

Страна:

Код студента: _____

19-я МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ
ОЛИМПИАДА

13 – 20 июля, 2008

Мумбай, ИНДИЯ



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕСТ – ЧАСТЬ В

Все ответы записывайте в **ЛИСТ ОТВЕТОВ**.

Дорогие участники

- Вам предоставляется 150 минут для ответов на задания Части В.
- Вопросы в Части В могут иметь более одного правильного ответа. Внесите свои ответы в **Лист Ответов** для Части В. Баллы за ответы в Части В зависят от количества ответов и сложности задания. Количество баллов за правильный ответ указано в каждом вопросе.
- Отмечайте свои ответы четко. Избегайте исправлений в Листе Ответов.
- **ЗАМЕЧАНИЕ:** Некоторые вопросы могут быть отмечены “Skipped” / “Deleted”. НЕ УЧИТЫВАЙТЕ эти вопросы. И так, полностью прочитайте вопрос, прежде чем приступить к нему, поскольку формулировка некоторых вопросов может быть продолжена на следующей странице.
- Максимально возможное число баллов **120,5**.
- Ваши Листы Ответов будут собраны по окончании теста.

Удачи Вам!!

Страна: _____

Имя: _____

Отчество: _____

Фамилия: _____

Код студента: _____

БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ (26 баллов)

1. (2+1+2=5 баллов) Бактерия содержит одну копию кольцевой геномной ДНК размером 4×10^6 пар оснований (bp). Используйте величины 3 для π , 6×10^{23} для числа Авогадро и 660 для молекулярной массы 1 пары оснований ДНК. Длина 10 пар оснований в линейной ДНК составляет 3,4

нм. Формула объема шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, где R – радиус шара.

- a. Если диаметр этой сферической клетки 1 $\mu\text{м}$, то какой будет молярная концентрация ДНК в этой клетке?

Ответ: _____ моль/литр

- b. Если предположить, что конформация ДНК соответствует предложенной Уотсоном и Криком, то какой будет длина бактериальной ДНК, если?

Ответ: _____ метр

- c. Сколько бактериальных клеток необходимо для получения 1 мг ДНК?

Ответ: _____

2. (3 балла) Гладкий эндоплазматический ретикулум (ЭПР) чаще всего связывают со следующими функциями:

- I. Синтез липидов
- II. Детоксикация лекарств
- III. Хранение Ca^{++}
- IV. Глюконеогенез

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку таблицы и укажите функцию/и ЭПР, если он присутствует в значительной степени, выбирая из вариантов I – IV.

	Орган/Клетка	ЭПР хорошо развит	ЭПР не развит в значительной степени	Функция/и (если хорошо развит)
a.	Надпочечники			
b.	Сальные железы			
c.	Кишечные ворсинки			
d.	Мышцы			
e.	Печень			
f.	Поджелудочная железа			

3. (2 балла) Существуют различные механизмы, путем которых клетки могут осуществлять запрограммированную клеточную смерть – явление, известное как апоптоз. Один из механизмов приводится в действие химически активными формами кислорода. В нормальном состоянии на поверхности внешней мембраны митохондрий присутствует белок Bcl-2. Другой белок Араф-1 связывает Bcl-2. Активные формы кислорода приводят к тому, что Bcl-2 освобождает Араф-1 и третий белок, Вах, делает проницаемой наружную митохондриальную мембрану, освобождая цитохром с. Освобождаемый цитохром с образует комплекс с Араф-1 и каспазой 9. Этот комплекс последовательно активирует многие протеазы, которые переваривают клеточные белки. В конечном итоге клетка разрушается путем фагоцитоза.

Какой будет судьба клетки, на которую воздействовали активными формами кислорода, в следующих ситуациях? Выберите из представленных на следующей странице вариантов.

Ситуация I: Клетка получает сигнал ингибирования экспрессии белка Араф-1.

1. _____

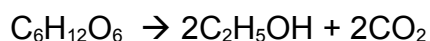
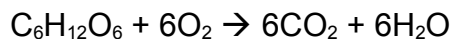
Ситуация II: Клетка экспрессирует низкоаффинный белок Bcl-2. _____

Ситуация III: К клетке добавлен в избытке конкурентный по отношению связывания Bcl-2 ингибитор белка Араf-1. _____

Ситуация IV: К клетке добавлено химическое вещество, которое значительно снижает отношение Вах к Bcl-2. _____

- a. Клетка противостоит апоптозу.
- b. Клетка будет ускоренно двигаться к апоптозу.
- c. Невозможно предсказать судьбу клетки.

4. (3 балла) Стехиометрия аэробного и анаэробного расщепления глюкозы дрожжами следующая:



В эксперименте полная утилизация 0,5 моля глюкозы частично при аэробных и частично при анаэробных условиях привела к образованию 1,8 моля CO_2 .

- a. Определите, какая часть глюкозы была утилизирована аэробно.

Ответ: _____%

- b. Определите Дыхательный Коэффициент, который представляет собой молярное отношение образованного CO_2 к потребленному O_2 .

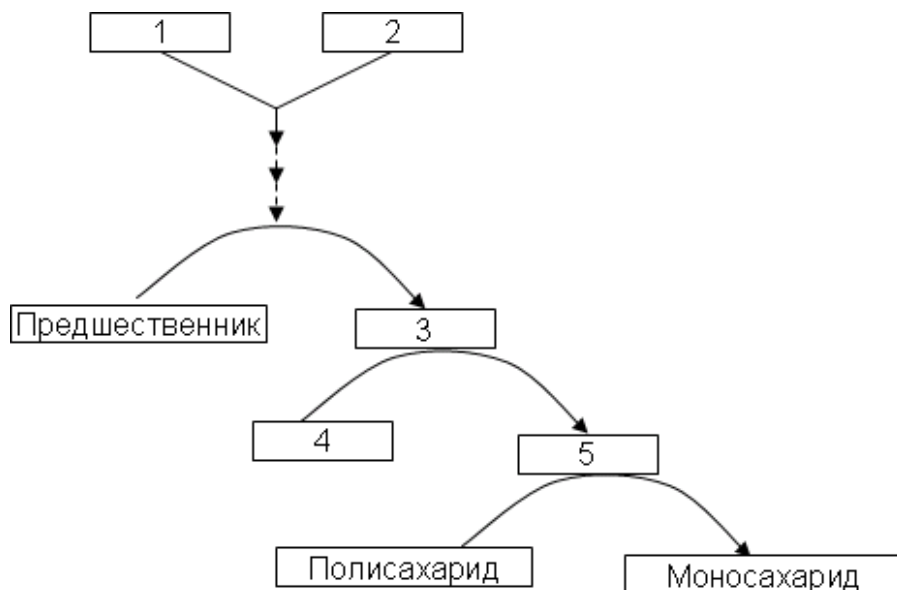
Ответ: _____

5. (2,5 балла) Свежая печень была гомогенизирована в изотонической буферной системе с целью изучения влияния гормона на расщепление полисахарида в ее ткани. Часть этого гомогената была отцентрифугирована для получения прозрачного супернатанта и осадка.

Затем были проведены следующие эксперименты.

Эