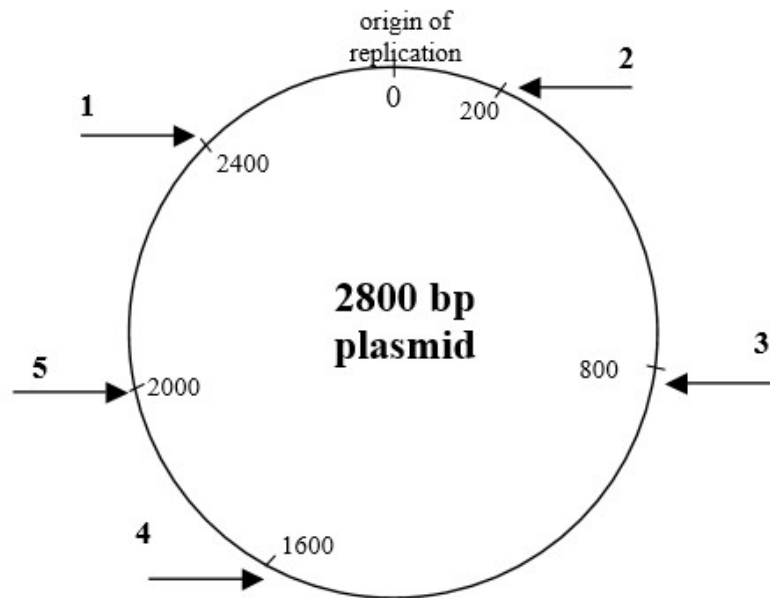
Вопрос 5). Собаки, лисы, шакалы, волки и гиены были исследованы на предмет наличия (+) или отсутствия (-) семи фенотипических признаков (I-VII). Результаты приведены в следующей таблице:

Признак	I	II	III	IV	V	VI	VII
Собака	+	+	+	+	+	+	+
Лиса	-	+	+	-	+	+	-
Шакал	+	-	+	-	+	-	-
Волк	+	+	+	-	+	+	+
Гиена	-	-	-	+	-	-	-

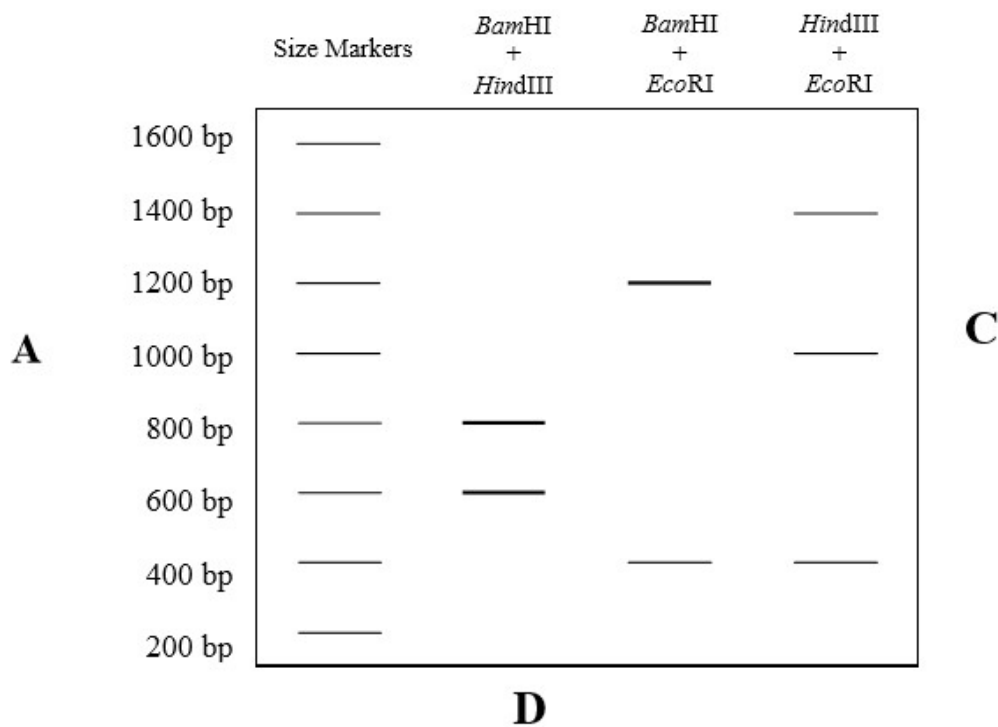
Основываясь на приведённых данных, укажите какая из фенограмм указывает на филогенетические связи между пятью данными группами животных? (1 балл)

<p>A.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>собака</p> <p>лиса</p> <p>волк</p> <p>шакал</p> <p>гиена</p> </div>  </div>	<p>B.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>собака</p> <p>лиса</p> <p>шакал</p> <p>волк</p> <p>гиена</p> </div>  </div>
<p>C.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>собака</p> <p>волк</p> <p>лиса</p> <p>шакал</p> <p>гиена</p> </div>  </div>	<p>D.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>собака</p> <p>волк</p> <p>лиса</p> <p>шакал</p> <p>гиена</p> </div>  </div>

Вопросы 6-10. Плазмида 2800 п.н. была разрезана тремя рестриктазами в трех различных комбинациях: с использованием *Bam*HI и *Hind*III, с использованием *Bam*HI и *Eco*RI и с использованием *Hind*III и *Eco*RI. Рестрикционные фрагменты плазмиды разделялись методом агарозного электрофореза.



B



Вопрос 6). Какое из утверждений НЕВЕРНО? (1 балл)

- A. Плазмиды не имеют белковых оболочек
- B. Плазмиды являются кольцевыми молекулами двухцепочечной ДНК
- C. Плазмиды могут быть встроены в хромосому клетки-хозяина
- D. Гены плазмид необходимы для выживания и/или размножения бактерий
- E. Плазмиды полезны для их клеток-хозяев

Вопрос 7). Какие из сайтов рестрикции на плазмидной карте (пронумерованные 1-5) соответствуют ферменты рестрикции A, B или C. (2 балла)

Ферменты рестрикции
A. <i>Bam</i> HI
B. <i>Eco</i> RI
C. <i>Hind</i> III

Сайт	Ответ [A/B/C]
1	
2	
3	
4	
5	

Вопрос 8). Четыре стороны электрофоретического геля обозначены буквами A, B, C и D. Что представляет собой катод? (1 балл)

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D
- E. Невозможно определить

Вопрос 9). Рестриктаза *EcoRI* разрезает двойную спираль ДНК следующим образом:



Какой из приведённых ниже фрагментов мог бы связаться по месту рестрикции ферментом *EcoRI* (лигироваться)? (1 балл)

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| (A) | (B) | (C) | (D) |
| $\dots CG$
$\dots GCAATT$ | $AATTCG \dots$
$GC \dots$ | $\dots TGAATT$
$\dots AC$ | $GT \dots$
$TТААСА \dots$ |

Вопрос 10). Каким образом плазмиды получают гены множественной устойчивости к антибиотикам ? (1 балл)

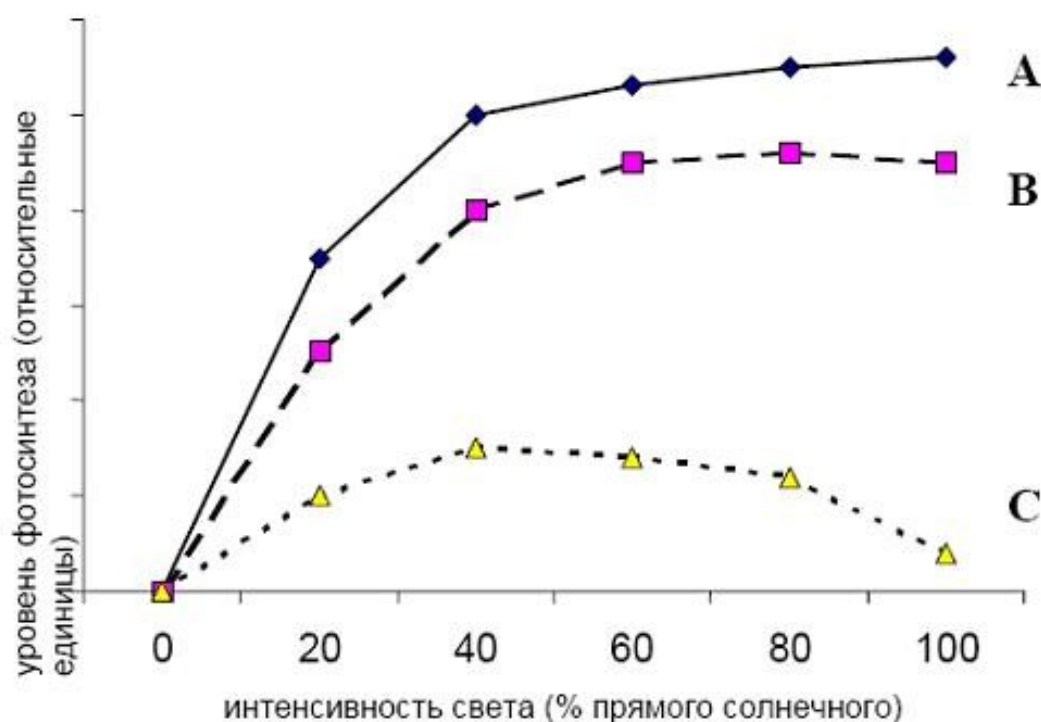
- A. Транспозицией
- B. Конъюгацией
- C. Транскрипцией
- D. Трансформацией
- E. Трансдукцией

Вопросы 11-15. Исследователь подверг по 10 образцов трёх различных типов растений воздействию света десяти различных интенсивностей (от полной темноты до прямого солнечного света) в течение нескольких дней. Атмосферой был обычный воздух, температура 32°C и растения хорошо поливались. В следующих вопросах обозначения растений А, В или С соответствуют кривым на графике.

Тремя типами растений были:

- растения типа C_3 , адаптированное к росту при прямом солнечном свете ("солнечное растение");
- растения типа C_3 , которое может расти только в условиях низкой освещённости ("тенивое растение");
- растения типа C_4 , которое подобно большинству C_4 -растениям адаптировано к росту при прямом солнечном свете.

Затем исследователь провел измерения уровня фотосинтеза в листе каждого из растений и построил следующие графики для растений А, В и С:



Вопрос 11). Какому типу растений соответствуют каждый из графиков А, В и С ? (1 ба

1. C ₃ солнечное растение	Ответ [A/B/C]
2. C ₃ теневое растение	
3. C ₄ растение растение	

Вопрос 12). Какой из графиков (А, В или С) будет соответствовать следующим типам растений ?

(1 балл)

1. пшеница, рис, овес, ячмень, горох и фасоль	Ответ [A/B/C]
2. растение, которое обычно имеет самую малую толщину листьев	
3. растение с самой высокой эффективностью использования воды	
4. растение, преимущественно использует азот (N) для образования тилакоидных белков и хлорофилла, а не для ферментов фиксации CO ₂	
5. растение, у которого в некоторых хлоропластах отсутствует фермент Рубиско (рибулозодифосфаткарбоксилаза /оксигеназа)	

Вопрос 13). Кривая С на графике показывает, что уровень фотосинтеза у этого растения понижается при возрастании интенсивности прямого солнечного света с 60% до 100%.

Почему ? (1 балл)

- A. В нем недостаточно хлорофилла а
- B. Оно не закрывает устьица при недостатке воды, и, следовательно, обезвоживается под ярким светом
- C. Количество Рубиско недостаточно для того, чтобы использовать яркий свет, и последующее накопление свободных радикалов кислорода приводит к повреждению мембран
- D. Яркий свет стимулирует митохондриальное (ночное) дыхание, и вследствие этого ночью растение выделяет больше CO₂, чем фиксирует его в течение дня посредством фотосинтеза
- E. Его хлоропласты перемещаются к периферии клеток листа, делая листья прозрачными и неспособными поглощать свет для фотосинтеза

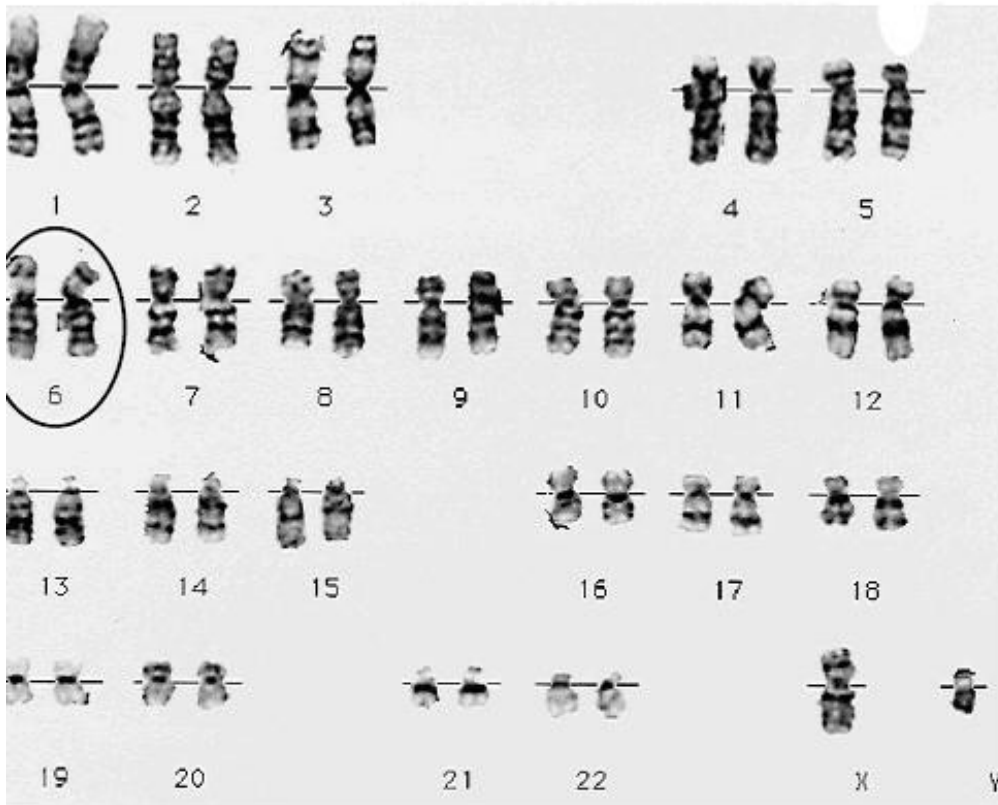
Вопрос 14). Проходил бы фотосинтез значительно быстрее, если бы листья трёх растений, находящихся при освещении в 60% от полного солнечного света, получали дополнительное освещение (L) или больше углекислого газа (D) ? (1 балл)

	Ответ [L/D]
1. Растение А	
2. Растение В	
3. Растение С	

Вопрос 15). Фотодыхание наблюдается в хлоропластах растения, если концентрация O_2 значительно превышает концентрацию CO_2 . В этом случае O_2 включается вместо CO_2 в цикл Кальвина посредством фермента Рубиско. Субстрат для Рубиско, который обычно связывает с CO_2 , является одним из следующих: (1 балл)

- A. 3-фосфоглицерат
- B. Гликолат-2-фосфат
- C. Глицеро-1,3-дифосфат
- D. 3-фосфоглицероальдегид
- E. Рибулозо-1,5-дифосфат

Вопросы 16-20. Кариотип представляет собой набор хромосом, находящихся в клетках эукариот. Приведённая диаграмма демонстрирует нормальный кариот мужчины.



Вопрос 16). Кариотипы можно наблюдать в клетках, которые находятся на стадии:

(1 балл)

- A. Профазы мейоза
- B. Анафазы митоза
- C. Метафазы митоза
- D. Телофазы митоза
- E. Интерфазы

Вопрос 17). Сколько аутосом изображено на рисунке ? (1 балл)

- A. 22
- B. 23
- C. 44
- D. 46
- E. 2

Вопрос 18). Как называется структура в позиции 6, отмеченная на диаграмме кругом ?

(1 балл)

- A. Две сестринские хроматиды
- B. Гомологичная пара хромосом
- C. Хромосома
- D. Хромосомы в интерфазе
- E. РНК

Вопрос 19). Какой из вариантов (A – E), будучи вставлен в пропущенные места, делает приведённое ниже утверждение корректным?

“Хромосомы человека обычно разделены на два плеча посредством “.....”. При этом на картах человеческих хромосом длинное плечо обозначают буквой “.....”, а короткое плечо обозначают буквой “.....”. “ (1 балл)

- A. Теломер; p; q
- B. Центросома; q; p
- C. Центриоль; L; S
- D. Центросома; l; s
- E. Центромера; q; p

Вопрос 20). Каким новым современным методом можно получить картину кариотипа кроме классического (приведенного на диаграмме) ? (1 балл)

- A. Световая микроскопия с использованием цветной фотографии
- B. Флуоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) ДНК, называемая "окраской хромосом"
- C. Электронная микроскопия и методы цветной литографии
- D. Полимеразная цепная реакция
- E. Подавление экспрессии (сайленсинг) РНК с помощью "коротких интерферирующих" РНК (siRNA)

Вопросы 21-25. В середине океана формируется новый вулканический остров. Окаймляющий риф образуется, когда морские течения приносят яйца и личинок, и позволяя заселяться различным видам. Другие факторы, такие как хищники, конкуренция и болезни, становятся впоследствии ответственными за вымирание некоторых видов обитателей рифа.

Вопрос 21). Каждое столетие риф заселяют, в среднем, десять видов кораллов, 10% из которых исчезают каждое столетие. Через сколько времени фауна кораллового рифа будет включать по крайней мере 50 различных видов кораллов? (1 балл)

- A. 300 лет
- B. 450 лет
- C. 500 лет
- D. 800 лет
- E. 1200 лет

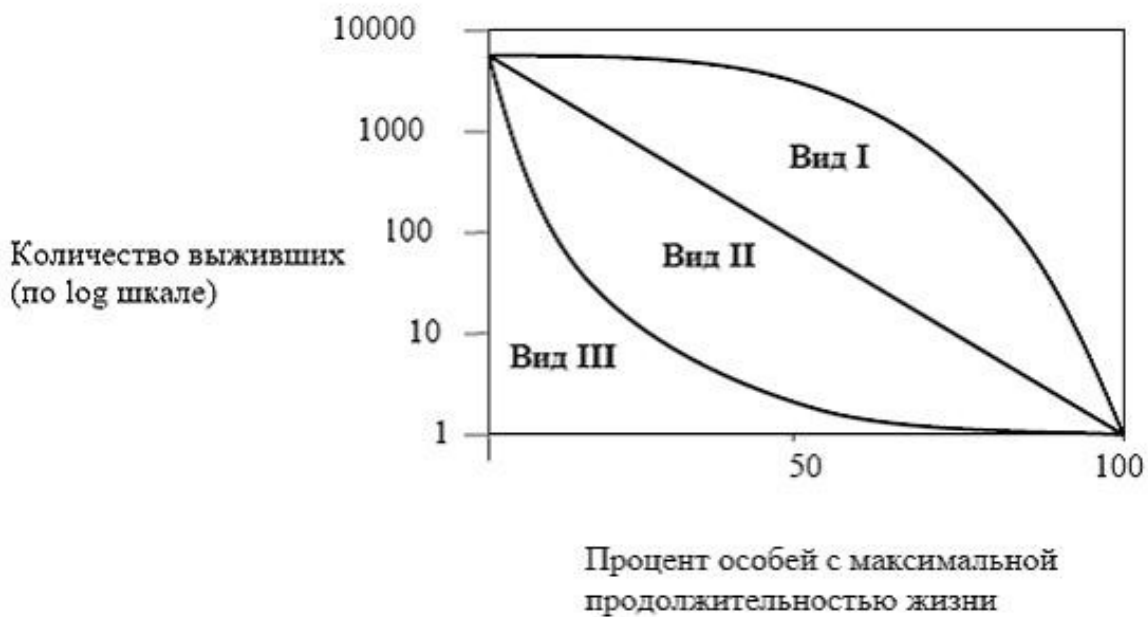
Вопрос 22). Значительное изменение направления морских течений препятствует колонизации рифа новыми видами. Предполагая, что 10%-й уровень вымирания останется постоянным, подсчитайте, через какой промежуток времени видовое разнообразие сократится с 50 до 30 видов кораллов? (1 балл)

- A. 300 лет
- B. 450 лет
- C. 500 лет
- D. 800 лет
- E. 1200 лет

Вопрос 23). Океанолог, подсчитывающий количество обитающих на рифе рыб (N), выловил некоторую выборку (в количестве S_1), пометил и выпустил их. Через месяц он собрал другую выборку (в количестве S_2) и обнаружил в ней несколько ранее помеченных особей (в количестве S_3). Какая формула может быть использована для подсчета N ? (1 балл)

- A. $N = (S_2 \times S_3) / S_1$
- B. $N = (S_1 \times S_2 \times S_3)$
- C. $N = (S_1 \times S_3) / S_2$
- D. $N = (S_1 \times S_2) / S_3$
- E. $N = (S_2 + S_1) / S_3$

Вопрос 24). Три вида обитателей рифов имеют следующие кривые выживания:



Какое из следующих утверждений НЕВЕРНО? (1 балл)

- A. Молодняк вида III имеет более высокую смертность, чем вида I
- B. Уровень смертности вида II более постоянен, чем у вида I
- C. Вероятно, что плодовитость вида II ниже, чем у вида III
- D. Взрослые особи вида II имеют более высокую продолжительность жизни, чем вида III
- E. Высокая смертность у взрослых представителей вида I вероятно компенсируется его высокой плодовитостью

Вопрос 25). Было обнаружено, что жабры пойманных на рифе рыб инфицированы паразитами. График, отражающий зависимость интенсивности инфекции (степень заражения рыбы паразитами) от частоты встречаемости инфицированных особей:



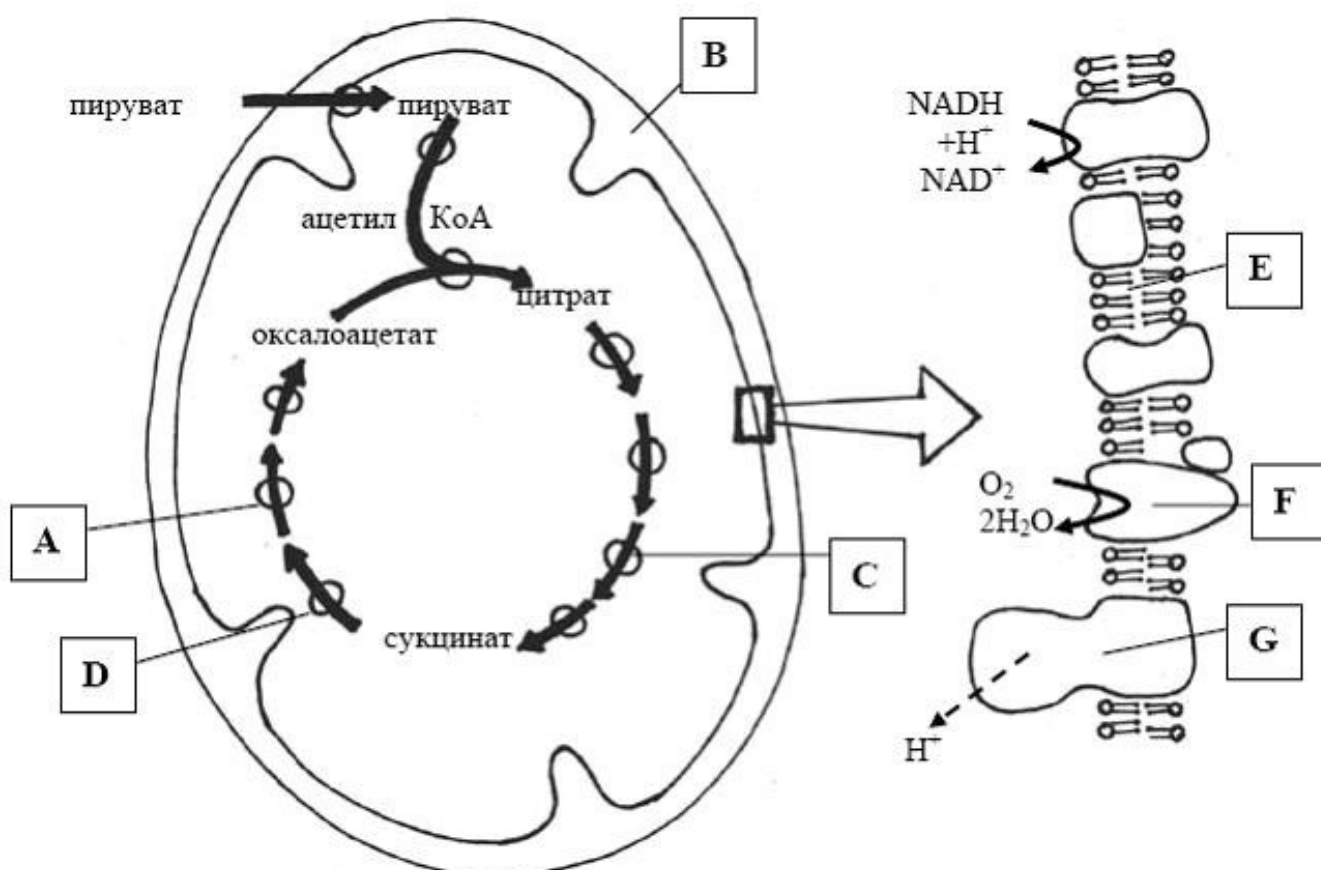
Какое из утверждений является наиболее вероятным для объяснения этих результатов?

(1 балл)

- A. Паразиты накапливаются в более старых особях
- B. Незначительное число особей имеет наибольшее количество паразитов
- C. Большинство паразитов приобретается в молодом возрасте
- D. Распространение паразита зависит от распространения хозяина
- E. Большинство особей содержит малое количество паразитов

Вопросы 26-30. На ранних этапах эволюции жизни на Земле некоторые примитивные фотосинтетические организмы приобрели способность расщеплять воду, что привело к аккумуляции кислорода в атмосфере. Другие организмы использовали кислород, соединяя его с другими молекулами и используя освобожденную энергию.

Вопрос 26). На рисунке слева изображена митохондрия и некоторые биохимические процессы, происходящие в матриксе, а справа в увеличенном виде показана внутренняя митохондриальная мембрана, содержащая полиферментные комплексы. (Ферменты на рисунке обозначены кружками)



К компонентам рисунка А – G подберите пару из следующих пунктов: (2 балла)

1. Белковый комплекс, производящий большую часть АТФ в процессе дыхания
2. Белок, высвобождающий CO₂
3. Здесь аккумулируются ионы водорода (H⁺), доставляемые с помощью электронного транспорта, что приводит к снижению рН по крайней мере на 1 единицу по сравнению с рН матрикса
4. Белок, содержащий медь в качестве кофактора
5. Белок, синтезирующий малат
6. Здесь можно обнаружить убихинон, выполняющий свою функцию
7. Белок, восстанавливающий FAD до FADH₂

1	2	3	4	5	6	7

Вопрос 27). Рассмотрите метаболический цикл из восьми реакций (цикл Кребса или цикл лимонной кислоты) показанный на рисунке митохондрии (цикл превращения цитрата через сукцинат в оксалоацетат). Какое из следующих утверждений верно ? (1 балл)

- A. Цикл проходит в межмембранном пространстве митохондрий
- B. Цикл является центральной частью молочнокислого брожения
- C. Цикл прекращается при отсутствии NAD⁺
- D. Цикл, в результате которого непосредственно образуется большая часть АТФ гетеротрофной клетки
- E. Цикл, ответственный за образование кислорода

Вопрос 28). Ацетил-КоА образуется в митохондриях в процессе дыхания. Он также образуется в других частях клетки, включая цитозоль и хлоропласты растительных клеток. В биосинтезе каких из следующих веществ молекула ацетил-КоА играет главную роль ? (1 балл)

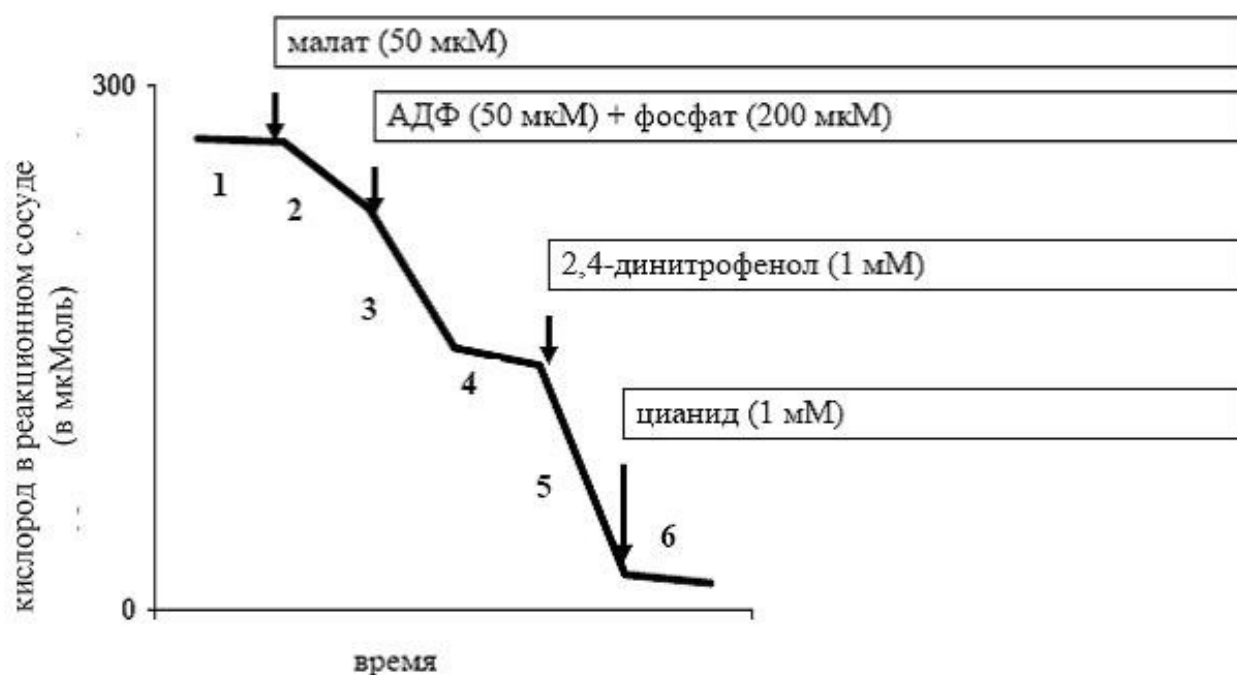
1. Ароматические аминокислоты триптофан, тирозин и фенилаланин
2. Стероиды
3. Хитин клеточных стенок грибов и экзоскелетов насекомых
4. Гидрофобная цепь убихинона
5. Пуриновые основания ДНК и РНК
6. Жирные кислоты
7. Растительные гормоны гиббереллины

- A. 1, 5
- B. 2, 4, 6, 7
- C. 2, 3, 7
- D. 1, 4, 7
- E. 2, 3, 5, 6, 7

Вопрос 29). Какое сочетание утверждений верно для аэробного дыхания? (1 балл)

1. H_2O является восстановителем
 2. CO_2 является окислителем
 3. O_2 является акцептором электронов
 4. H_2O является донором электронов для органических веществ
 5. H_2O – один из конечных продуктов
 6. Происходит фотофосфорилирование
 7. Происходит окислительное фосфорилирование
 8. Происходит фосфорилирование на уровне субстрата
-
- A. 1, 2, 8
 - B. 2, 3, 4, 7
 - C. 3, 5, 7, 8
 - D. 1, 4, 7, 8
 - E. 2, 3, 5, 6, 7

Вопрос 30). Студент получил препарат изолированных митохондрий печени и изучал процесс дыхания, исследуя поглощение кислорода 1 мл суспензии митохондрий в реакционном сосуде. На диаграмме показаны вещества, добавленные к суспензии. Были получены следующие результаты:



Студент предлагает различные выводы об уровне поглощения O_2 в позициях 1-6. Какой вывод (А или В) является верным для каждой позиции (1 балл).

1. А. Митохондрии были повреждены и неспособны больше дышать
 В. Практически отсутствовали субстраты для дыхания

2.
 - A. Малат является углеводным субстратом для дыхания
 - B. Малат непосредственно связывается с O_2 , выводя O_2 из раствора

3.
 - A. Дыхание в митохондриях связано с синтезом АТФ
 - B. Неорганический фосфат (P_i) стимулирует активность ферментов цикла Кребса

4.
 - A. АДФ медленно инактивировал ферменты цикла Кребса
 - B. Уменьшилось количество АДФ

5.
 - A. 2,4-динитрофенол приводит к утечке ионов H^+ через митохондриальную мембрану
 - B. 2,4-динитрофенол является лучшим природным субстратом для дыхания, чем малат

6.
 - A. Цианид (CN^-) ингибирует терминальную оксидазу дыхания
 - B. Цианид может заменять O_2 в дыхательной цепи переноса электронов, образуя HCN вместо H_2O

Вопросы 31-35. **Большинство высших животных обладает сердечно-сосудистой системой, переносящей кровь и жидкости к тканям организма.**

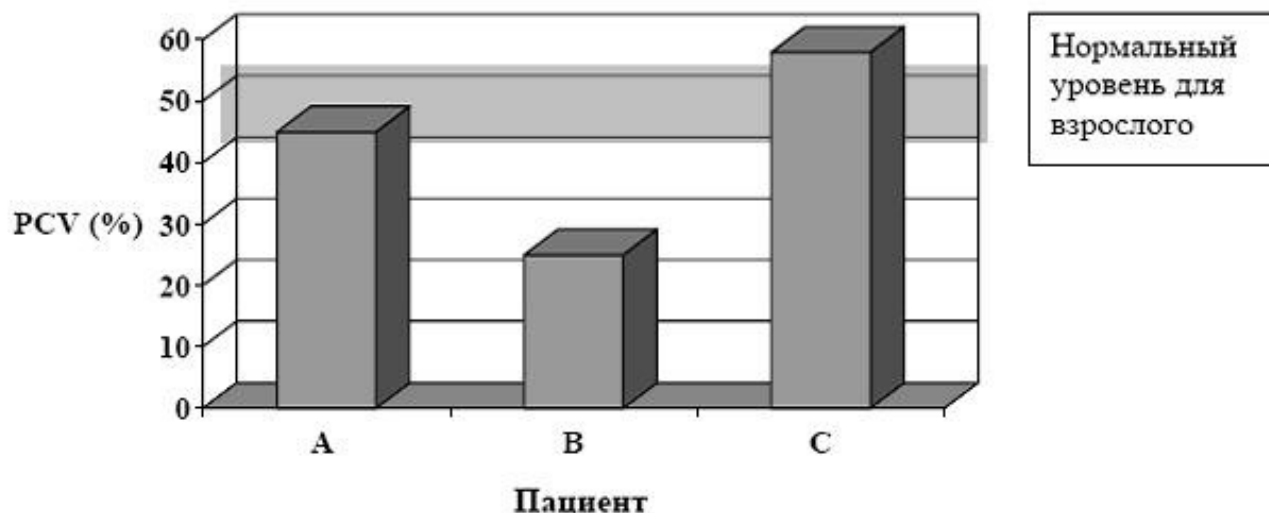
Вопрос 31). Цельная кровь позвоночных состоит из плазмы и клеток или клеточных фрагментов. Нижеследующие утверждения относятся к составу нормальной крови.

- 1) Цвет красных кровяных клеток обусловлен отработанным CO₂, который переносится гемоглобином
- 2) Эритроциты - наиболее распространенный тип клеток в крови
- 3) Тромбоциты содержат ядро и ДНК
- 4) Гемоглобин состоит из двух полипептидных цепей
- 5) Гамма-Глобулин является самым важным белком плазмы
- 6) Все зрелые клетки крови образуются в костном мозге

Какая одна из предложенных комбинаций содержит только верные утверждения? (1 балл)

- A. 3, 4, 5
- B. 2, 5, 6
- C. 1, 2, 3, 5, 6
- D. 4, 5, 6
- E. 2, 4, 6

Вопрос 32). Гематокрит (клеточный объем, PCV) - это доля от общего объема крови, занятая клетками крови. Нормальный уровень для взрослого мужчины составляет 40-50%. Ниже на диаграмме показаны результаты гематокрита трех пациентов А, В и С.

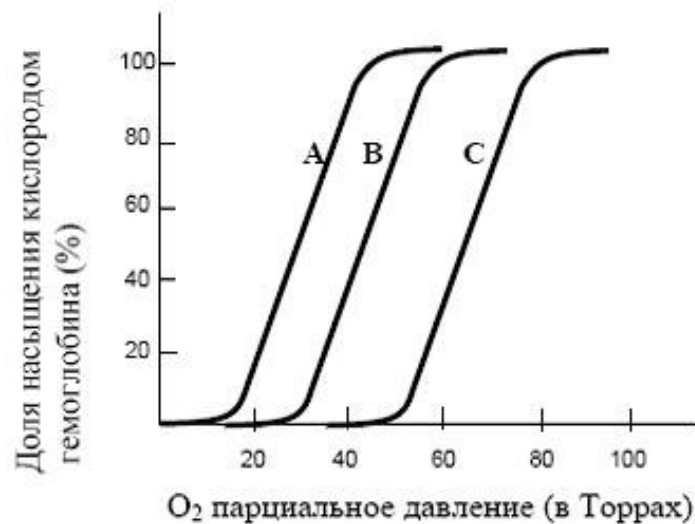


Какому из пациентов врач может поставить правильный диагноз об одном из перечисленных ниже заболеваний? (используйте D для обозначения никакому) (1 балл)

- | |
|-------------------------------------|
| 1. Обезвоживание |
| 2. Анемия |
| 3. Пониженный уровень альбумина |
| 4. Нет видимых проблем со здоровьем |

Ответ [A/B/C/D]

Вопрос 55). Количество кислорода, переносимого кровью, зависит от количества дыхательного пигмента (гемоглобина) и парциального давления кислорода. Для фиксированной концентрации гемоглобина доля его насыщения кислородом тем больше, чем больше парциальное давление кислорода.



Какая из следующих комбинаций отражает кривые насыщения гемоглобина кислородом для условий А, В и С, по порядку ? (* Кровь при физической нагрузке = кровь, полученная от индивидуума, подвергнутого экстремальной физической нагрузке) (1 балл)

- A. нормальная кровь, эмбриональная кровь, кровь при физической нагрузке
- B. эмбриональная кровь, кровь при физической нагрузке, нормальная кровь
- C. эмбриональная кровь, нормальная кровь, кровь при физической нагрузке
- D. кровь при физической нагрузке, эмбриональная кровь, нормальная кровь
- E. кровь при физической нагрузке, нормальная кровь, эмбриональная кровь

Вопрос 34). Основная роль свертывания крови – помощь в заживлении поврежденных сосудов и тканевых ран. Какие факторы важны в этом процессе? (1 балл)

- A. эритроциты, тромбин, фибрин, гамма глобулин
- B. моноциты, гамма-глобулин, тромбин, эритроциты
- C. лимфоциты, эритроциты, фибрин, тромбоциты
- D. тромбоциты, тромбин, эритроциты, фибрин
- E. фибрин, тромбин, тромбоциты, гамма-глобулин

Вопрос 35). В сердечно-сосудистой системе могут возникать различные нарушения, включая:

- A) Скопление холестериновых бляшек на стенках артерий
- B) Гиперпродукция красных кровяных телец в костном мозге
- C) Единичная нуклеотидная мутация в кодирующем участке гена гемоглобина
- D) Высокое кровяное давление
- E) Неконтролируемая пролиферация предшественников кровяных клеток
- F) Уменьшение синтеза гемоглобина

Какие из этих нарушений вызывают следующие заболевания крови? (1 балл)

	Ответ [A/B/C/D/E/F]
1. Серповидноклеточная анемия	
2. Гипертония	
3. Атеросклероз	
4. Бета-талассемия	
5. Лейкемия	
6. Полицитоз	

Вопросы 36-38. Размножение у растений имеет много особенностей, варьирующих у разных представителей.

Вопрос 36). Какие из следующих утверждений, касающиеся репродукции, верны ?

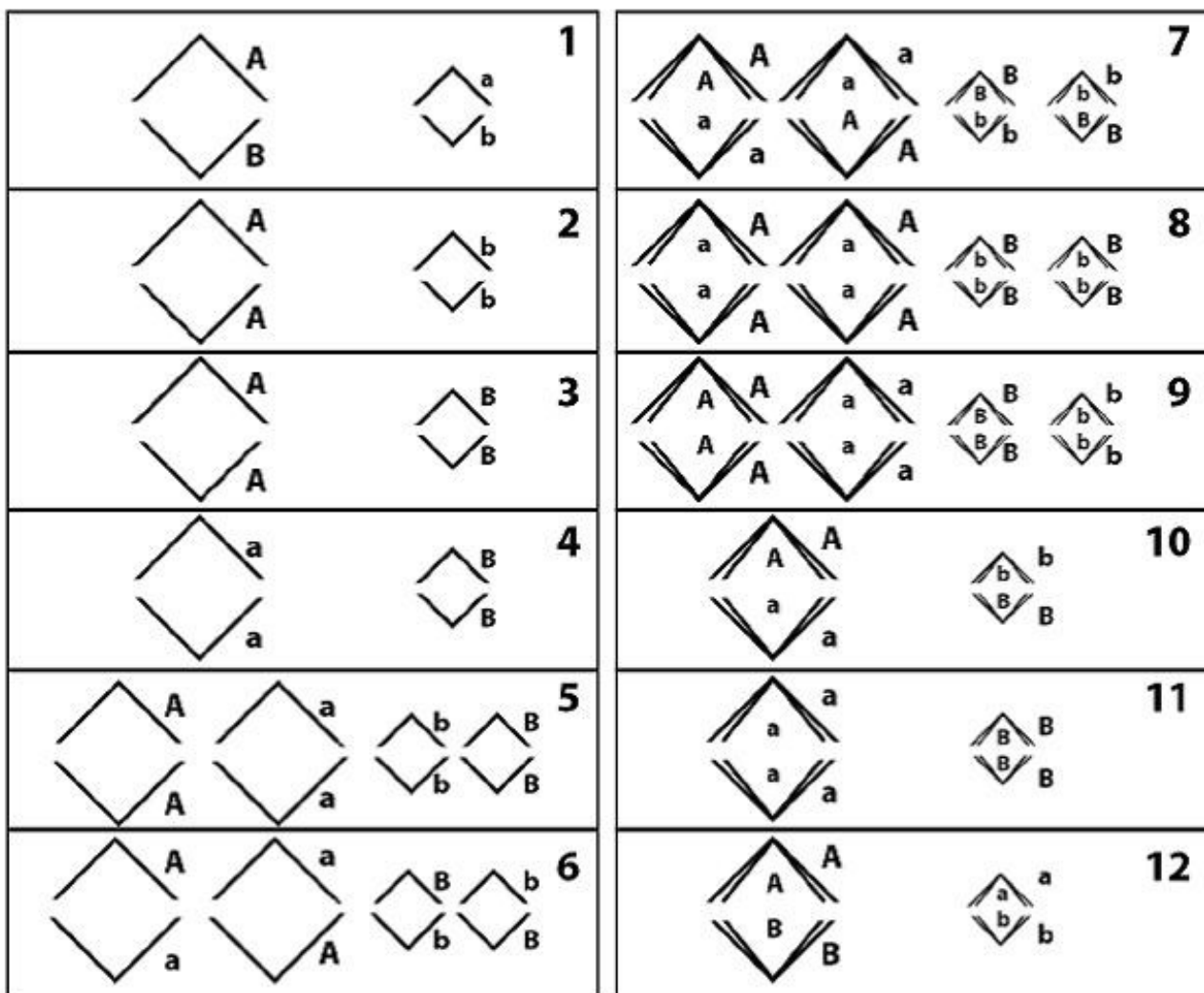
(1 балл)

- A. Гаплоидных организмов (т.е. организмов, клетки которых несут один набор хромосом) не существует, только гаметы (яйцеклетка и сперматозоиды) гаплоидны
- B. Теоретически и практически невозможно для организма размножаться без мейоза
- C. Половое размножение всегда включает образование сперматозоида и яйцеклетки отдельно в мужском и женской особях
- D. Все клетки всех эукариотических организмов (включая грибы) содержат одно ядро (гаплоидное или диплоидное)
- E. Половое размножение без мейоза невозможно

Вопрос 37). Какое из следующих утверждений указывает на принципиальное различие между голосеменными и покрытосеменными ? (1 балл)

- A. Голосеменные продуцируют жгутиковые сперматозоиды, которые плавают в воде, тогда как у покрытосеменных сперматозоиды заключены в пыльцу
- B. Голосеменные не имеют семян, тогда как покрытосеменные - имеют
- C. У голосеменных семяпочка превращается в семя, тогда как у покрытосеменных – в семя превращается завязь
- D. У голосеменных нет завязей, превращающихся в плоды, тогда как у покрытосеменных есть завязи, превращающиеся в плоды
- E. Голосеменные образуют покрытые чешуйками сухие плоды, тогда как плоды покрытосеменных мягкие и сочные

Вопрос 38). Размножение растений было изучено на примере растения *Neplopappus gracilis*, которое является диплоидным и имеет только две пары хромосом - одну длинную пару и одну короткую ($2n = 4$). На диаграммах ниже представлены анафазы отдельных клеток в мейозе или митозе у растения, которое является дигетерозиготой (Aa Bb) по аллелям двух генов, при этом один из генов расположен на длинной, а второй - на короткой хромосоме. Отдельные линии представляют хроматиды, точки соединения линий в букву V представляют центромеры.

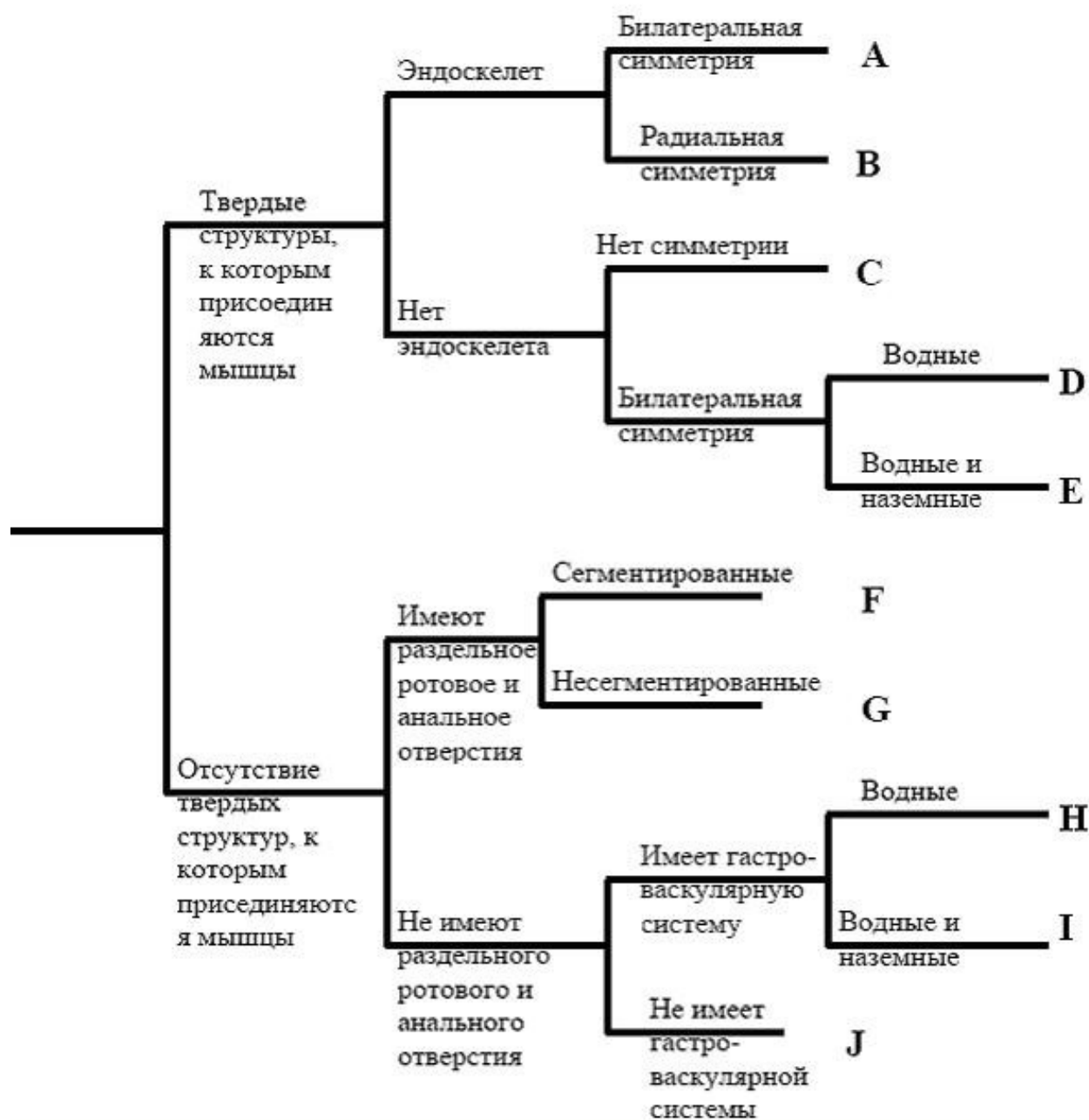


Для каждого случая пометьте, если диаграмма представляет клетку в: (3 балла)

мейозе I (= A) мейозе II (= B) митозе (= C) или ситуация невозможна (= D)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Вопросы 39-42). Приведенная ниже дихотомическая схема была построена для десяти групп животных на основе семи признаков.



Вопрос 39). Сопоставьте номера от 1 до 10 из таблицы с группами животных (А–J) из дихотомической схемы (2 балла)

Группа	Буква
1. Annelida (щетинковые черви)	
2. Arthropoda (членистоногие)	
3. Cnidaria (кораллы, медузы)	
4. Echinodermata (иглокожие)	
5. Mollusca (двустворчатые моллюски)	
6. Mollusca (брюхоногие моллюски)	
7. Chordata (хордовые)	
8. Nematoda (круглые черви)	
9. Platyhelminthes (плоские черви)	
10. Porifera (губки)	

Вопрос 40). У животных строение тела различается по организации тканевых (зародышевых) слоев и полостей тела. Зародышевых слоев может быть два (D) либо три (T). Животные также могут быть ацеломическими (A), псевдоцеломическими (P) или целомическими (C). Укажите тип строения следующих групп животных, используя соответствующие буквы: (1 балл)

		Зародышевые слои [D/T]	Полости тела [A/P/C]
1.	Platyhelminthes (плоские черви)		
2.	Annelida (кольчатые черви)		
3.	Nematoda (круглые черви)		

Вопрос 41). Различия в эмбриональном развитии позволяют разделить животных на первичноротых и вторичноротых, основываясь на типе дробления (радиальное – R или спиральное - S), дальнейшей судьбе клеток (недетерминированные – I или детерминированные - D) и развитии ротового отверстия зародыша (возникающего на месте бластопора – B или на противоположной стороне от бластопора - O). Какое сочетание признаков соответствует вторичноротым животным? (1 балл)

- A. S, D, O
- B. S, D, B
- C. S, I, O
- D. S, I, B
- E. R, D, O
- F. R, D, B
- G. R, I, O
- H. R, I, B

Вопрос 42). Насекомые могут иметь простой или сложный цикл развития.

- A. Они могут вылупляться из яиц похожими на взрослую особь, только маленького размера.
- B. Они могут претерпевать постепенные изменения (неполный метаморфоз)
- C. Они могут подвергаться глубоким превращениям (полный метаморфоз).

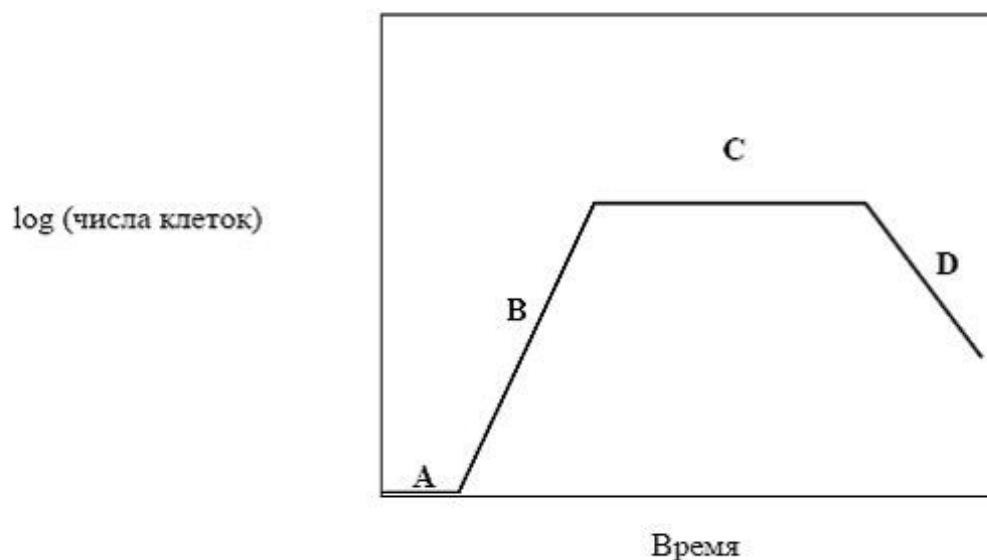
Какой цикл развития имеют следующие насекомые? (1 балл)

1. Мухи
2. Первично бескрылые насекомые
3. Блохи
4. Вши

Ответ [A/B/C]

Вопросы 43-47. Бактерии – это прокариотические организмы, которые живут в самых различных условиях окружающей среды.

Вопрос 43). Рост бактерий в лабораторных условиях при определенной температуре может быть представлен графиком соотношения логарифма числа живых клеток ко времени инкубации.



Сопоставьте четыре фазы на графике, обозначенные А - D, с их названиями, приведенными в таблице. Обратите внимание, что в одна из фаз не показана на графике, обозначьте ее буквой "Е". (1 балл)

Фазы роста
1. фаза экспоненциального роста (log фаза)
2. фаза отмирания
3. переходная фаза
4. стационарная фаза
5. лаг-фаза

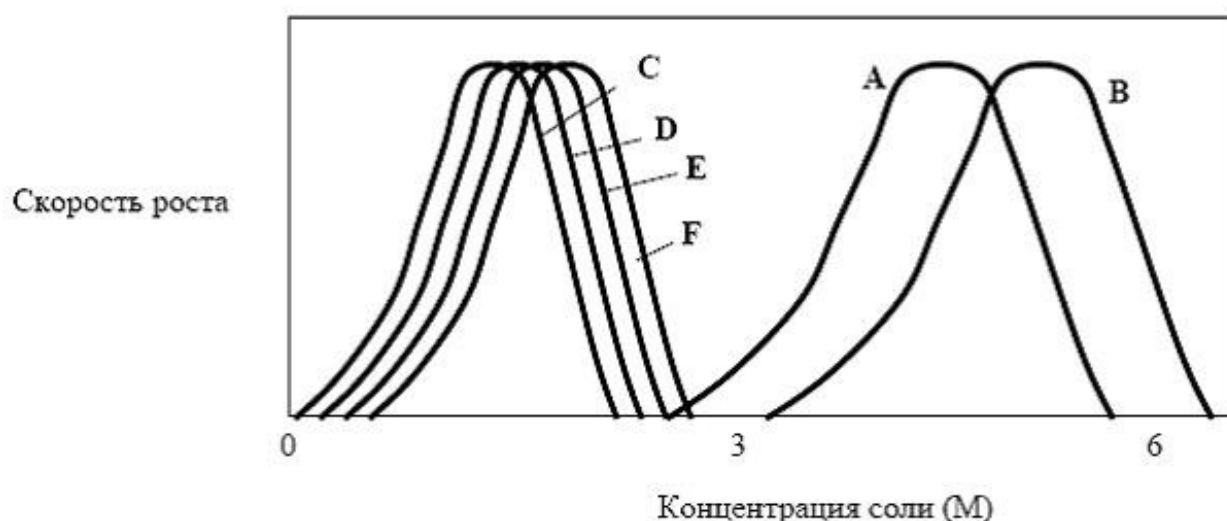
Ответ [A/B/C/D/E]

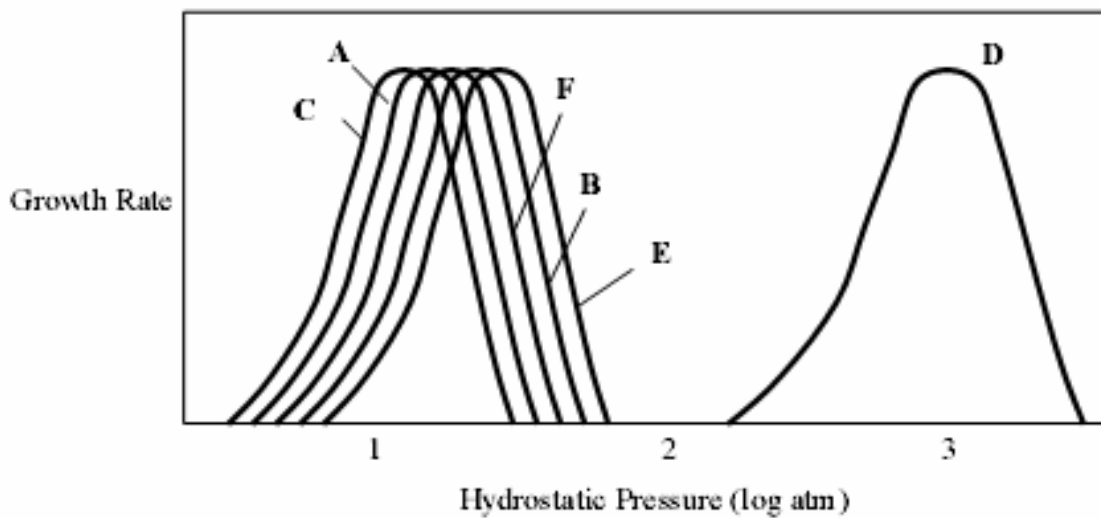
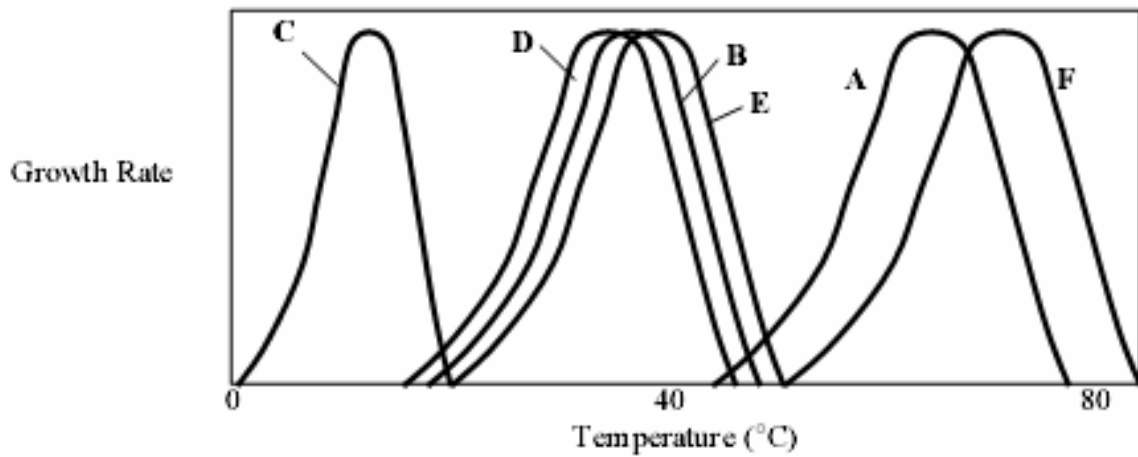
Вопрос 44). Большинство известных бактерий растут при температурах от 30 до 40°C, однако термофилы способны выживать при температурах, достигающих 80°C. Укажите, какие из нижеприведенных характеристик являются причинами выживания термофилов.

Найдите правильные ответы. Используйте при ответах Yes/No. (1 балл)

	Ответ [Yes/No]
1. крупный размер	
2. маленький размер	
3. состав клеточной мембраны	
4. ускоренные процессы репарации клеток	
5. термостабильность белков	

Вопрос 45). Большинство бактерий (мезофилы) не выносят экстремальных условий, в то время как некоторые экстремофилы могут выживать в средах с высокой концентрацией соли, с высоким давлением или при экстремальной температурой (как показано на трех рисунках ниже).





Отметьте характеристики роста (от А до F) соответствующие следующим типам бактерий. (1 балл).

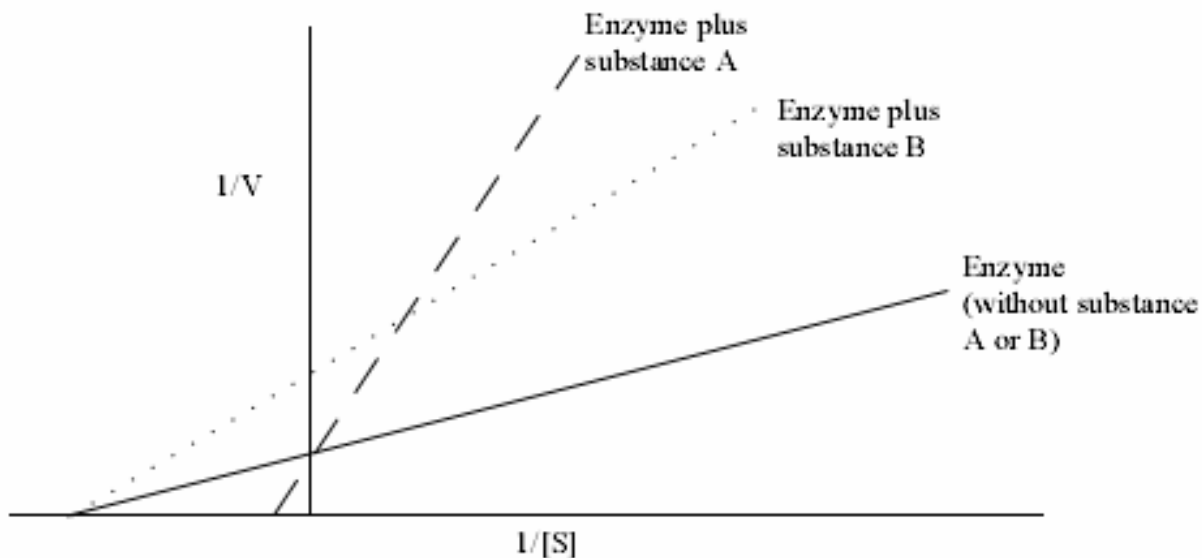
Тип бактерии

Ответ

[A/B/C/D/E/F]

1. Барофилы
2. только Мезофилы
3. только Термофилы
4. только Галофилы
5. Психрофилы
6. Термофилы, галофилы

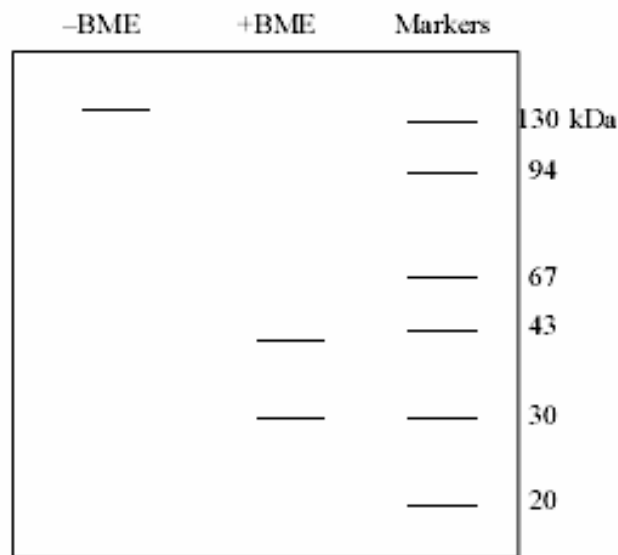
Вопрос 46). График в координатах Лайнувера-Берка (двойные обратные координаты), отражает зависимость активности бактериального фермента от концентрации субстрата в присутствии двух различных веществ обозначаемых буквами А и В. Точка пересечения каждого графика с осью ординат (y – ось) представляет собой значение обратное значению максимальной скорости (т.е. $1/V_{max}$) для фермента при различных условиях.



Какое из следующих утверждений относительно рассматриваемого фермента является верным, если принимать во внимание график в координатах Лайнувера-Берка, представленный выше? (1 балл)

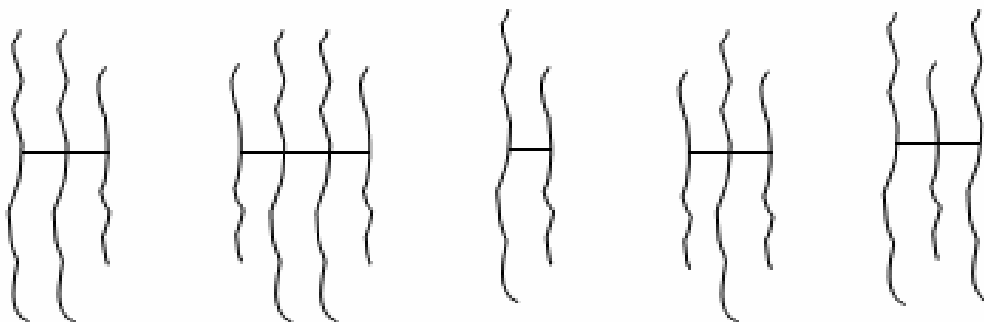
- А. Вещество А - это неконкурентный ингибитор данного фермента, в то время как вещество В – конкурентный ингибитор.
- В. Вещество А - конкурентный ингибитор данного фермента, в то время как вещество В - неконкурентный ингибитор.
- С. Вещество А - стимулирующий кофактор фермента, в то время как вещество В конкурентный ингибитор фермента.
- Д. Вещество В - стимулирующий кофактор фермента, в то время как вещество А конкурентный ингибитор фермента.
- Е. И вещество А и вещество В – являются стимулирующими кофакторами фермента

Вопрос 47). Одним из главных путей для поддержания стабильности третичной структуры бактериальных белков в различных экстремальных условиях может служить наличие в структуре белков дисульфидных мостиков, образованных двумя остатками аминокислоты цистеина. Результаты изучения бактериального белка, приведенные ниже получены с использованием восстанавливающего агента β -меркаптоэтанола (BME), который восстанавливает дисульфидные мостики в белках. Белки разделялись по их молекулярной массе с использованием метода электрофореза в полиакриламидном гелев денатурирующих условиях (при наличии SDS). Markers = белки известной молекулярной массы (в kDa).



Основываясь на результатах электрофореза определите, какая из следующих диаграмм лучше всего отражает структуру исследуемого белка в нативном (функциональном) состоянии?

(Примечание: "-" обозначает наличие дисульфидной связи) (1 балл)



A.

B.

C.

D.

E.

Вопросы 48-52. Липиды (жиры) жизненно необходимы для поддержания структуры клетки и протекания метаболических процессов; однако жиры имеют недобрую репутацию, как вещества, которые могут причинить вред вашему здоровью.

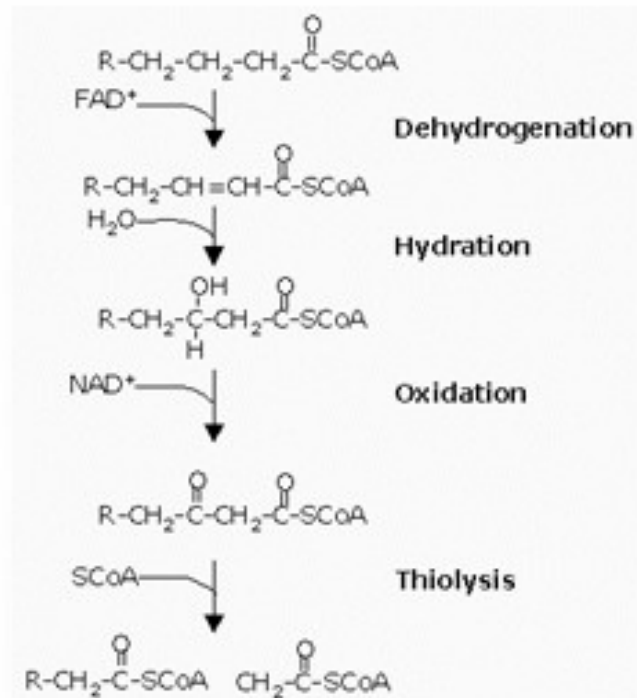
Вопросы 48). Какая из приведенных ниже причин не является причиной ожирения? (1 балл)

- A. Сидячий образ жизни
- B. Нарушение функций гипоталамуса
- C. Факторы внешней среды
- D. Увеличение уровня гормонов щитовидной железы
- E. Высококалорийное питание.

Вопрос 49). Какое утверждение относительно гормонального контроля уровня жировых отложений в жировой ткани является верным? (1 балл)

- A. Действие инсулина способствует образованию триацилглицеридов в жировой ткани
- B. Действие инсулина способствует образованию холестерина в жировой ткани
- C. Действие адреналина способствует образованию триацилглицеридов в жировой ткани
- D. Действие адреналина способствует образованию холестерина в жировой ткани
- E. Действие глюкагона способствует образованию триацилглицеридов в жировой ткани
- F. Действие глюкагона способствует образованию холестерина в жировой ткани

Вопрос 50). Митохондрии – это основной органоид (компаратмент) клетки в котором происходят главные процессы метаболизма жирных кислот с длинной цепью. Основным таким процессом является β - окисление жирных кислот. Последовательность реакции одного цикла β - окисления жирных кислот, предшествующая образованию активированного кофермента А (CoA), приведена ниже:



Основываясь на приведенной схеме реакций определите, какое количество циклов необходимо для полного β - окисления стеариновой кислоты ($C_{18:0}$)? (1 балл)

- A. 3
- B. 6
- C. 8
- D. 9
- E. 16
- F. 18

Вопрос 51). Температура плавления различных веществ, содержащих в своем составе жирные кислоты, сильно зависит от степени ненасыщенности их углеводородных цепей – наличие ненасыщенных жирных кислот снижает регулярность упаковки молекул. Примерами двух жирных кислот с 18 углеродными атомами в цепи могут являться стеариновая и олеиновая жирные кислоты, отличающиеся друг от друга степенью своей ненасыщенности. Схематически их формулы приведены ниже:



Какое из представленных ниже жиросодержащих веществ имеет самое высокое соотношение ненасыщенных/насыщенных жирных кислот? (1 балл)

- A. Сливочное масло
- B. растительное масло
- C. маргарин
- D. арахисовая паста
- E. кусок мыла

Вопрос 52). У людей большинство липидов, включая холестерин, переносятся в крови в составе больших сферических комплексов, состоящих из белков и липидов, почему они и были названы липопротеинами. Они проявляют как гидрофильные, так и гидрофобные свойства, благодаря структурным особенностям молекул, входящих в их структуру. Ниже приведен список основных компонентов липопротеинов, предскажите, в каком слое липопротеина они будут располагаться - в ядре (C) липопротеина или на поверхности (S) липопротеинов. (1 балл)

1. Белки, вовлеченные в связывание с тканевыми рецепторами
2. Холестерин
3. Эфиры холестерина (холестерин этерифицированный жирной кислотой)
4. Фосфолипиды
5. Триацилглицериды

Ответ С или S

Вопросы 53-57. Процесс фотосинтеза протекает в клетках на растении, когда их хлоропласты улавливают энергию видимого света и преобразуют ее в химическую энергию, запасаемую в виде сахаров и других органических соединений.

Вопрос 53). Проводился опыт в котором несколько частей различных органов гороха, находились либо 12 часов в темноте или же в течение 12 часов под воздействием дневного света. Затем из каждого образца была выделена тотальная мРНК, которая использовалась для проведения Нозерн блот гибридизации с пятью различными генетическими пробами. Результаты опыта приведены ниже.

Проба	Лист		Стебель		Корень		Усики	
	свет	темнота	свет	темнота	свет	темнота	свет	темнота
1	++++	+	-	-	-	-	++	+++
2	+++	+++	++	+	+	-	+++	+++
3	+++	+	+++	+	+	+	++	+++
4	++++	+	+	-	-	-	+++	+
5	+++	+++	++	++	+	+	+++	+++

Какой из приведенных результатов, лучше всего указывает, на то, что фрагмент гена малой субъединицы фермента Rubisco использовался в данном исследовании в качестве пробы? (1 балл)

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.

Вопрос 54). Все растения можно разделить на три главных типа - C₃ растения, C₄ растения и САМ – растения (сокращение от Crassulacean Acid Metabolism – метаболизм по типу толстянковых). Установите соответствие между десятью пунктами, из списка в левом столбике с десятью пунктами из правого столбика. (2 балла)

1. САМ растения ночью
2. САМ растения в сухой горячий день
3. пластохинон
4. Компенсаторная точка углекислого газа
5. целлюлоза
6. линолевая кислота и галактоза
7. фотодыхание
8. флавоноиды
9. масла
10. крахмал

A. амилоза и amylopectin
B. неразветвленный полимер глюкозы
C. фиксация CO ₂ протекает за счет образования малата, который накапливается в больших вакуолях
D. компоненты тилакоидных мембран
E. Ультрафиолетовые фильтры и аттрактанты для животных
F. CO ₂ выделяется, когда два глицина реагируют с образованием одного серина
G. запасается в органеллах, окруженных мембраной, состоящей из монослоя полярных липидных молекул
H. электронтранспортная молекула
I. фотосинтез продолжается несмотря на то, что устьица закрыты
J. дыхание + фотодыхание = фотосинтез

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Вопрос 55). СНЯТ

Вопрос 56). Накопление солей в почве - главное препятствие и ограничение для сельского хозяйства. Какова первичная причина того, что не галофитные (т.е. чувствительные к соли) растения, не способны расти на почвах с высокой концентрацией соли? (1 балл)

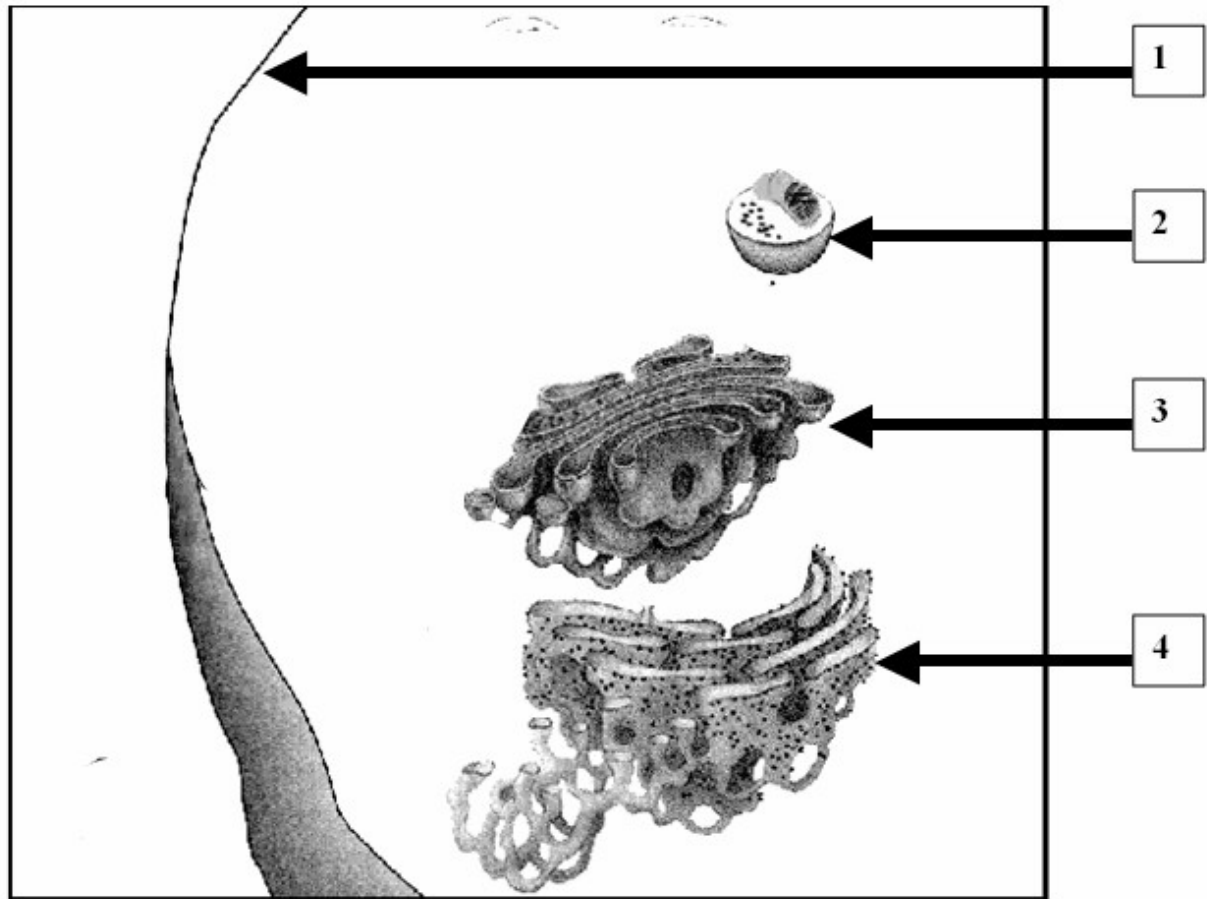
- A. Кристаллы соли формируются в устьицах и препятствуют таким образом газообмену
- B. Большие количества ионов Na^+ и Cl^- попадают в растительные клетки и отравляют их
- C. Соли накапливаются в клетках корня, и увеличивают осмотическое давление, что приводит к разрыву клеток
- D. Содержание кислорода в засоленной почве слишком низкое
- E. Водный потенциал засоленной почвы слишком низкий

Вопрос 57). Растения получают из почвы различные минеральные вещества, которые играют для них важную физиологическую роль. Установите соответствия между фразами, приведенными в правом столбике и названиями минеральных элементов, внесенными в список в левом столбике. (2 балла)

1. кальций	A. катион, важный для поддержания тургора в замыкающих клетках устьиц
2. азот	B. форма азота, обычно доступная для растений в естественных экосистемах
3. нитрат	C. требуются для биосинтеза боковых цепей аминокислот цистеина и метионина
4. иод	D. компонент всех аминокислот, нуклеотидов и хлорофиллов
5. фосфаты	E. "центральный" атом в молекуле хлорофилла
6. магний	F. необходим для взаимодействия клеточных стенок растительных клеток через пектины
7. калий	G. важный компонент ДНК и РНК, но не пуриновых или пиримидиновых оснований
8. сульфаты	H. самый важный ион металла для функционирования различных электронтранспортных белков
9. марганец	I. основная функция данного иона – участие в фотосинтетическом расщеплении (фотолизе) воды
10. железо	J. не существенен для метаболизма растения

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Вопросы 58-62. Эукариотические клетки содержат множество различных органелл, выполняющих разнообразные функции. На следующем ниже рисунке показаны несколько органелл входящих в состав типичной животной клетки.



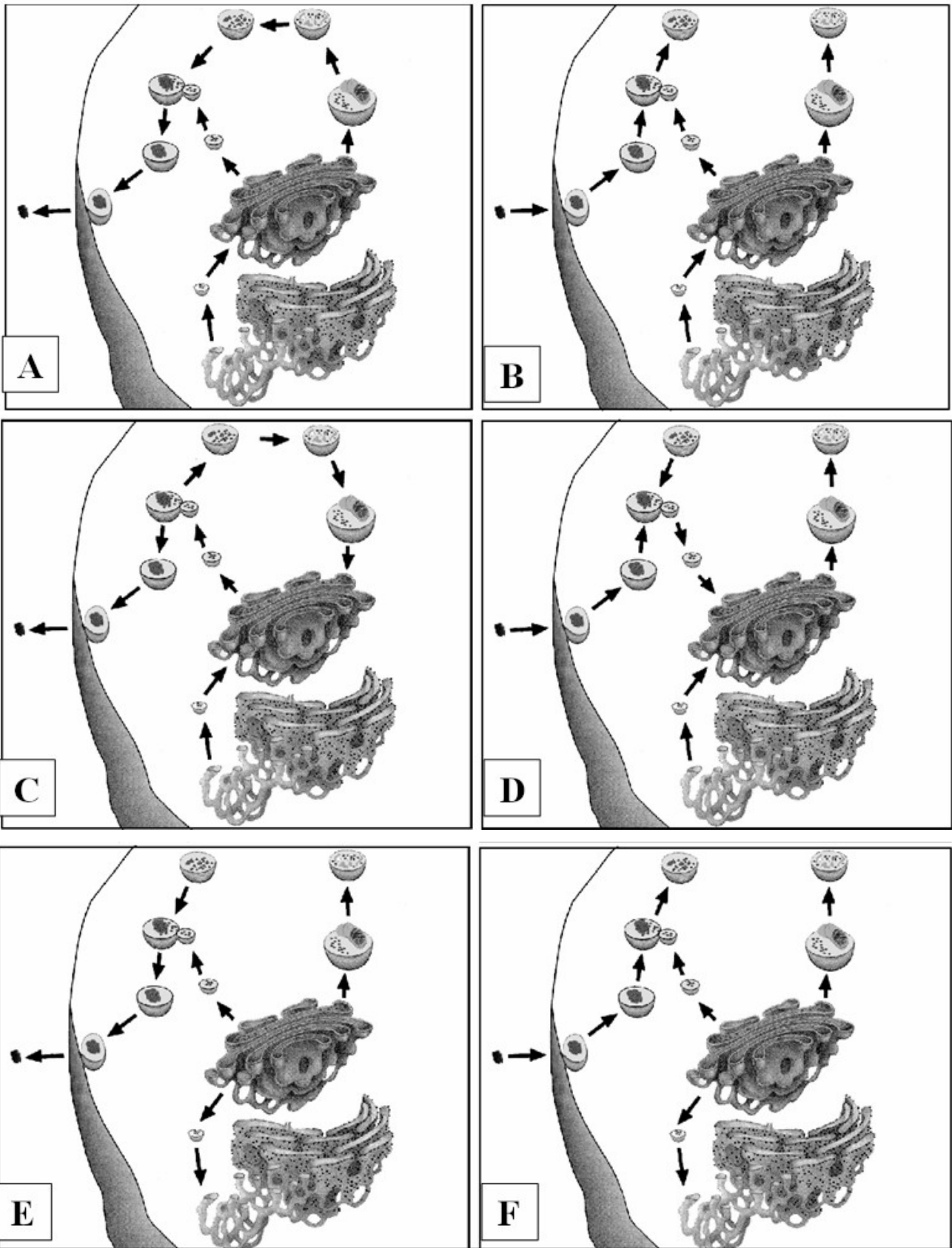
Вопрос 58). Как называются органеллы, обозначенные на рисунке номерами 1-4.

Названия выберите из следующего списка. (1 балл)

- A. ядро
- B. аппарат Гольджи
- C. плазматическая мембрана
- D. митохондрион
- E. везикула
- F. эндоплазматическая сеть
- G. центросома

1.	2.	3.	4.

Вопрос 59). На какой диаграмме показаны правильные взаимодействия органелл между собой в процессе фагоцитоза? (1 балл)



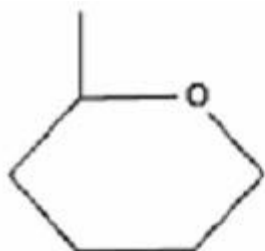
Вопрос 60). У многоклеточных эукариот, соседние клетки сильно связаны друг с другом, что позволяет формировать различные ткани и органы. Что из следующего НЕ является примером межклеточных соединений? (1 балл)

- A. Плотные (замыкающие) контакты (tight junction)
- B. Фокальные контакты (plaque junction)
- C. Плазмодесмы (plasmodesma)
- D. Десмосомы (desmosome)
- E. Щелевые контакты (gap junction)

Вопрос 61). Органеллы можно разделить на несколько функциональных групп. Какое подразделение органелл на функциональные группы наиболее правильно? (1 балл)

- A. ядро, микрофиламенты и плазматическая мембрана регулируют клеточную архитектуру и обеспечивают клеточную подвижность.
- B. эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи и митохондрии поддерживают функции цитоплазматической мембраны и обеспечивают секреторные функции клетки.
- C. ядро, рибосомы и агранулярный эндоплазматический ретикулум принимают участие в процессах обработки генетической информации.
- D. эндоплазматическая сеть, транспортные везикулы и центриоли поддерживают функции цитоплазматической мембраны и обеспечивают секреторные функции клетки.
- E. микротрубочки, микрофиламенты и промежуточные филаменты регулируют клеточную архитектуру и обеспечивают клеточную подвижность.

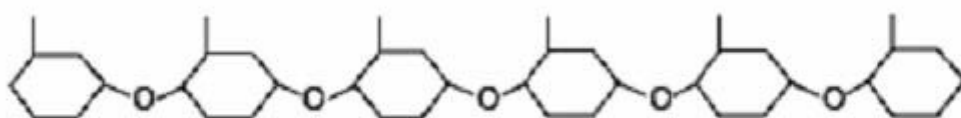
Вопрос 62). На рисунке изображены структуры нескольких биохимически важных веществ. Установите соответствие между ними и названиями классов веществ, приведенных в таблице. (1 балл)



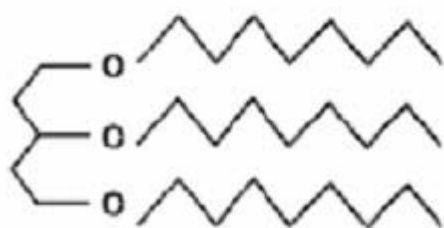
A



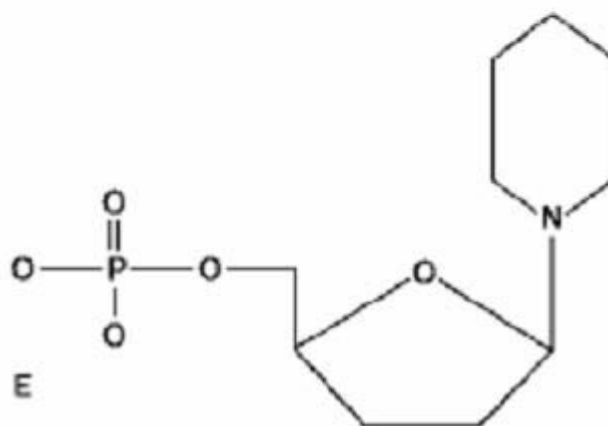
B



C



D

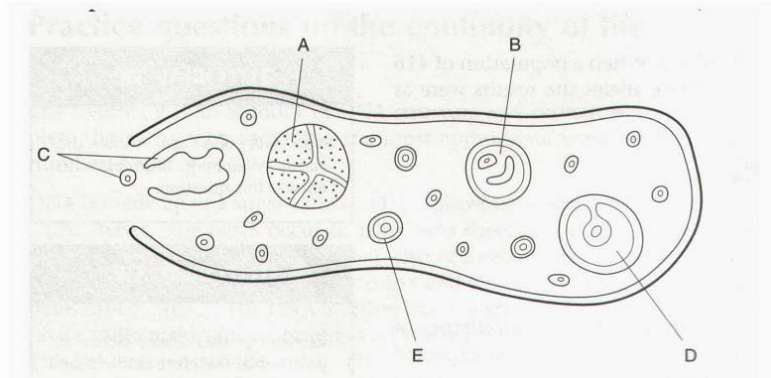


E

1. Липид
2. Нативный белок
3. Нуклеотид
4. Полисахарид
5. Моносахарид

Ответ [A/B/C/D/E]

Вопросы 63-67). На рисунке изображен срез через яичник млекопитающих. Стрелки с буквами указывают на различные стадии развития фолликула. (1 балл) Выберите правильную последовательность номеров, в порядке которой развиваются изображенные на рисунке структуры. (1 балл)



- A. A-B-D-C-E
- B. D-B-E-A-C
- C. B-D-C-E-A
- D. C-E-B-D-A
- E. E-B-D-C-A

Вопрос 64). Какое из нижеследующих утверждений относительно гормональных изменений в течение нормальной беременности верно? (1 балл)

- A. Эстриол (метаболит эстрогена и прогестерона) выделяется в наибольших количествах как раз перед родами
- B. Человеческий хорионический гонадотропин секретируется в наибольших количествах в последние 3 месяца беременности
- C. Человеческий хорионический соматотропин секретируется в наибольших количествах в первые 3 месяца беременности
- D. Окситоцин секретируется в наибольших количествах в средние 3 месяца беременности
- E. Прегнандиол секретируется в наибольших количествах в первые 3 месяца беременности

Вопрос 65). Какие из внесенных в список функций соответствуют различным гормонам, играющим роль в развитии молочных желез и кормлении грудью? (1 балл)

Гормон	Функция
1) Прогестерон	А. Играет второстепенную роль в развитии молочных желез
2) Эстрадиол	В. Стимулирует развитие альвеолярных компонентов молочных желез
3) Пролактин	С. Стимулирует развитие системы протоков
4) Окситоцин	Д. Стимулирует снижение секреции молока
5) Инсулин	Е. Не играет роли

Вопрос 66). Где обычно происходит оплодотворение яйцеклетки (ооцита) сперматозоидом у человека? (1 балл)

- A. Влагалище (Vagina)
- B. Шейка матки (Cervix)
- C. Матка (Uterus)
- D. Фаллопьевы трубы (Fallopian tubule)
- E. Яичник (Ovary)

Вопрос 67). Какой процесс из приведенных ниже предотвращает полиспермию у человека? (1 балл)

- A. Слияние яйцеклетки и сперматозоида
- B. Демполяризация мембраны ооцита
- C. Раздувание оплодотворенного ооцита
- D. Высвобождение кортикальных гранул
- E. Все вышеперечисленное

Вопросы 68-72. Антитела производятся В-лимфоцитами, когда животные сталкиваются с чужеродными инфекционными агентами. Различные изотипы антител синтезируются в разные временные интервалы после встречи с инъекционным агентом; ранние формы постепенно переходят в более поздние формы. Антитела, синтезирующиеся сразу после инфекции, могут подвергаться денатурации в лабораторных условиях путем их обработки 2-меркаптоэтанолом, в то время как те антитела, которые синтезируются на более поздних стадиях такой денатурации не подвержены. У вас имеется шесть образцов сыворотки (serum), собранные в разные временные промежутки после контакта животного с инфекционным агентом.

Сыворотка 1 - собрана перед иммунизацией с *Brucella abortus*

Сыворотка 2 - собралась спустя 6 дней после иммунизации с *Brucella abortus*

Сыворотка 3 - собралась спустя 42 дня после иммунизации с *Brucella abortus*

Сыворотка 4 - образец Сыворотки 2, обработанный 2-меркаптоэтанолом

Сыворотка 5 - образец Сыворотки 3, обработанный 2-меркаптоэтанолом

Сыворотка 6 - собралась спустя 42 дня после последующей иммунизации с *Brucella melitensis*

Вы проверяете сыворотки против двух различных антигенов и получаете следующие результаты:

Specimen	<i>Brucella abortus</i> antigen	<i>Brucella melitensis</i> antigen
Serum 1	negative (-)	negative (-)
Serum 2	positive (+)	negative (-)
Serum 3	positive (+)	negative (-)
Serum 4	negative (-)	negative (-)
Serum 5	positive (+)	negative (-)
Serum 6	positive (+)	positive (+)

Вопрос 68). Какое из следующих утверждений является верным? (1 балл)

- A. У животное не возникало иммунного ответа ни при введении антигенов *Brucella abortus*, ни при введении антигенов *Brucella melitensis*
- B. Никакой иммунной реакции не возникало в ответ на иммунизацию с антигенами *Brucella melitensis*
- C. Наличие иммунного ответа на антигены *Brucella abortus* было доказано в этом тесте
- D. Наблюдаемое животное прежде контактировало с антигенами как *Brucella abortus*, так и *Brucella melitensis*
- E. Наблюдаемое животное прежде контактировало с антигенами или *Brucella abortus*, или *Brucella melitensis*

Вопрос 69). Какое из следующих утверждений является верным? (1 балл)

- A. Сыворотку 4 и сыворотку 6 можно использовать для того, чтобы отличать культуру *Brucella abortus*, от культуры *Brucella melitensis*
- B. В приведенных опытах было доказано, что *Brucella abortus* и *Brucella melitensis* являются одним и тем же микроорганизмом (идентичны)
- C. Исследованные образцы сыворотки не имеют никакой специфичности ни к *Brucella abortus*, ни к *Brucella melitensis*
- D. IgG антитела и к *Brucella abortus*, и к *Brucella melitensis* вероятно присутствуют в Сыворотке 6
- E. Никакие заключения относительно специфичности любых антител не могут быть сделаны исходя из этих данных

Вопрос 70). Последующее исследование полученных ранее сывороток с культурами *Yersinia enterocolitica* показало, что сыворотки 3, 5 и 6 дают положительную (+) реакцию с антигенами *Yersinia enterocolitica*. Какое из следующих утверждений является верным? (1 балл)

- A. Эти сыворотки могут использоваться как антисыворотки для того, чтобы идентифицировать культуры *Yersinia enterocolitica*.
- B. *Yersinia enterocolitica* и *Brucella abortus* имеют общие антигенные детерминанты.
- C. Проверенные в данном тесте сыворотки не имеют никакой специфичности ни к *Brucella abortus*, ни к *Brucella melitensis*, ни к *Yersinia enterocolitica*.
- D. В описанных опытах было доказано, что *Brucella abortus*, *Yersinia enterocolitica* и *Brucella melitensis* являются одним и тем же микроорганизмом (идентичны).
- E. В данном тесте была продемонстрирована реакция антител, специфичных к *Yersinia enterocolitica*.

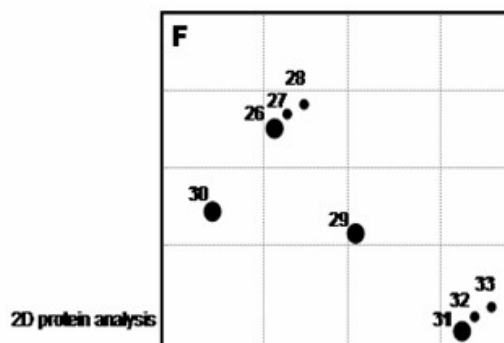
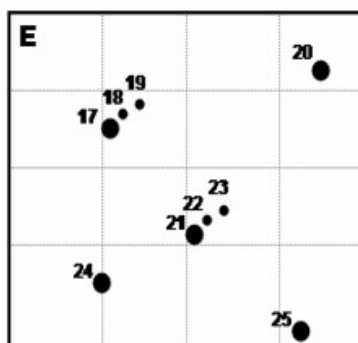
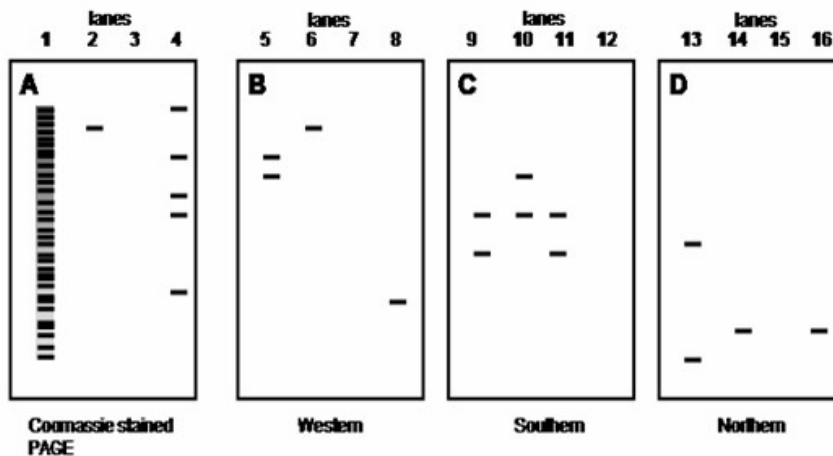
Вопрос 71). Какое из следующих утверждений является верным? (1 балл)

- A. Наличие антител IgG к *Brucella abortus* было показано для сыворотки 2
- B. Наличие антител IgM к *Brucella melitensis* было показано для сыворотки 6
- C. Наличие антител IgM и IgG к *Brucella abortus* было показано в данном исследовании
- D. Наличие антител IgM к *Brucella abortus* и к *Brucella melitensis* было показано в данном исследовании
- E. Наличие антител IgM к *Brucella abortus* и к *Yersinia enterocolitica* было показано в данном исследовании

Вопрос 72). Основываясь на результатах приведенных выше экспериментов сделайте заключение, какие из следующих сывороток могут содержать антитела IgM специфичные к *Brucella abortus*? (1 балл)

- A. Сыворотка 2 и Сыворотка 3
- B. Сыворотка 2 и Сыворотка 4
- C. Сыворотка 2 и Сыворотка 5
- D. Сыворотка 2 и Сыворотка 1
- E. Ни одна из вышеупомянутых

Вопросы 73-77). На приведенном ниже рисунке показаны результаты шести различных экспериментов полученных методом электрофоретического разделения в полиакриламидном геле. Полосы на полученных гелях были выявлены при помощи различных методов, таких как окраска Кумасси (дорожки 1-4), Вестерн-блот (дорожки 5-8), Саузерн-блот гибридизация (дорожки 9-12) и Нозерн-блот гибридизация (дорожки 13-16), а так же окрашивание белков в гелях для двумерного электрореза (пятна 17-33). Используйте приведенную на картинке информацию, чтобы ответить на следующие вопросы.



Вопрос 73). Ученый создал пробу (нуклеотидный зонд), который узнает два различных фрагмента, получаемых из одного гена при выделении тотальной геномной ДНК из клеток. Какой из следующих результатов подтвердил бы гипотезу о том, что данный фрагмент ДНК гена была утерян в раковых клетках, но присутствует в нормальных тканях? (1 балл)

- A. При сравнении дорожки 10, соответствующей образцу опухолевой ткани, и дорожки 11, соответствующей образцу нормальной ткани
- B. При сравнении дорожки 11, соответствующей образцу опухолевой ткани, и дорожки 10, соответствующей образцу нормальной ткани
- C. Нет никаких изменений в наблюдаемом расположении полос
- D. При сравнении дорожки 14, соответствующей образцу опухолевой ткани, и дорожки 13, соответствующей образцу нормальной ткани
- E. При сравнении дорожки 14, соответствующей образцу опухолевой ткани, и дорожки 16, соответствующей образцу нормальной ткани

Вопрос 74). Какой из следующих результатов подтвердил бы гипотезу о том, что причина метаболической болезни пациента, кроется в нарушении посттрансляционных модификаций белка, вовлеченного в метаболический путь, ассоциированный с данной болезнью? (1 балл)

- A. Сравнение дорожки 5, полученной из образца нормальной ткани, с дорожкой 6, полученной из образца ткани больного
- B. Сравнение дорожки 8, полученной из образца нормальной ткани, с дорожкой 6, полученной из образца ткани больного
- C. Сравнение пятен 21, 22 и 23, полученных при анализе образца нормальной ткани, с пятнами 26, 27 и 28, полученных при анализе образца ткани больного
- D. Сравнение пятен 31, 32 и 33, полученных при анализе образца нормальной ткани, с пятном 25, полученным при анализе образца ткани больного
- E. Сравнение пятна 20, полученного при анализе образца нормальной ткани, с пятном 29, полученным при анализе образца ткани больного

Вопрос 75). Какой из следующих результатов подтверждает гипотезу о том, что изменения, происходящие при развитии двух разных тканей у эмбриона, регулируются на транскрипционном уровне? (1 балл)

- A. Сравнение дорожки 2 (мозг) с дорожкой 3 (зародыш конечности)
- B. Сравнение пятен 21, 22 и 23 (мозг) с пятном 29 (зародыш конечности).
- C. Сравнение дорожки 14 (мозг) и дорожки 15 (зародыш конечности)
- D. Сравнение дорожки 8 (мозг) с дорожкой 6 (зародыш конечности)
- E. Сравнение дорожки 11 (мозг) с дорожкой 12 (зародыш конечности)

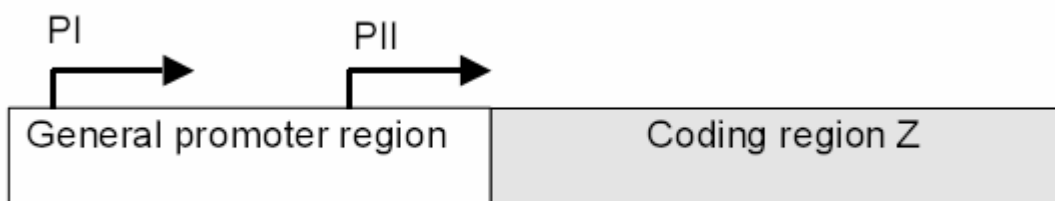
Вопрос 76). Какие дорожки на форезах А, В, С и D лучше всего соответствуют результатам эксперимента в котором в клетки была трансфецирована плаزمиды, кодирующая рекомбинантный белок?

[Сначала, транскрибирующаяся с плазмиды РНК была детектирована с помощью специфического нуклеотидного зонда к гену рекомбинантного белка. Экспрессированный в клетках белок был очищен и окрашен, чтобы подтвердить его чистоту от примесей. В заключении, экспрессированный белок окрашивался со специфическими к нему антителами.]

(1 балл)

- A. 14, 2 и 6
- B. 1, 6 и 9
- C. 14, 2 и 8
- D. 13, 9 и 5
- E. 9, 8 и 2

Вопрос 77). Ген "Z" имеет два промотора. Транскрипция с первого промотора (PI) происходит, когда клетка подвергается действию специфических стероидных гормонов, в то время как транскрипция со второго промотора (PII) происходит в отсутствие стимуляции стероидными гормонами. Логично, что мРНК, получаемая при транскрипции со второго промотора (PII) намного короче, чем мРНК, получаемая при транскрипции с первого промотора (PI), в присутствии стероидных гормонов.

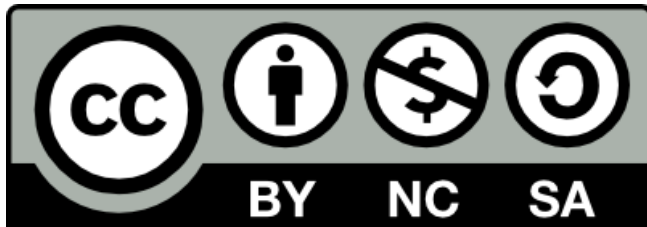


Примем, что никакой деградации этих мРНК в клетке не происходит. Какие две дорожки представляют собой результат эксперимента в котором РНК-транскрипт гена Z взаимодействовал со специфической пробой (нуклеотидным зондом), полученной к району мРНК гена Z. [В качестве источника РНК для эксперимента были использованы тотальные фракции мРНК, полученные из клеток обработанных стероидными гормонами и клеток, которые такой обработке не подвергались.] (1 балл)

- A. Результатом этого эксперимента являются дорожки 15 (обработанные стероидами клетки) и 13 (необработанные клетки)
- B. Результатом этого эксперимента являются дорожки 13 (обработанные стероидами клетки) и 14 (необработанные клетки)
- C. Результатом этого эксперимента являются дорожки 13 (обработанные стероидами клетки) и 15 (необработанные клетки)
- D. Результатом этого эксперимента являются дорожки 14 (обработанные стероидами клетки) и 13 (необработанные клетки)
- E. Ни один вариант из вышеупомянутых



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.

COMPETITOR #: _____



15th International Biology Olympiad

Brisbane, 2004

THEORY EXAMINATION # 1

Total time available: 2½ hours (150 minutes)

Total points available: ~80

GENERAL INSTRUCTIONS

Please check that you have the appropriate examination papers and answer sheets.

It is recommended that you manage your time in proportion to the points allotted for each question.

IMPORTANT

Use the answer sheets provided to record your answers.

Ensure your name and three digit code number is written on the top of each page of the answers.

Using the pencil provided, fill in the appropriate circle on the answer sheet.

Unless otherwise indicated, there is only **ONE** correct answer for each question.

Part marks are given and no marks are deducted for incorrect answers.

Good luck.

Questions 1-5. **A young family recently bought a Golden Retriever puppy as a pet. They took delivery of the dog at 8 weeks of age after the pup had been weaned and vaccinated.**

Question 1). Following birth, how did the pup find its way to its mother's teat to suckle?

(1 point)

- A. Using tactile cues
- B. Using visual cues
- C. Using auditory cues
- D. Using olfactory cues
- E. Using taste cues

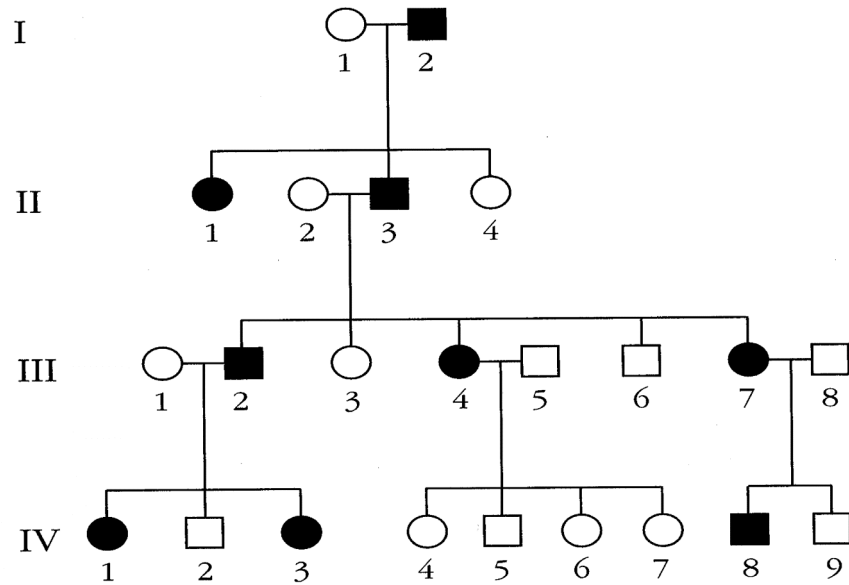
Question 2). Puppies are vaccinated against a range of pathogenic micro-organisms. Which host immune responses are stimulated to provide protection? (1 point)

- A. Inflammatory immune responses
- B. Adaptive immune responses
- C. Hypersensitivity immune responses
- D. Innate immune responses
- E. Cytokine immune responses

Question 3). Training the dog to obey commands (such as walk, sit, stay) involves modulating which behavioural pattern? (1 point)

- A. Imprinting
- B. Conditioning
- C. Mimicry
- D. Habituation
- E. Sensitization

Question 4). The Golden Retriever breed is an inbred line of dogs. The pedigree below is for a rare, but relatively mild, hereditary disorder of the skin.



1. How is the disorder inherited? (1 point)

- A. Autosomal, recessive
- B. Autosomal, dominant
- C. Sex-linked, recessive
- D. Sex-linked, dominant

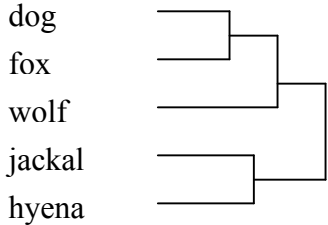
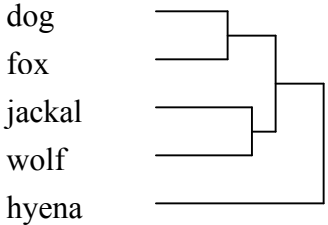
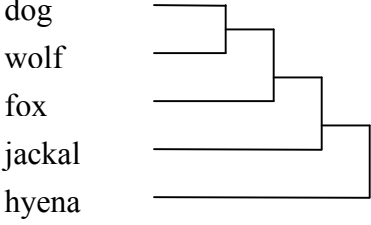
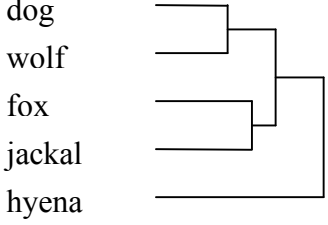
2. If D = dominant and d = recessive, what is the genotype of individual III-5 in the pedigree given above? (1 point)

- A. — DD
- B. — Dd
- C. — dd

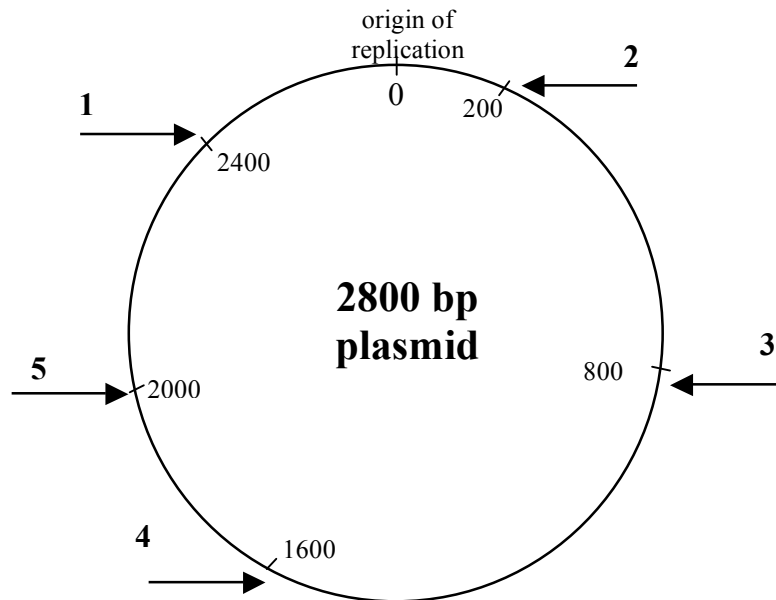
Question 5). Dogs, foxes, jackals, wolves and hyenas were all scored for the presence (+) or absence (-) of seven phenotypic characters (I-VII). The results are shown in the following Table.

Character	I	II	III	IV	V	VI	VII
Dog	+	+	+	+	+	+	+
Fox	-	+	+	-	+	+	-
Jackal	+	-	+	-	+	-	-
Wolf	+	+	+	-	+	+	+
Hyena	-	-	-	+	-	-	-

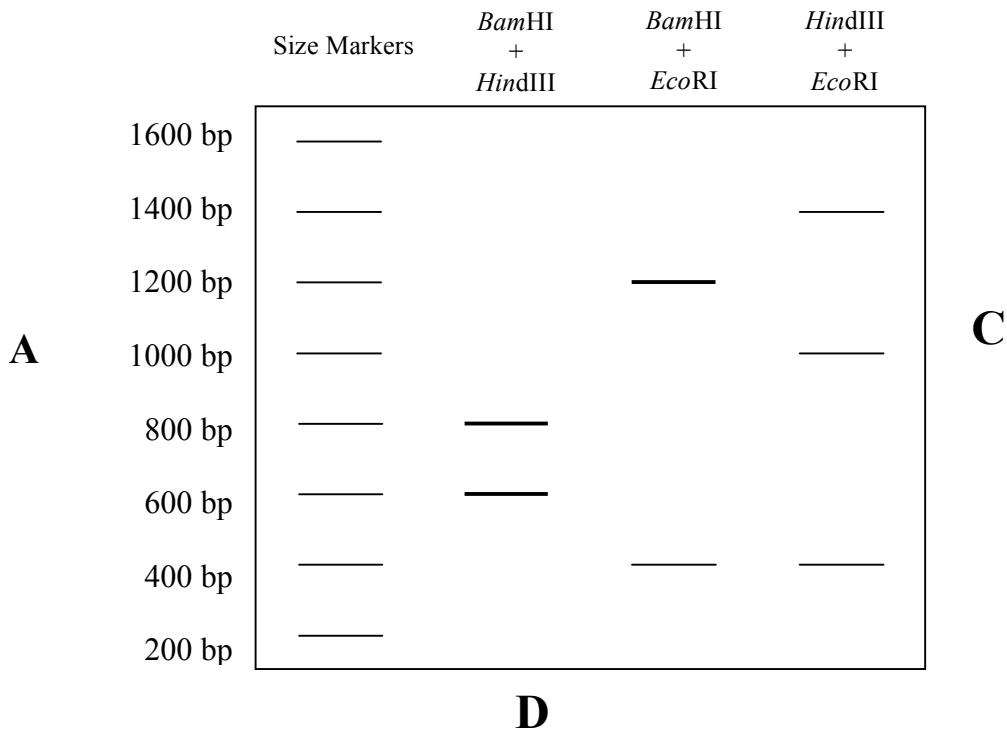
Which phenogram indicates the phylogenetic relationships between these five animal groups based on the data given? (1 point).

<p>A.</p> 	<p>B.</p> 
<p>C.</p> 	<p>D.</p> 

Questions 6-10. A 2800 bp plasmid was cut by restriction enzymes in three separate reactions: one reaction using *Bam*HI and *Hind*III; one using *Bam*HI and *Eco*RI; and one using *Hind*III and *Eco*RI. The restriction fragments were separated on an electrophoretic gel.



B



Question 6). Which of the following statements is FALSE? (1 point)

- A. Plasmids do not possess protein coats
- B. Plasmids are circular double-stranded DNA molecules
- C. Plasmids can be incorporated into the host cell's chromosome
- D. Plasmid genes are required for bacterial survival and/or reproduction
- E. Plasmids are generally beneficial to their host cells

Question 7). Which of the restriction sites on the plasmid map (numbered 1-5) correspond to the restriction enzymes A, B or C. (2 points)

Restriction enzyme
A. <i>Bam</i> HI
B. <i>Eco</i> RI
C. <i>Hind</i> III

Site	Answer [A/B/C]
1	
2	
3	
4	
5	

Question 8). The four sides of the electrophoretic gel are labelled A, B, C and D. Which represents the cathode ? (1 point)

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D
- E. not possible to determine

Question 9). The restriction enzyme *EcoRI* cuts double-stranded DNA as follows:



Which of the following fragments could bind to an *EcoRI* restriction cut site? (1 point)

(A)

(B)

(C)

(D)

.. CG

AATTCG ..

.. TGAATT

GT ..

.. GCAATT

GC ..

.. AC

TTAACA ..

Question 10). How do single plasmids come to acquire multiple genes for antibiotic resistance?

(1 point)

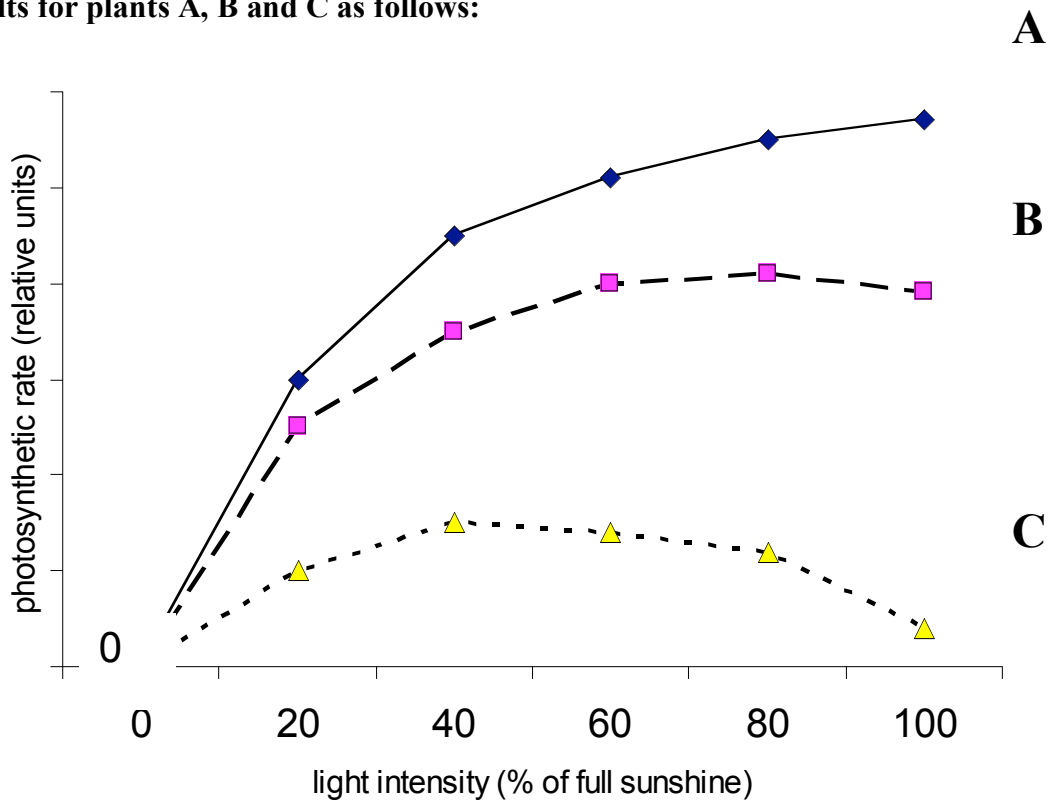
- A. Transposition
- B. Conjugation
- C. Transcription
- D. Transformation
- E. Transduction

Question 11-15. A researcher placed ten individuals of each of three different types of plants at ten different light intensities, ranging from zero to full sunshine, for several days. The atmosphere was normal air, the temperature was 32°C and the plants were well watered.

The three plant types were:

- a C₃ plant adapted to growth in full sunshine (a “sun plant”)
- a C₃ plant that can only grow in low-light environments (a “shade plant”)
- a C₄ plant which, like most C₄ plants, is adapted to growth in full sunshine

The researcher then measured the photosynthetic rate of a leaf of each plant, and plotted the results for plants A, B and C as follows:



In the following questions, A, B or C refers to curves A, B or C above or the plants corresponding to these curves.

Question 11). Which type of plants gave results A, B and C? (1 point)

1. C ₃ sun plant
2. C ₃ shade plant
3. C ₄ plant

Answer [A/B/C]

Question 12). Which result (A, B or C) would be obtained for the following? (1 point)

1. wheat, rice, oats, barley, peas and beans
2. plant that usually has the thinnest leaves
3. plant with highest water use efficiency
4. plant that preferentially invests nitrogen (N) into the manufacture of thylakoid proteins and chlorophyll, rather than enzymes of CO ₂ fixation
5. plant with some chloroplasts lacking Rubisco (“Rubisco” = ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase)

Answer [A/B/C]

Question 13). Curve C shows that photosynthesis by this plant decreases as the light intensity is increased from 60% to 100% of full sunshine. Why? (1 point)

- A. It lacks chlorophyll a
- B. It does not close its stomates when water stressed, and therefore becomes dehydrated under high light
- C. It has insufficient Rubisco to make use of high light, and reactive oxygen species consequently accumulate and damage membranes
- D. High light stimulates its mitochondrial (dark) respiration, consequently it respire more CO₂ at night than it photosynthetically fixes by day
- E. Its chloroplasts migrate to the sides of the leaf cells, making the leaves transparent and unable to absorb light for photosynthesis

Question 14). Leaves from the three plants exposed to 60% of full sunshine would undertake photosynthesis faster if provided with extra light (L) or extra carbon dioxide (D)?

(1 point)

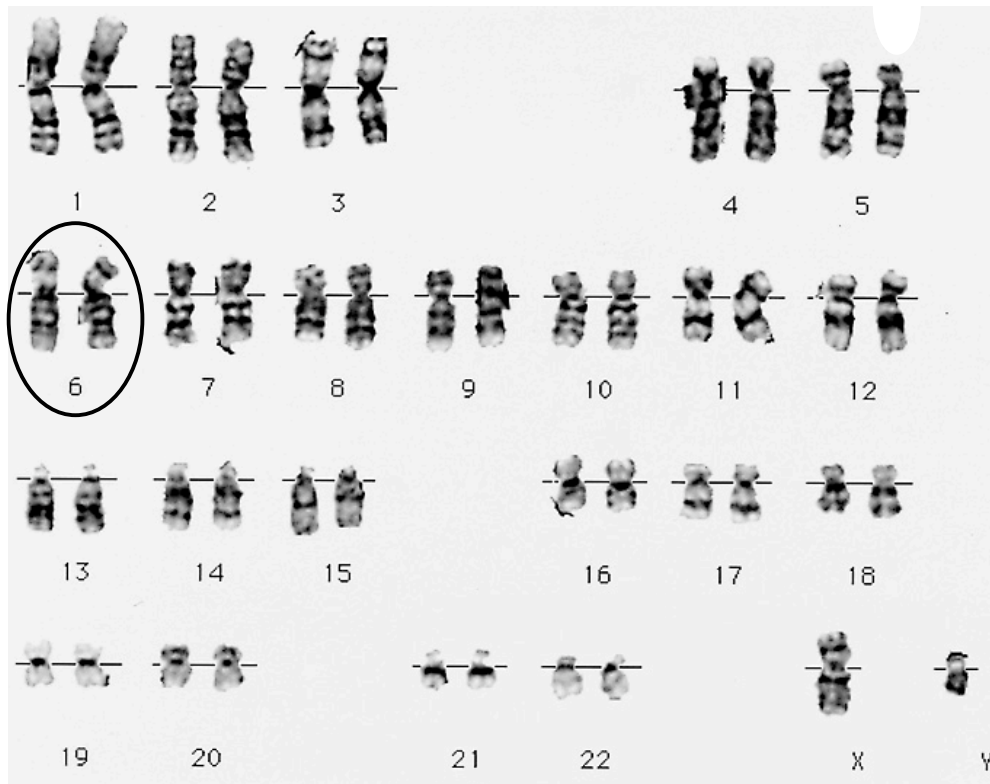
1. Plant A
2. Plant B
3. Plant C

Answer [L/D]

Question 15). Photorespiration occurs in a plant's chloroplasts when the O_2 concentration is much greater than the CO_2 concentration. In this case, O_2 instead of CO_2 is incorporated by Rubisco in the Calvin cycle. Rubisco's substrate, which is normally linked to CO_2 , is which of the following: (1 point)

- A. 3-phosphoglycerate
- B. glycolate 2-phosphate
- C. glycerate 1,3-bisphosphate
- D. 3-phosphoglyceraldehyde
- E. ribulose 1,5-bisphosphate

Questions 16-20. **Karyotypes represent a display of the chromosomes present in eukaryotic cells. The following diagram shows a normal human male karyotype.**



Question 16). Karyotyping is routinely performed on cells that are undergoing which process?

(1 point)

- A. Prophase in meiosis
- B. Anaphase in mitosis
- C. Metaphase in mitosis
- D. Telophase in mitosis
- E. Interphase

Question 17). How many autosomes are shown in the picture? (1 point)

- A. 22
- B. 23
- C. 44
- D. 46
- E. 2

Question 18). What are the structures circled at position 6 in the diagram called?...

(1 point)

- A. two sister chromatids
- B. an homologous pair of chromosomes
- C. a chromosome
- D. interphase chromosomes
- E. RNA

Question 19). Which answer gives the correct responses to the blanks in the following statement?

“Human chromosomes are typically divided into two arms by their ‘.....’ . On human chromosome maps, the long arm is referred to as ‘.....’, while the short arm is called ‘.....’.”

(1 point)

- A. telomere; p; q
- B. centrosome; q; p
- C. centriole; L; S
- D. centrosome; l; s
- E. centromere; q; p

Question 20). The technology that produced the karyotype shown in the diagram has been largely superseded and replaced by which of the following? (1 point)

- A. light microscopy together with colour photography
- B. fluorescent in situ hybridizing (FISH) DNA probes called chromosome paints
- C. electron microscopy and colour lithograph techniques
- D. the polymerase chain reaction
- E. RNA silencing using short interfering RNAs (siRNA)

Questions 21-25. **A new volcanic island forms in the middle of an ocean. A fringing reef forms as marine currents bring eggs and larvae allowing different species to colonize. Other factors, such as predation, competition and diseases, are then responsible for extinctions of some reef species.**

Question 21). On average, the reef is colonized each century by ten new species of coral but 10% become extinct each century. How long will it take for the reef fauna to include at least 50 different species of coral? (1 point)

- A. 300 years
- B. 450 years
- C. 500 years
- D. 800 years
- E. 1200 years

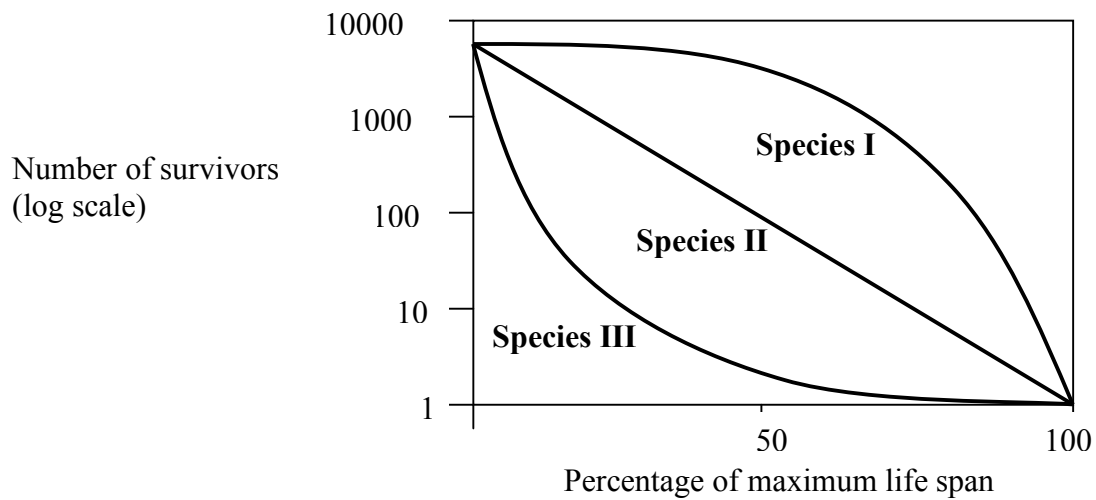
Question 22). A major change in the direction of marine currents prevents the reef from being colonized by any new species. Assuming the extinction rate remains the same at 10% per century, how long will it take for the biodiversity of the reef to be lowered from 50 coral species to 30 species? (1 point)

- A. 300 years
- B. 450 years
- C. 500 years
- D. 800 years
- E. 1200 years

Question 23). A marine biologist, wanting to calculate the number of fish (N) that lived on the reef, captured a sample of individuals (numbering S1), tagged them and released them. One month later, he collected another sample (numbering S2) and found several marked individuals amongst them (numbering S3). Which formula can be used to calculate N? (1 point)

- A. $N = (S2 \times S3) / S1$
- B. $N = (S1 \times S2 \times S3)$
- C. $N = (S1 \times S3) / S2$
- D. $N = (S1 \times S2) / S3$
- E. $N = (S2 + S1) / S3$

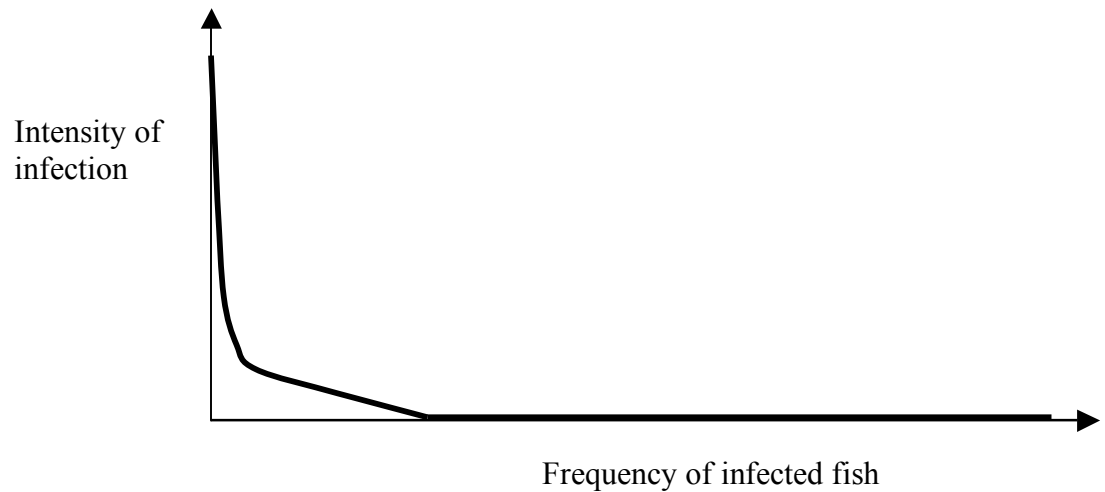
Question 24). Three species of reef organisms exhibit the following survivorship curves:



Which of the following statements is INCORRECT? (1 point)

- A. Juveniles of species III have a higher mortality than those of species I
- B. Death rates in species II are more uniform than those in species I
- C. It is likely that fecundity in species II is lower than that of species III
- D. Adults of species II have longer life expectancy than those of species III
- E. High adult mortality in species I is likely to be offset by high fecundity

Question 25). Fish caught on the reef were found to be infected with gill parasites. The intensities of infection were plotted against their frequency, as follows:

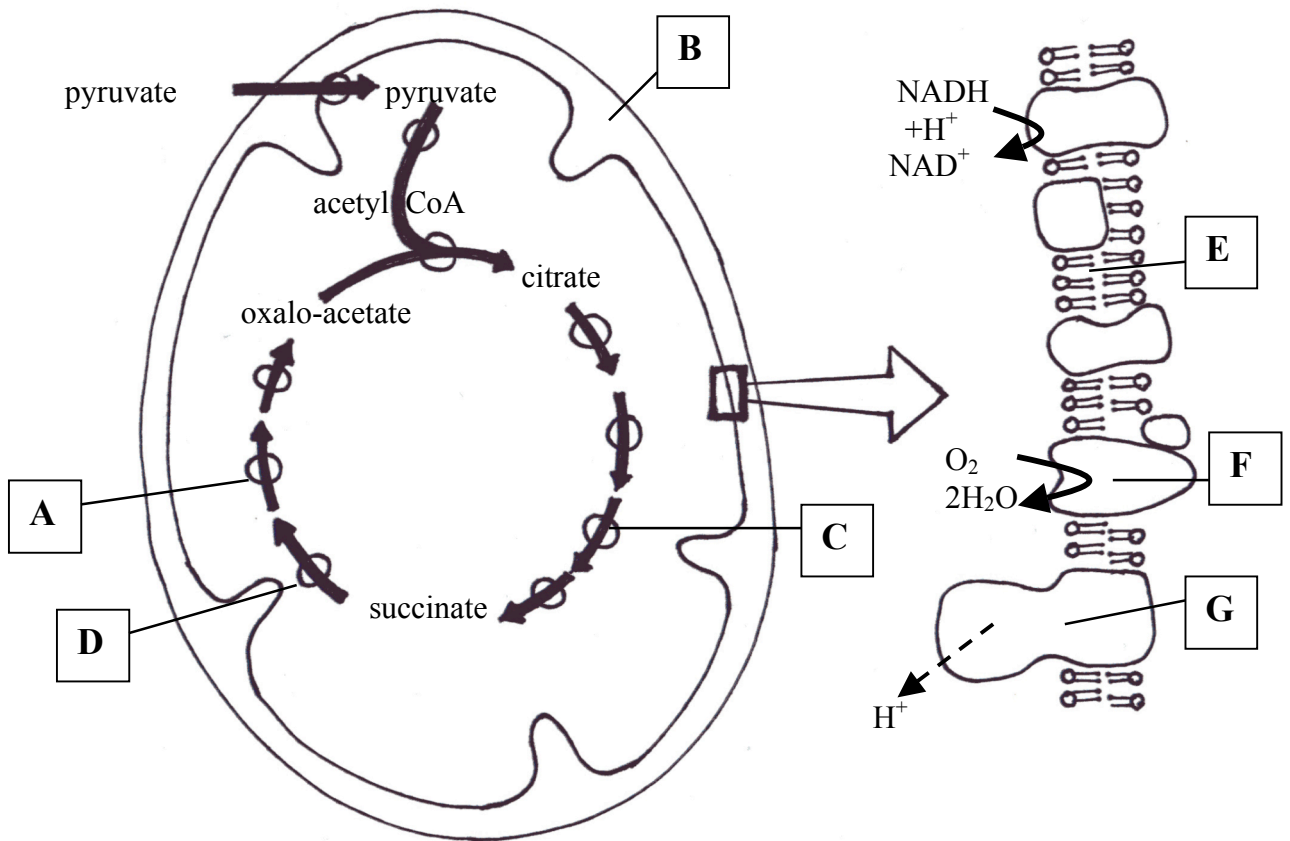


Which statement can be correctly inferred from these results? (1 point)

- A. Parasites accumulate in older hosts
- B. A few hosts contain most parasites
- C. Young hosts acquire most parasites
- D. Parasite dispersion depends on host distribution
- E. Most hosts contain a few parasites

Questions 26-30. **Early in the evolution of life on Earth, certain primitive photosynthetic cells acquired the ability to split water resulting in the accumulation of oxygen in the atmosphere. Other cells made use of oxygen by combining it with other molecules and harnessing the energy released.**

Question 26). The diagrams below depict a mitochondrion (left) showing some of the biochemistry that occurs in the matrix (O = enzyme) and a magnified view of the inner membrane (right) showing some of the multi-protein complexes within it.



Match the labelled components A to G with the following items: (2 points)

1. Protein complex that manufactures most of the ATP for which respiration is famous
2. Protein that releases CO₂
3. Hydrogen ions (H⁺) moved during electron transport accumulate here, causing the pH to be at least 1 unit lower than in the matrix
4. Protein that contains copper as a cofactor
5. Protein that synthesises malate
6. Ubiquinone could be found performing its task here
7. Protein that reduces FAD to FADH₂

1	2	3	4	5	6	7

Question 27). Consider the metabolic cycle of eight reactions (Krebs cycle/citric acid cycle) shown within the diagram of the mitochondrion (cycling from citrate to succinate to oxaloacetate). Which of the following statements is correct? (1 point)

- A. The cycle occurs in the intermembrane space of mitochondria
- B. The cycle is a central part of lactic-acid fermentation
- C. The cycle would cease to operate in the absence of NAD⁺
- D. The cycle directly generates most of a heterotrophic cell's ATP
- E. The cycle is responsible for the generation of oxygen

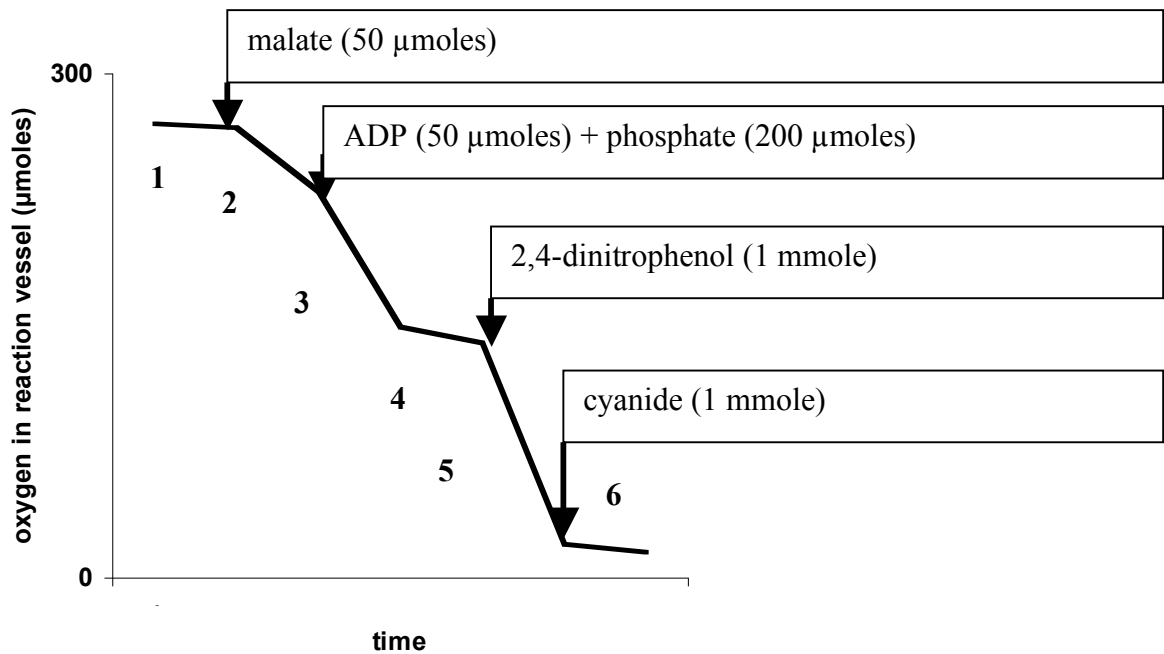
Question 28). Acetyl-CoA is formed in mitochondria during respiration. It is also made in other parts of cells, including the cytosol and plastids in plant cells. It is the main molecule used for the biosynthesis of which combination of the following? (1 point)

1. The aromatic amino acids tryptophan, tyrosine and phenylalanine
 2. Steroids
 3. The chitin in fungal cell walls and insect exoskeletons
 4. The hydrophobic tail of ubiquinone
 5. The purine bases of DNA and RNA
 6. Fatty acids
 7. Gibberellin plant hormones
-
- A. 1, 5
 - B. 2, 4, 6, 7
 - C. 2, 3, 7
 - D. 1, 4, 7
 - E. 2, 3, 5, 6, 7

Question 29). Which combination of statements is correct for aerobic respiration? (1 point)

1. H_2O is a reducer
 2. CO_2 is an oxidant
 3. O_2 is an electron acceptor
 4. H_2O is an electron donor for organic substances
 5. H_2O is one of the end products
 6. Photophosphorylation occurs
 7. Oxidative phosphorylation occurs
 8. Substrate level phosphorylation occurs
-
- A. 1, 2, 8
 - B. 2, 3, 4, 7
 - C. 3, 5, 7, 8
 - D. 1, 4, 7, 8
 - E. 2, 3, 5, 6, 7

Question 30). A student obtained a preparation of isolated mitochondria from a liver and studied respiration by continuously following the O₂ uptake of a 1 mL suspension of mitochondria in a reaction vessel. Additions were made to the suspension as shown. The following trace was obtained:



The student offers various conclusions for the rates of O₂ uptake shown at positions 1-6.

Select either conclusion A or B as correct for each numbered position: (1 point):

1. A. The mitochondria were damaged and were no longer able to respire
- B. Almost no carbohydrate substrate was available for respiration

2.
 - A. Malate acted as a carbohydrate substrate for respiration
 - B. Malate combined directly with O₂, removing the O₂ from solution

3.
 - A. Respiration by the mitochondria was coupled to ATP synthesis
 - B. Inorganic phosphate (Pi) stimulated the activity of Krebs cycle enzymes

4.
 - A. ADP slowly inactivated Krebs cycle enzymes
 - B. The supply of ADP was depleted

5.
 - A. 2,4-dinitrophenol causes H⁺ ions to leak across the mitochondrial membrane
 - B. 2,4-dinitrophenol is better than malate as a natural substrate for respiration

6.
 - A. Cyanide (CN⁻) inhibits the terminal oxidase of respiration
 - B. Cyanide can substitute for O₂ in respiratory electron transport, generating HCN instead of H₂O

Questions 31-35. **Most higher animals have cardiovascular systems that transport blood and fluids to body tissues.**

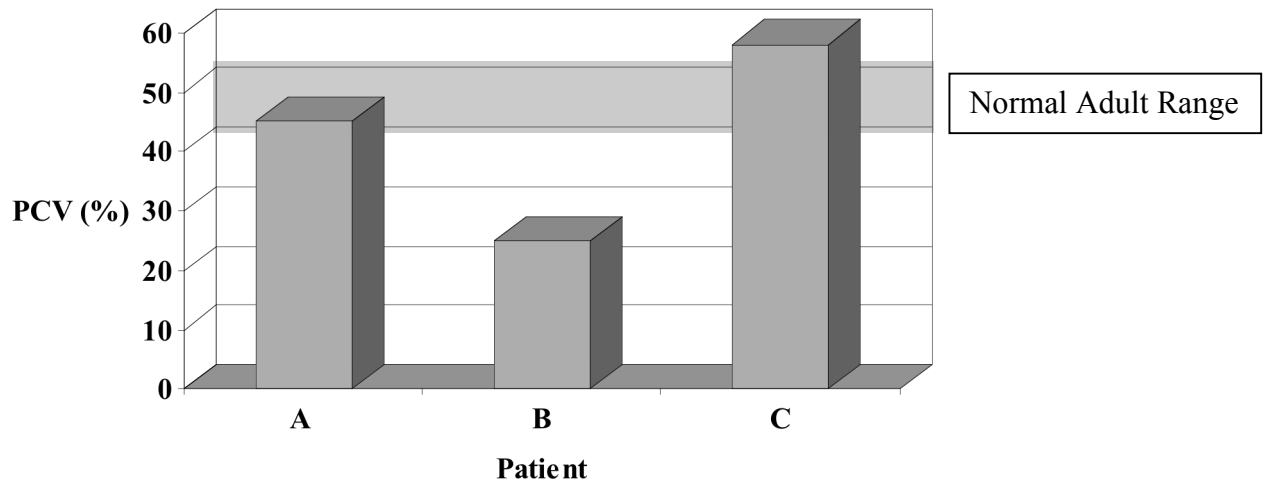
Question 31). Vertebrate whole blood consists of plasma and suspended cells or fragments. The following statements relate to the composition of a normal blood sample.

- 1) Red cells get their colour from the waste CO₂ carried by haemoglobin
- 2) Erythrocytes are the most abundant cell type in blood
- 3) Platelets contain a nucleus and DNA
- 4) Haemoglobin is composed of two polypeptide chains
- 5) Gamma-globulin is a key protein in plasma
- 6) All adult blood cells originate in the bone marrow

Which one of the following combinations contains only true statements? (1 point)

- A. 3, 4, 5
- B. 2, 5, 6
- C. 1, 2, 3, 5, 6
- D. 4, 5, 6
- E. 2, 4, 6

Question 32). The haematocrit (or packed cell volume, PCV) is the proportion of the total blood volume occupied by blood cells. The normal haematocrit range for adult males is 40-50%. The graph below shows the haematocrit results for three patients A, B and C.



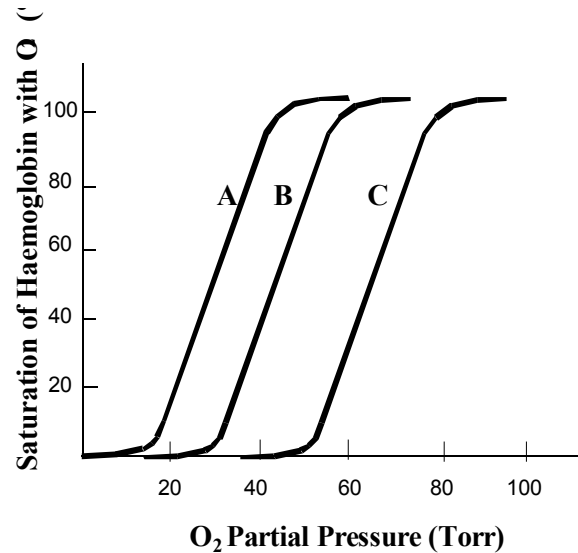
Which patient could a doctor correctly diagnose as suffering from the following conditions?

(use D to indicate none) (1 point)

1. Dehydration
2. Anaemia
3. Decreased albumin levels
4. No apparent health problems

Answer [A/B/C/D]

Question 33). The amount of oxygen carried in the blood is dependent on the amount of respiratory pigment (such as haemoglobin) and the partial pressure of oxygen. For a fixed concentration of haemoglobin, the greater the partial pressure of oxygen the greater the percent saturation of haemoglobin.



Which of the following combinations represents the oxygen equilibrium curves shown above for conditions A, B and C, in order? [*Exercise blood is blood collected after a period of extreme exercise.] (1 point)

- A. normal blood, foetal blood, exercise blood*
- B. foetal blood, exercise blood*, normal blood
- C. foetal blood, normal blood, exercise blood*
- D. exercise blood*, foetal blood, normal blood
- E. exercise blood*, normal blood, foetal blood

Question 34). A major role for blood clotting is to help repair damaged blood vessels and tissue wounds. Which factors are important in this process? (1 point)

- A. erythrocytes, thrombin, fibrin, gamma globulin
- B. monocytes, gamma globulin, thrombin, erythrocytes
- C. lymphocytes, erythrocytes, fibrin, platelets
- D. platelets, thrombin, erythrocytes, fibrin
- E. fibrin, thrombin, platelets, gamma globulin

Question 35). Various abnormal conditions may arise in the cardiovascular system, including:

- A) Cholesterol plaque deposits in arteries
- B) Overproduction of red blood cells in the bone marrow
- C) Single nucleotide mutation in the coding region of the haemoglobin gene
- D) High blood pressure
- E) Uncontrolled proliferation of progenitor blood cells
- F) Reduction in haemoglobin synthesis

Which of these abnormalities cause the following blood disorders? (1 point)

	Answer [A/B/C/D/E/F]
1. Sickle cell anaemia	
2. Hypertension	
3. Atherosclerosis	
4. Beta-thalassemia	
5. Leukaemia	
6. Polycythemia	

Questions 36-38. **Reproduction has many features that vary within the plant kingdom.**

Question 36). Which of the following statements concerning reproduction is true?

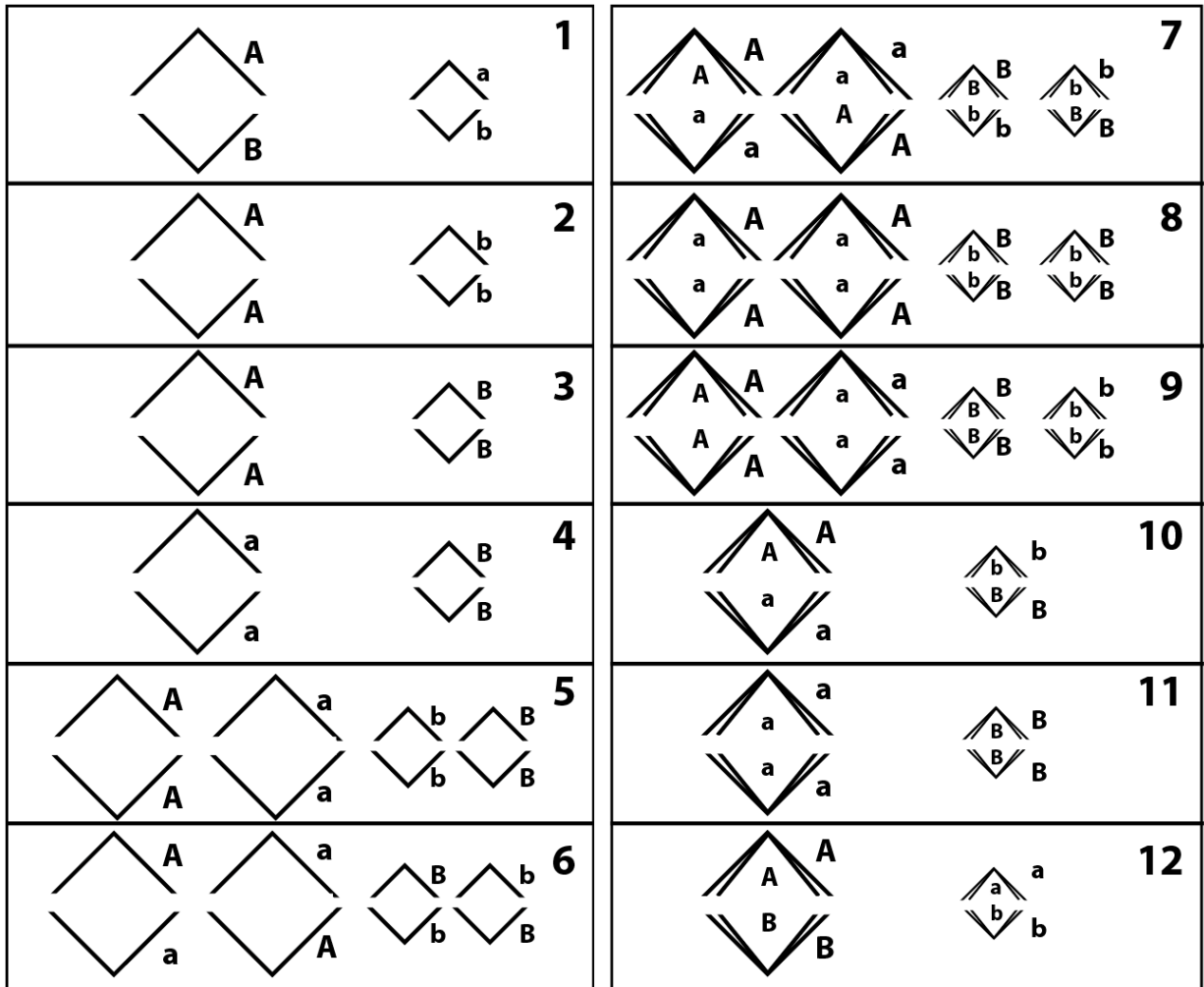
(1 point)

- A. Haploid organisms (i.e. organisms whose cells have only one of each chromosome) do not exist; the only cells that are haploid are gametes (ova and sperm)
- B. It is theoretically and practically impossible for an organism to reproduce without meiosis
- C. Sexual reproduction always involves the production of sperm and ova by separate male and female individuals
- D. All cells of all eukaryotic organisms (even fungi) contain a single nucleus (either haploid or diploid)
- E. Sexual reproduction without meiosis is not possible

Question 37). Which of the following is a principal difference between gymnosperms and angiosperms? (1 point)

- A. Gymnosperms produce flagellated sperm that swim in water whereas angiosperms produce sperm enclosed in pollen
- B. Gymnosperms lack seeds whereas angiosperms have seeds
- C. In gymnosperms, the ovule develops into a seed whereas in angiosperms the ovary develops into a seed
- D. Gymnosperms lack ovaries that develop into fruits whereas angiosperms have ovaries that develop into fruits
- E. Gymnosperms produce scaly dry fruit whereas angiosperms produce soft juicy fruit

Question 38). Plant reproduction was studied in *Haplopappus gracilis* which is diploid and has only two pairs of chromosomes, one long pair and one short pair ($2n = 4$). The diagrams below represent anaphases of individual cells in meiosis or mitosis in a plant that is genetically a double heterozygote (Aa Bb) for alleles of two genes, one gene on the long chromosome and the other on the short chromosome. Single lines represent chromatids, and the points of the V's represent centromeres.

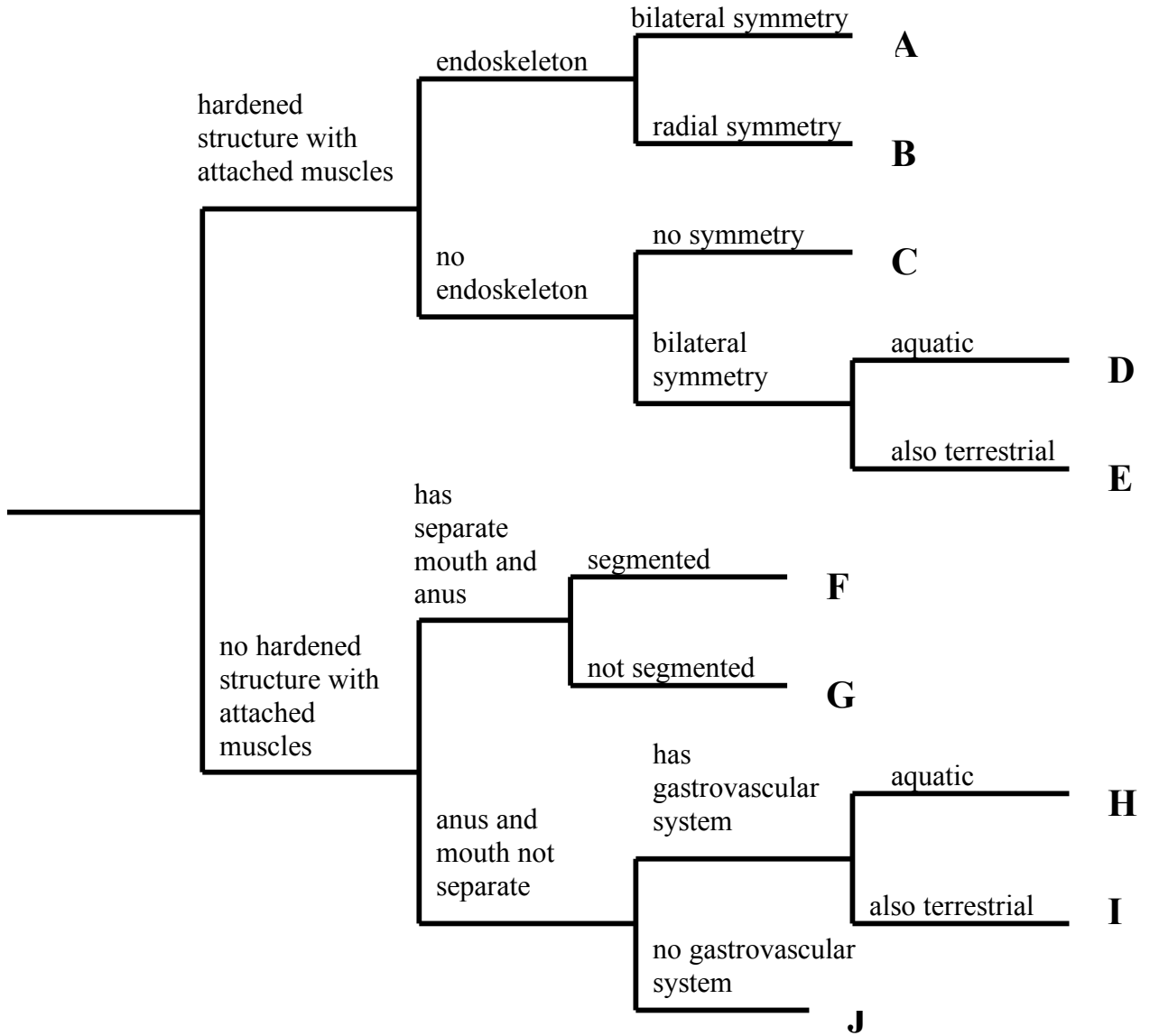


In each case, indicate if the diagram represents a cell in: (3 points)

meiosis I (= A) meiosis II (= B) mitosis (= C) or an impossible situation (= D)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Questions 39-42). A dichotomous key was constructed for ten groups of animals based on seven characters.



Question 39). Which groups (A-J) are represented by numbers 1 to 10? (2 points)

Group	Letter
1. Annelida (annelids)	
2. Arthropoda (crustaceans)	
3. Cnidaria (jelly fish)	
4. Echinodermata (starfish)	
5. Mollusca (bivalves)	
6. Mollusca (gastropods)	
7. Chordata (chordates)	
8. Nematoda (roundworms)	
9. Platyhelminthes (flatworms)	
10. Porifera (sponges)	

Question 40). Animal body plans vary in the organization of their tissue layers and body cavities. They may be diploblastic (D) or triploblastic (T). They may be acoelomate (A), pseudocoelomate (P) or coelomate (C). Indicate the character states for the following animals: (1 point)

		tissue layers [D/T]	body cavities [A/P/C]
1.	Platyhelminthes (flatworms)		
2.	Annelida (segmented worms)		
3.	Nematoda (roundworms)		

Question 41). Differences in embryological development allow the differentiation of animals into protostomes and deuterostomes based on cleavage patterns (radial = R; spiral = S), cell fate (indeterminate = I, determinate = D) and the development of the mouth of the embryo (arising from blastopore = B, arising at opposite end to blastopore = O). Which are the correct character states for deuterostomes? (1 point)

- A. S, D, O
- B. S, D, B
- C. S, I, O
- D. S, I, B
- E. R, D, O
- F. R, D, B
- G. R, I, O
- H. R, I, B

Question 42). Insects may have simple or complex development cycles.

- A. They may hatch from eggs looking like small adults.
- B. They may undergo gradual changes (incomplete metamorphosis)
- C. They may undergo profound changes (complete metamorphosis).

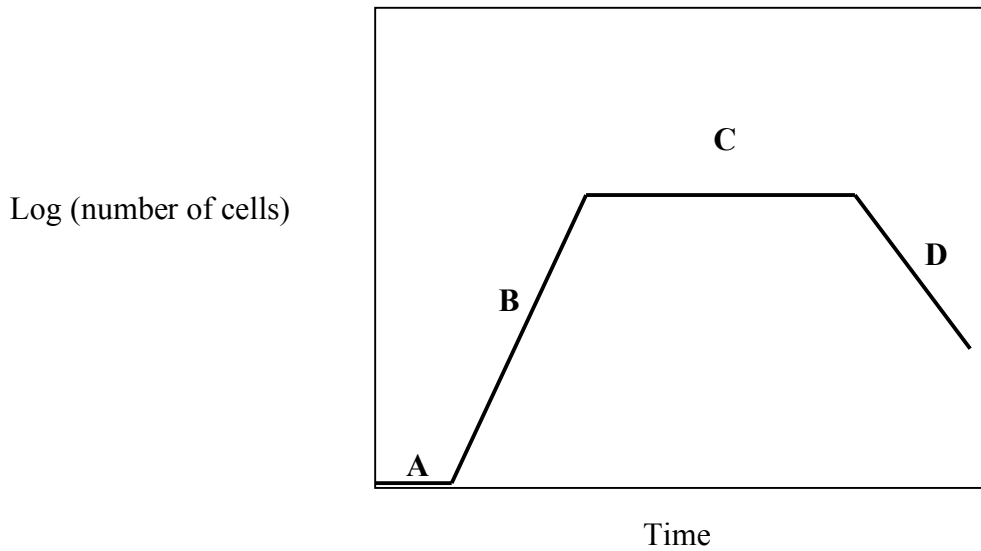
Which developmental cycles do the following insects undergo ? (1 point)

1. Flies
2. Wingless insects
3. Fleas
4. Lice

Answer [A/B/C]

Questions 43-47. **Bacteria are prokaryotic micro-organisms that grow under a variety of environmental conditions.**

Question 43). Bacterial growth under laboratory conditions at a particular temperature can be represented as the log number of viable cells plotted against time of incubation.



Match the four stages labelled A to D on the graph with the following growth phases. Note: one phase is not shown and should be entered as “E”. (1 point)

Growth Phase
1. exponential (log) growth phase
2. death phase
3. transition phase
4. stationary phase
5. lag phase

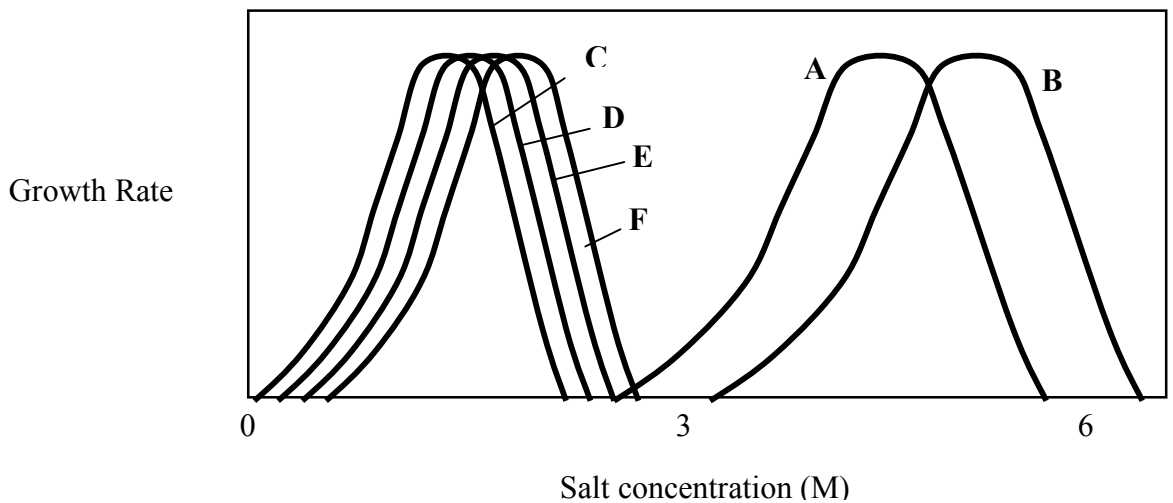
Answer
[A/B/C/D/E]

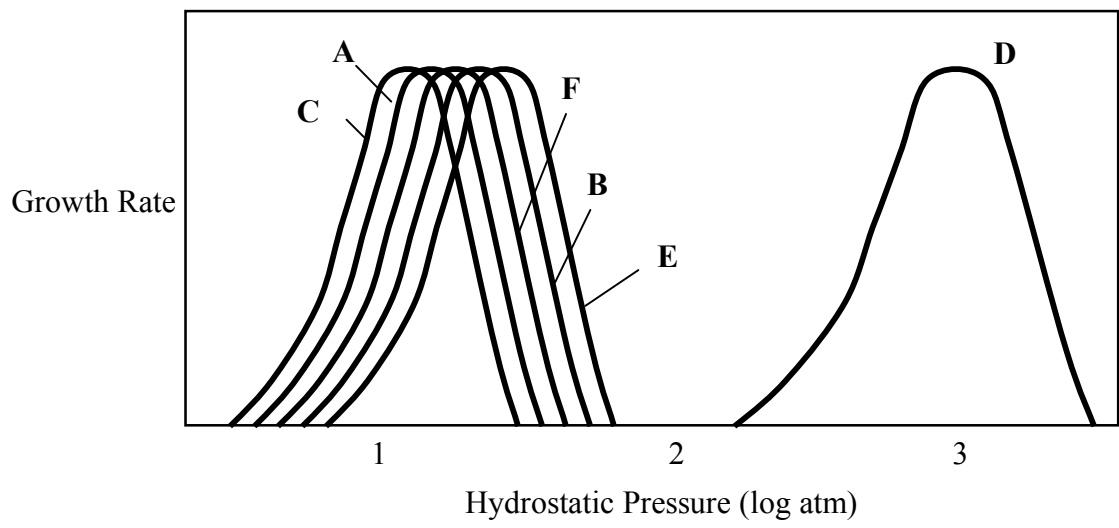
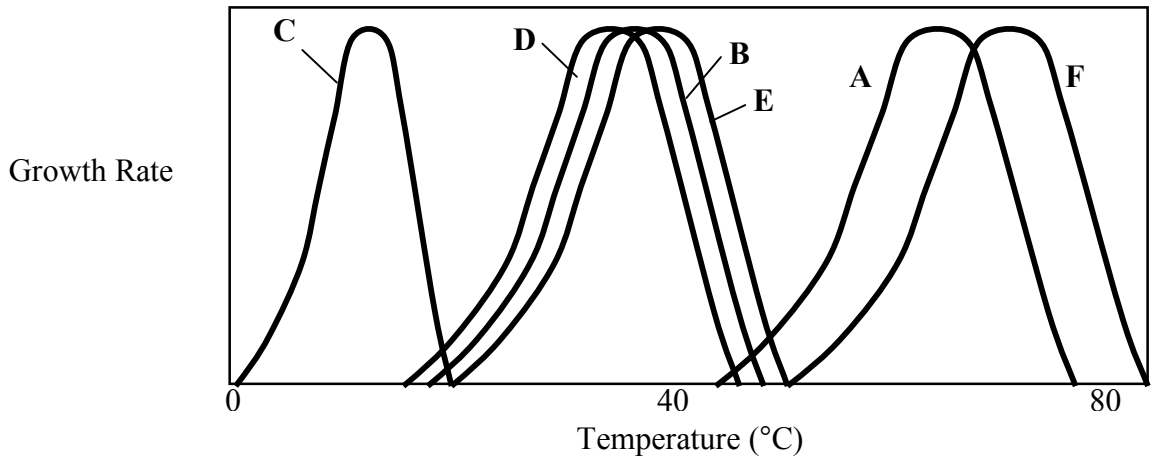
Question 44). Most known bacteria grow in the temperature range of 30 - 40°C, but thermophiles are able to survive at temperatures of up to 80°C. Indicate which of the following are reasons for the survival of thermophiles by answering Yes or No. (1 point)

1. large size
2. small size
3. cell membrane composition
4. accelerated cell repair mechanisms
5. protein thermostability

Answer
[Yes/No]

Question 45). Most bacteria (mesophiles) do not tolerate extreme conditions, whereas extremophiles can survive in environments of high salt, high pressure or extreme temperature (as shown in the following three graphs).



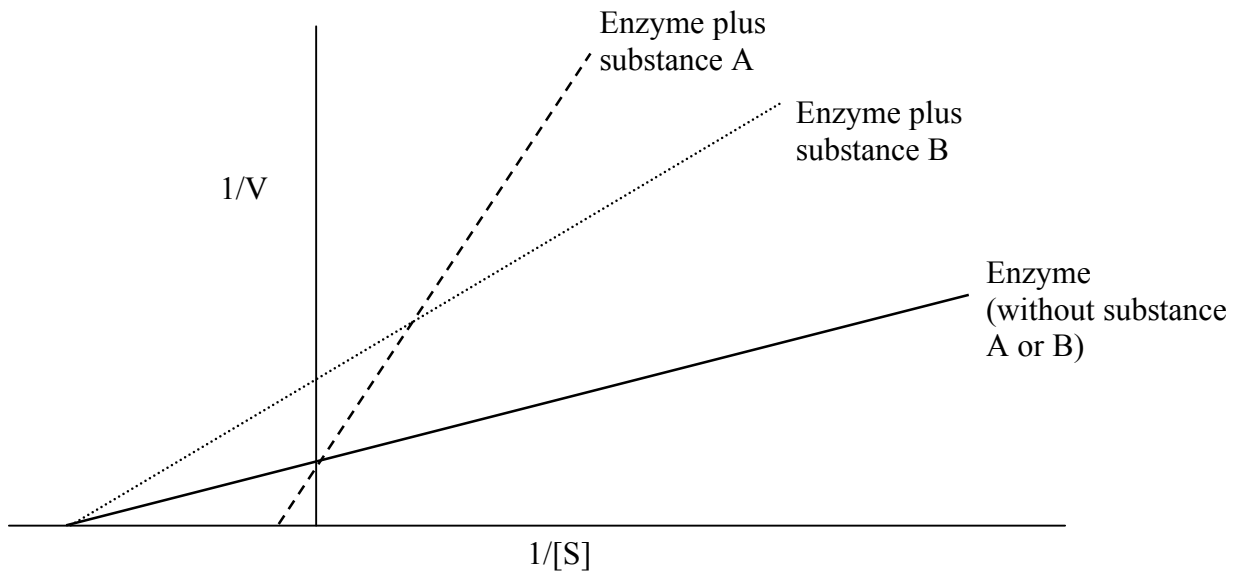


Match the growth characteristics labelled A to F with the following types of bacteria. (1 point).

Type of bacterium
1. Barophile
2. Mesophile only
3. Thermophile only
4. Halophile only
5. Psychrophile
6. Thermophile, halophile

Answer
[A/B/C/D/E/F]

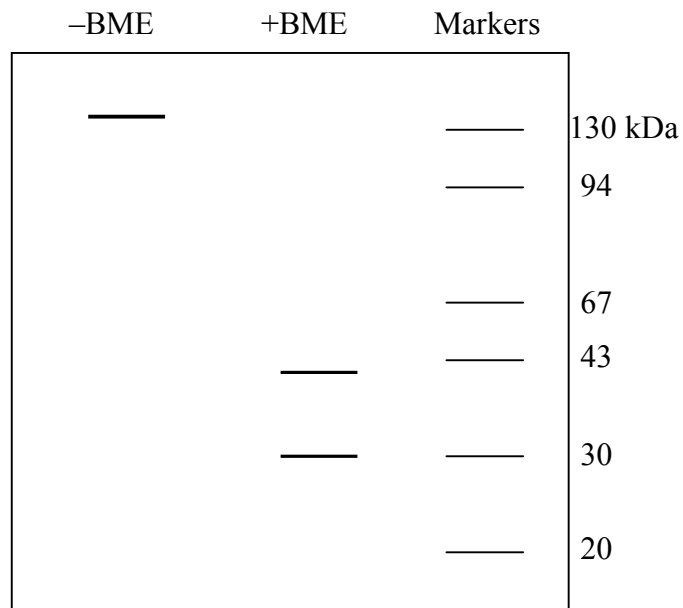
Question 46). A Lineweaver-Burk (double reciprocal) plot is shown below depicting the activity of a bacterial enzyme alone and in the presence of two different substances, A and B. The y-intercept of each line represents $1/V_{MAX}$ for the enzyme under the different conditions.



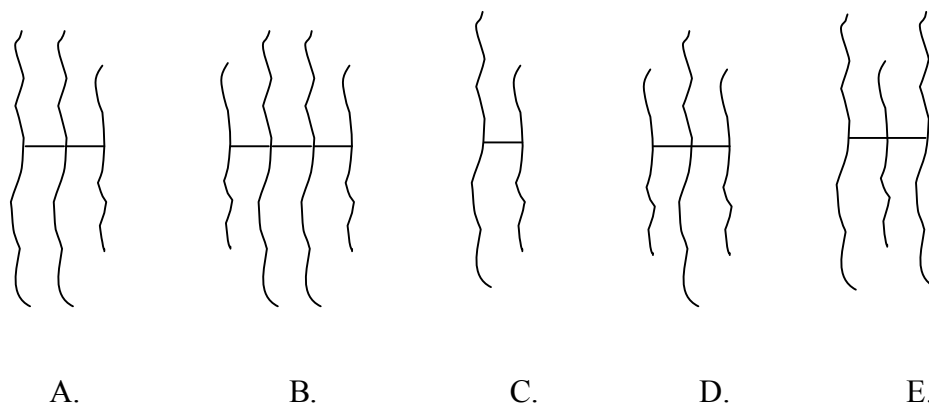
Which of the following statements about this enzyme is correct with regard to the Lineweaver-Burk plot shown above? (1 point)

- A. Substance A is a non-competitive inhibitor while substance B is a competitive inhibitor
- B. Substance A is a competitive inhibitor while substance B is a non-competitive inhibitor
- C. Substance A is a stimulatory cofactor while substance B is a competitive inhibitor
- D. Substance B is a stimulatory cofactor while substance A is a competitive inhibitor
- E. Both substance A and substance B are stimulatory cofactors

Question 47). One way bacterial proteins can maintain stability under extreme conditions is through disulfide bond bridges between cysteine amino acids. The results below are from an analysis of a bacterial protein using the reducing agent β -mercaptoethanol (BME), which reduces disulfide bonds. The polypeptide products were separated on the basis of molecular mass by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. Markers = proteins of known molecular mass (in kDa).



Based on these results, which of the following diagrams best represents the polypeptide structure of the native bacterial protein? (Note: “—“ represents a disulfide bond) (1 point)



Questions 48-52. **Lipids are vital to cell structure and metabolism; yet fats have a notorious reputation as being bad for your health.**

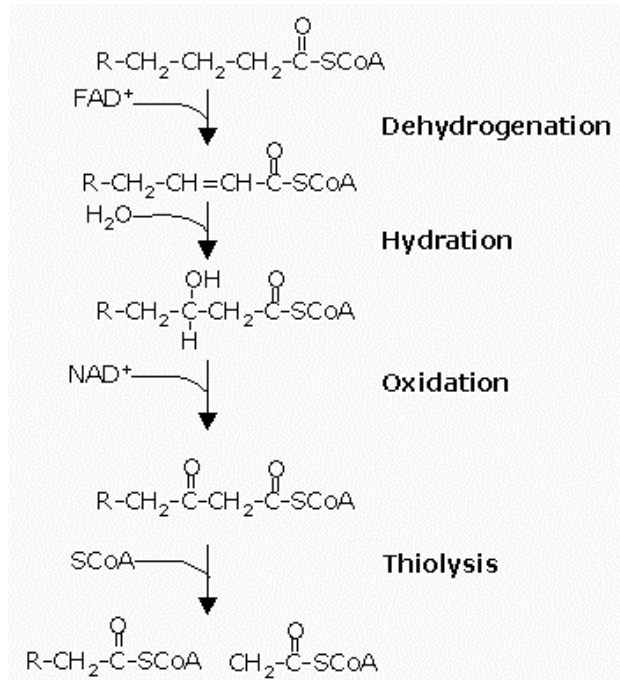
Questions 48). Which one of the following possible causes of the development of obesity is INCORRECT? (1 point)

- A. Sedentary lifestyle
- B. Abnormal hypothalamus function
- C. Environmental factors
- D. Increased thyroid hormone levels
- E. High caloric intake

Question 49). Which statement regarding the hormonal control of fat deposition in adipose tissue is correct? (1 point)

- A. Insulin promotes the formation of triacylglycerol in adipose tissue
- B. Insulin promotes the formation of cholesterol in adipose tissue
- C. Adrenaline (epinephrine) promotes the formation of triacylglycerol in adipose tissue
- D. Adrenaline (epinephrine) promotes the formation of cholesterol in adipose tissue
- E. Glucagon promotes the formation of triacylglycerol in adipose tissue
- F. Glucagon promotes the formation of cholesterol in adipose tissue

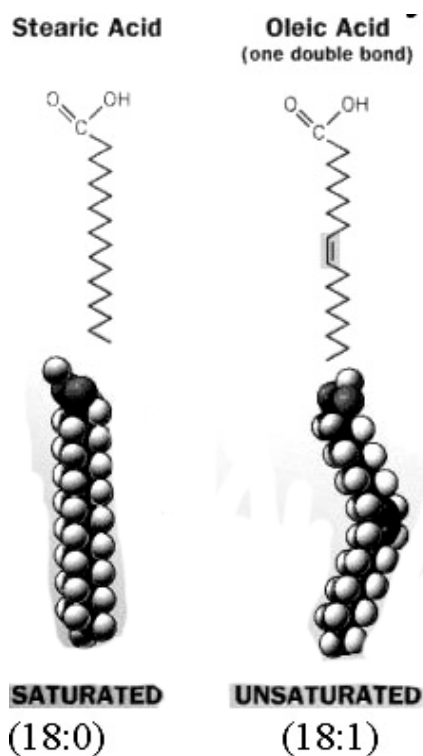
Question 50). Mitochondria are the primary site in cells for the metabolism of long-chain fatty acids, and use a process called β -oxidation. One cycle of β -oxidation of a fatty acid, which has been prior activated to a coenzyme A (CoA) ester, is shown below:



Based on this diagram, how many cycles of the pathway would be needed for complete β -oxidation of stearic acid (C18:0)? (1 point)

- A. 3
- B. 6
- C. 8
- D. 9
- E. 16
- F. 18

Question 51). The melting temperature of a fat-containing substance is dependent on the degree of unsaturation of the constituent fatty acid chains – unsaturated fatty acids reduce the regular packing together of fatty acids. Examples of two common 18-carbon fatty acids, stearic and oleic, with different degree of unsaturation, are shown below in diagrammatic form:



Which one of the following substances would you expect to have the highest ratio of unsaturated/saturated fatty acids? (1 point)

- A. butter
- B. vegetable oil
- C. margarine
- D. peanut paste
- E. cake of soap

Question 52). In humans, many lipids, including cholesterol, are carried in the blood in large spherical-shaped lipid-protein complexes called lipoproteins. Their structure reflects the hydrophilic, hydrophobic or other functional properties of the constituent molecules. Given the major components of lipoproteins below, predict whether they would be in the core (C) or surface (S) layer of lipoproteins. (1 point)

1. Proteins involved in tissue receptor binding
2. Cholesterol
3. Cholesterol ester (cholesterol esterified to a fatty acid)
4. Phospholipid
5. Triacylglycerol

Answer C or S

Questions 53-57. **Photosynthesis occurs in plants when their chloroplasts capture light energy and convert it to chemical energy stored in sugar and other organic molecules.**

Question 53). From several parts of pea plants that had been either kept in light for 12 hours or in the dark for 12 hours, mRNA was extracted and used in Northern blots with five different gene probes. The results are shown below.

Probe	Leaf		Stem		Root		Tendril	
	light	dark	light	dark	light	dark	light	dark
1	++++	+	-	-	-	-	++	+++
2	+++	+++	++	+	+	-	+++	+++
3	+++	+	+++	+	+	+	++	+++
4	++++	+	+	-	-	-	+++	+
5	+++	+++	++	++	+	+	+++	+++

Which result best indicates that the Rubisco small subunit gene was used as a probe? (1 point)

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.
- E. 5.

Question 54). The main types of plants are C₃ plants, C₄ plants and CAM plants (CAM stands for Crassulacean Acid Metabolism). Match the ten items listed in the left-hand column with the ten corresponding items in the right-hand column. (2 points)

1. CAM plants at night
2. CAM plants during dry hot days
3. plastoquinone
4. CO ₂ compensation point
5. cellulose
6. linoleic acid and galactose
7. photorespiration
8. flavonoids
9. oils
10. starch

A. amylose and amylopectin
B. unbranched glucose polymer
C. CO ₂ fixation followed by malate accumulation in large vacuoles
D. components of thylakoid membranes' polar lipids
E. UV filters and animal attractants
F. CO ₂ evolved when two glycines are converted to one serine
G. stored in organelle with a surrounding membrane of a monolayer of polar lipids
H. electron transporting molecule
I. photosynthesis proceeds despite closed stomates
J. respiration + photorespiration = photosynthesis

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Question 55). ~~Plants, directly or indirectly, supply all of humanity's food. Match the crops listed in the left hand column with the name of the plant organ forming most or all of the material actually consumed (listed in the right hand column): (1 point)~~

1. broccoli
2. ginger
3. Brussels sprout
4. pumpkin
5. celery
6. carrot
7. potato
8. strawberry
9. onion
10. kohl rabi

A. axillary bud
B. stem
C. modified stem (tuber)
D. receptacle
E. leaves
F. modified stem (rhizome)
G. fruit
H. inflorescence
I. petioles
J. root

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Question 56). The accumulation of salt in soil is a major limitation to agriculture. What is the primary cause of the inability of non-halophyte (i.e. salt-sensitive) plants to grow in soils of high salt concentration? (1 point)

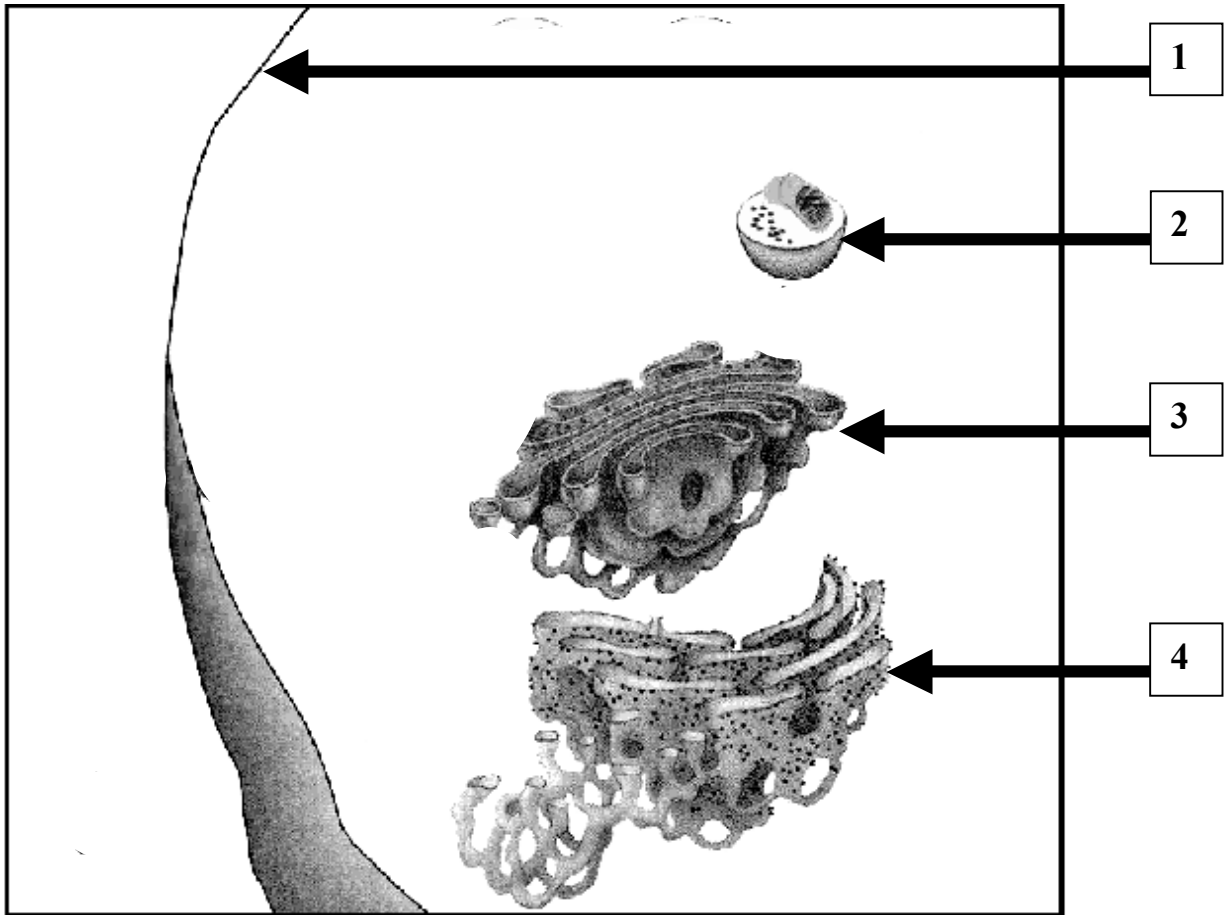
- A. Salt crystals form in the stomata and stop gas exchange
- B. Large quantities of Na^+ and Cl^- enter the plant cells and poison them
- C. Salt accumulates in root cells and osmosis follows, causing the cells to burst
- D. The oxygen content of the soil is too low
- E. The water potential of the soil is too low

Question 57). Plants obtain from the soil various mineral nutrients with important physiological roles. Match each of the phrases in the right-hand column with one of the nutrients listed in the left-hand column. (2 points).

1. calcium	A. cation important in the development of stomatal guard cell turgor
2. nitrogen	B. the form of nitrogen usually available for uptake by plants in natural ecosystems
3. nitrate	C. required for the biosynthesis of the side chains of the amino acids cysteine and methionine
4. iodine	D. component of all amino acids, nucleotides and chlorophylls
5. phosphate	E. the "central" atom in a chlorophyll molecule
6. magnesium	F. allows for cell wall cross-linking through pectates
7. potassium	G. important component of DNA and RNA, but not of purine or pyrimidine bases
8. sulfate	H. most common metal ion in electron-transporting proteins
9. manganese	I. a principal function is in photosynthetic water-splitting
10. iron	J. it is not essential for plant growth

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Questions 58-62. Eukaryotic cells contain many different organelles performing a variety of functions. The following diagram shows several organelles within a typical animal cell.



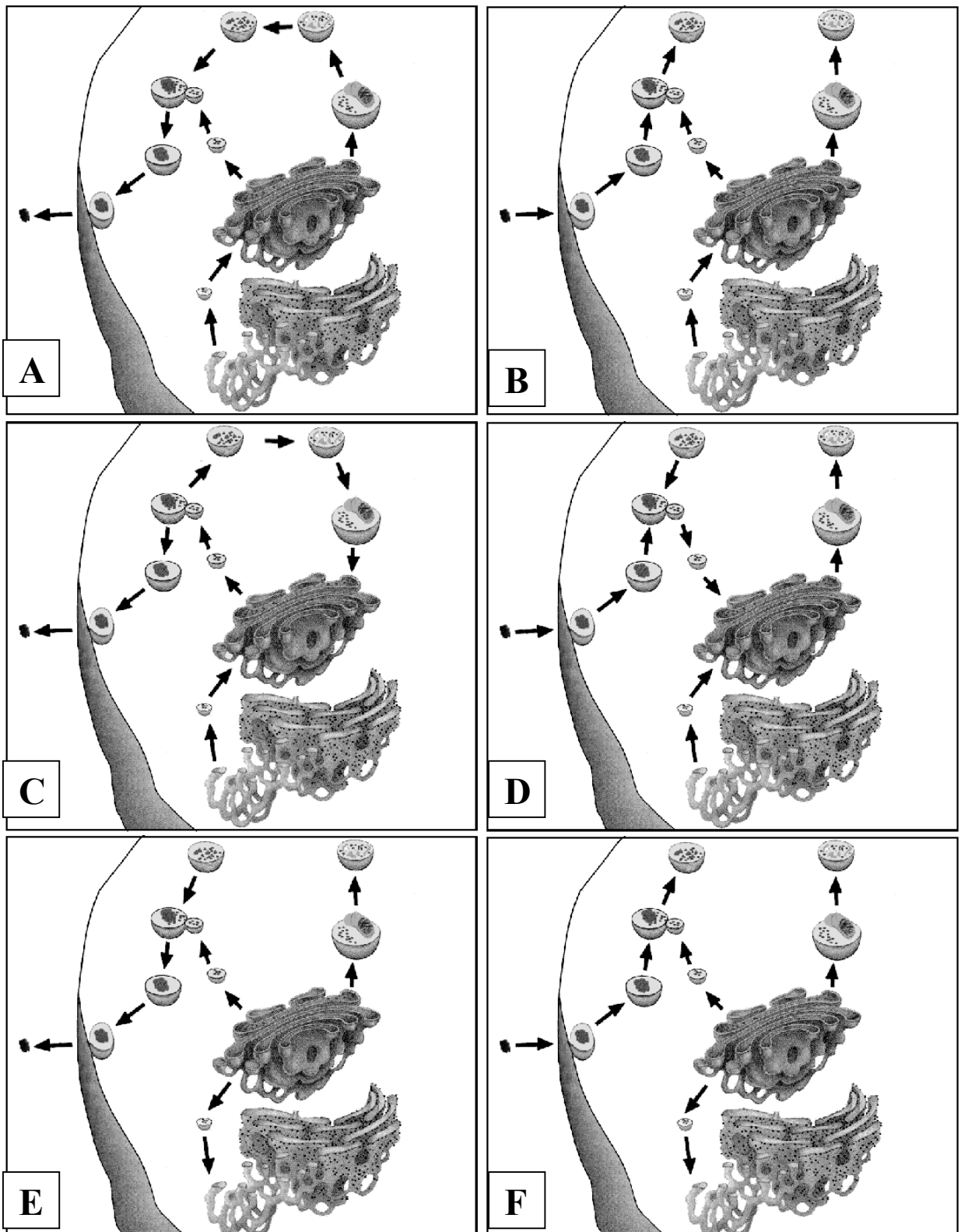
Question 58). Identify organelles 1-4 using names selected from the following list. (1 point)

- A. nucleus
- B. Golgi apparatus
- C. plasma membrane
- D. mitochondrion
- E. vesicle
- F. endoplasmic reticulum
- G. centrosome

1.	2.	3.	4.

Question 59). Which diagram shows the correct organelle interactions for phagocytosis?

(1 point)



Question 60). In multicellular eukaryotes, adjacent cells are connected to each other to form tissues and organs. Which of the following is NOT an example of an intercellular connection?

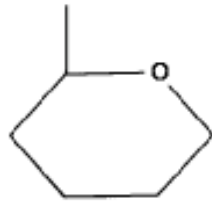
(1 point)

- A. tight junction
- B. plaque junction
- C. plasmodesma
- D. desmosome
- E. gap junction

Question 61). Organelles can be divided into functional groups. Which of the following functional groupings is correct? (1 point)

- A. nucleus, microfilaments and plasma membrane regulate cell architecture and movement
- B. endoplasmic reticulum, Golgi apparatus and mitochondria maintain membrane functionality and secretion
- C. nucleus, ribosomes and smooth endoplasmic reticulum process genetic information
- D. endoplasmic reticulum, transport vesicles and centrioles maintain membrane functionality and secretion
- E. microtubules, microfilaments and intermediate filaments regulate cell architecture and movement

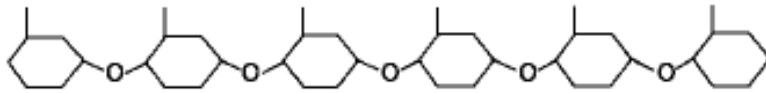
Question 62). Match the following diagrams to the chemicals listed. (1 point)



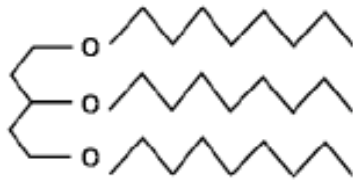
A



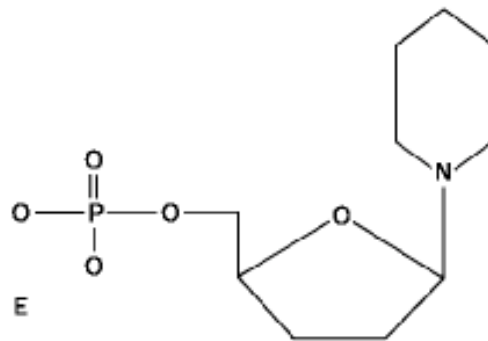
B



C



D

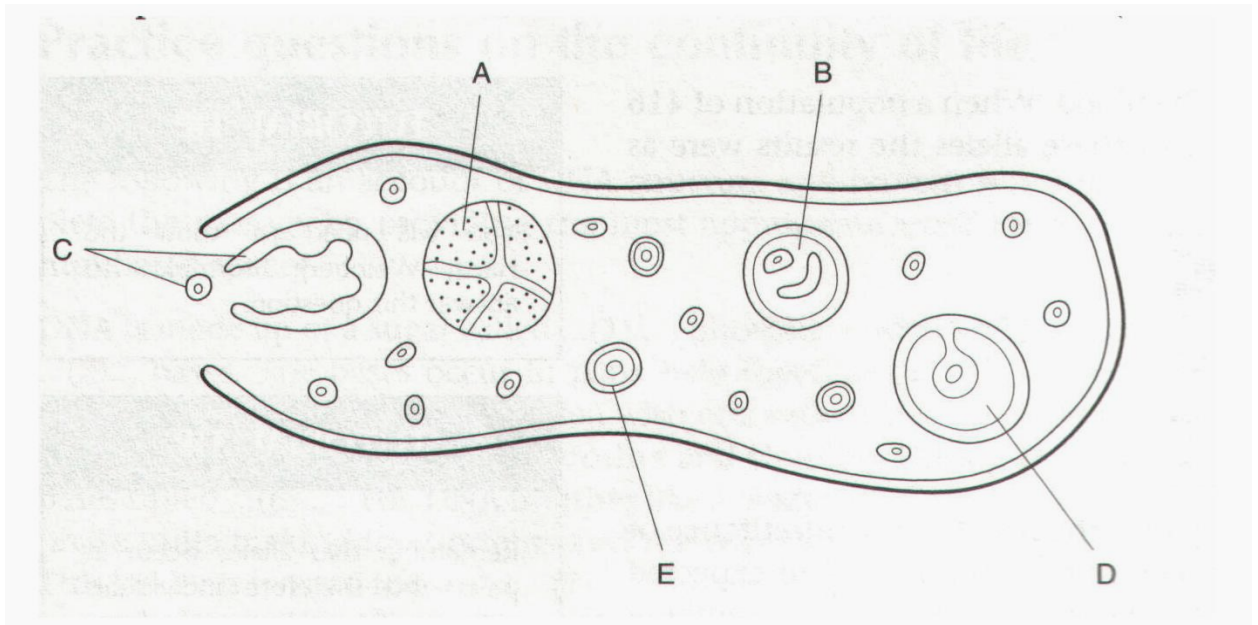


E

1. Lipid
2. Functional protein
3. Nucleotide
4. Polysaccharide
5. Monosaccharide

Answer [A/B/C/D/E]

Questions 63-67). The diagram below shows a section through a mammalian ovary.



Question 63). What is the correct sequence in which the labelled structures develop? (1 point)

- A. A-B-D-C-E
- B. D-B-E-A-C
- C. B-D-C-E-A
- D. C-E-B-D-A
- E. E-B-D-C-A

~~Question 64). Hormonal changes during normal pregnancy are correctly described by which of the following statements? (1 point)~~

- ~~A. — Estriol (estrogen and progesterone metabolite) excretion is greatest just before ——— parturition~~
- ~~B. — Human chorionic gonadotropin secretion is greatest in the last 3 months~~
- ~~C. — Human chorionic somatomammotropin secretion is greatest in the first 3 months~~
- ~~D. — Oxytocin secretion is greatest in the middle 3 months~~
- ~~E. — Pregnanediol excretion is greatest in the first 3 months~~

Question 65). Which of the listed functions do these hormones play in breast development and lactation? (1 point)

Hormone	Function
1) Progesterone	A. Plays a background role in breast development
2) Estradiol	B. Stimulates development of alveolar components
3) Prolactin	C. Stimulates growth of ductal system
4) Oxytocin	D. Stimulates milk let-down
5) Insulin	E. No role

Question 66). Where does fertilization of the oocyte by sperm usually occur? (1 point)

- A. Vagina
- B. Cervix
- C. Uterus
- D. Fallopian tubule
- E. Ovary

Question 67). Which of the following act to block polyspermy in humans? (1 point)

- A. Fusion of egg and sperm
- B. Oocyte membrane depolarization
- C. Swelling of fertilized oocyte
- D. Release of cortical granules
- E. All of above

Questions 68-72. Antibodies are produced by B-lymphocytes when animals encounter foreign antigenic material. Different antibody isotypes are formed at different times after exposure; early transient responses are followed by more persistent responses. Antibodies formed soon after infection can be denatured in the laboratory by treatment with 2-mercapto-ethanol while those occurring later are unaffected. You are provided with six serum samples collected serially from one individual animal.

Serum 1 - collected before immunization with *Brucella abortus*

Serum 2 - collected 6 days after immunization with *Brucella abortus*

Serum 3 - collected 42 days after immunization with *Brucella abortus*

Serum 4 - Serum sample 2 treated with 2-mercapto-ethanol

Serum 5 - Serum sample 3 treated with 2-mercapto-ethanol

Serum 6 - collected 42 days after subsequent immunization with *Brucella melitensis*

You test the sera against 2 antigens and obtain the following results:

Specimen	<i>Brucella abortus</i> antigen	<i>Brucella melitensis</i> antigen
Serum 1	negative (-)	negative (-)
Serum 2	positive (+)	negative (-)
Serum 3	positive (+)	negative (-)
Serum 4	negative (-)	negative (-)
Serum 5	positive (+)	negative (-)
Serum 6	positive (+)	positive (+)

Question 68). Which of the following statements is true? (1 point)

- A. The animal has shown an immune response to neither *Brucella abortus* nor to *Brucella melitensis*
- B. No immune response resulted from the immunization with *Brucella melitensis*
- C. An immune response to the immunization with *Brucella abortus* has been proven by these tests
- D. The animal has been previously exposed to both *Brucella abortus* and to *Brucella melitensis*
- E. The animal has been previously exposed to either *Brucella abortus* or to *Brucella melitensis*

Question 69). Which of the following statements is true? (1 point)

- A. Serum 4 and serum 6 can be used to differentiate cultures of *Brucella abortus* from those of *Brucella melitensis*
- B. *Brucella abortus* and *Brucella melitensis* have been proven to be the same organism by these tests
- C. The sera tested have no specificity for either *Brucella abortus* or for *Brucella melitensis*
- D. IgG antibodies to both *Brucella abortus* and to *Brucella melitensis* are likely to be present in Serum 6
- E. No conclusions regarding the specificity of any antibodies can be made from the data

Question 70). Subsequent testing of the sera with cultures of *Yersinia enterocolitica* showed that sera 3, 5 and 6 gave positive (+) reactions. Which of the following statements is true? (1 point)

- A. These sera can be used as antisera for identifying *Yersinia enterocolitica* in culture
- B. *Yersinia enterocolitica* and *Brucella abortus* share antigenic determinants
- C. The sera tested have no specificity for either *Brucella abortus*, for *Brucella melitensis* or for *Yersinia enterocolitica*
- D. *Brucella abortus*, *Brucella melitensis* and *Yersinia enterocolitica* have been proven to be the same organism by these tests
- E. Antibodies specific to *Yersinia enterocolitica* have been shown to react in these tests

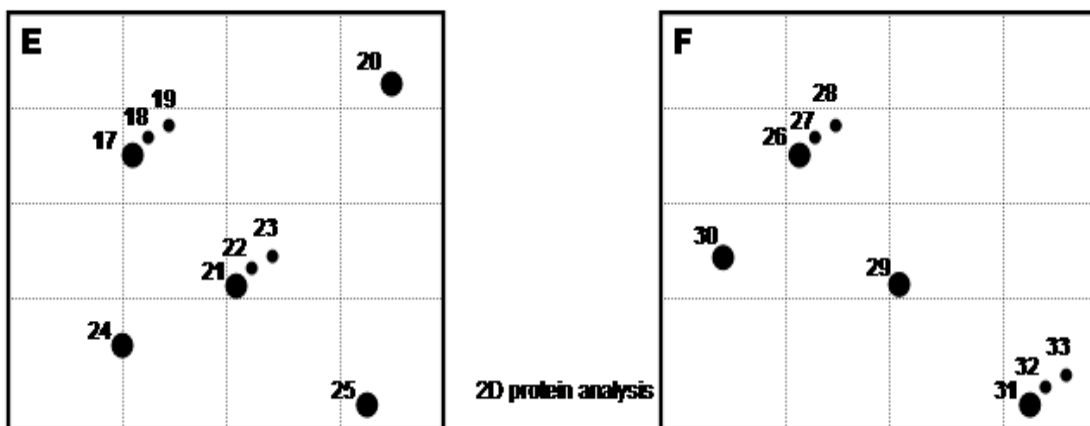
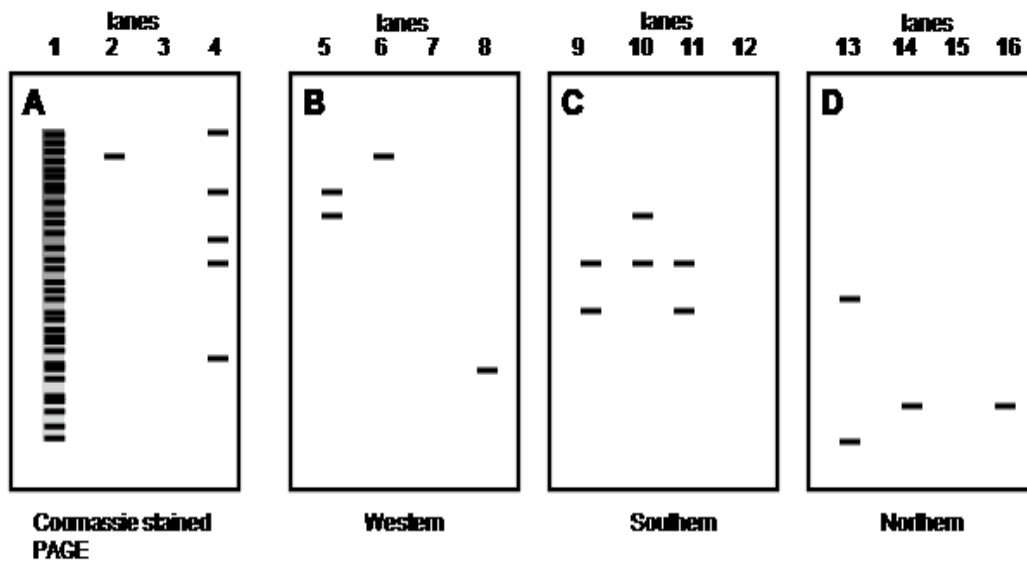
Question 71). Which of the following statements is true? (1 point)

- A. IgG antibodies to *Brucella abortus* have been demonstrated in Serum 2
- B. IgM antibodies to *Brucella melitensis* have been demonstrated in Serum 6
- C. IgM and IgG antibodies to *Brucella abortus* have been demonstrated in these tests
- D. IgM antibodies to both *Brucella abortus* and to *Brucella melitensis* have been demonstrated by these tests
- E. IgM antibodies to both *Brucella abortus* and to *Yersinia enterocolitica* have been demonstrated by these tests

Question 72). From the above reactions, which of the following could be assumed to contain IgM antibodies specific for *Brucella abortus*? (1 point)

- A. Serum 2 and Serum 3
- B. Serum 2 and Serum 4
- C. Serum 2 and Serum 5
- D. Serum 2 and Serum 1
- E. None of the above

Questions 73-77. In the following diagrams, you are given the results of six electrophoretic gel separations. Bands are shown in numbered lanes in polyacrylamide protein gels, Western blots, Southern blots and Northern blots and spots are numbered on two-dimensional protein gels. Use the information to answer the following questions.



Question 73). A research scientist had designed a probe that recognizes two distinct fragments of a gene when digested genomic DNA is examined. Which of the following would confirm that a section of DNA has been lost from this gene in the cells of a tumour compared to normal tissue? (1 point)

- A. When comparing lane 10 from the tumour and lane 11 from normal tissue
- B. When comparing lane 11 from the tumour and lane 10 from normal tissue
- C. There would be no change in the observed band pattern
- D. When comparing lane 14 from the tumour and lane 13 from normal tissue
- E. When comparing lane 14 from the tumour and lane 16 from normal tissue

Question 74). Which of the following would suggest that the cause of a patient suffering a metabolic disease is caused by changes in the post-translational modification of a protein involved in the metabolic pathway associated with the disease ? (1 point)

- A. Lane 5 from normal tissue with lane 6 from affected tissue
- B. Lane 8 from normal tissue with lane 6 from affected tissue
- C. Spots 21, 22 and 23 from normal tissue compared to spots 26, 27 and 28 from affected tissue
- D. Spots 31, 32 and 33 from normal tissue compared to spot 25 from affected tissue
- E. Spot 20 from normal tissue compared to spot 29 from affected tissue

Question 75). Which of the following best supports the hypothesis that the developmental change seen in two different tissues of an embryo is regulated by controlling transcription? (1 point)

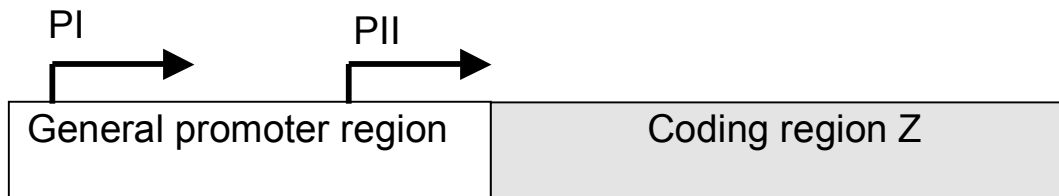
- A. Comparing lane 2 (brain) with lane 3 (limb bud)
- B. Comparing spots 21, 22 and 23 in brain to spot 29 in limb bud.
- C. Comparing lane 14 in brain and lane 15 in a limb bud
- D. Compare lane 8 (brain) with lane 6 (limb bud)
- E. Compare lane 11 (brain) with lane 12 (limb bud)

Question 76). Which lanes on panels A, B, C and D best represent the experiments in which cells have been transfected with a plasmid encoding a recombinant protein?

[First, the expressed RNA that had been transcribed from the plasmid was analysed by a specific nucleic acid probe. The expressed protein was then purified and visualized to confirm purity. Finally, the expressed protein was reacted with a specific antibody probe.] (1 point)

- A. 14, 2 and 6
- B. 1, 6 and 9
- C. 14, 2 and 8
- D. 13, 9 and 5
- E. 9, 8 and 2

Question 77). A gene “Z” has two promoters. One promoter (PI) is used when the cell is stimulated by a particular steroid hormone, while the second promoter (PII) is used when the steroid hormone is absent. The single mRNA from transcription using PII is much shorter than that of the single mRNA transcript generated when PI is used.



Assuming no degradation, which two lanes best represents the results of an experiment in which the RNA transcript from gene Z has been specifically probed with a nucleic acid specific to gene Z mRNA? [The source of the RNA for the blot comes from cells treated with the steroid hormone compared to RNA from untreated cells.] (1 point)

- A. Comparing lane 15 (steroid-treated cells) and lane 13 (untreated cells)
- B. Comparing lane 13 (steroid-treated cells) and lane 14 (untreated cells)
- C. Comparing lane 13 (steroid-treated cells) and lane 15 (untreated cells)
- D. Comparing lane 14 (steroid-treated cells) and lane 13 (untreated cells)
- E. None of the above

END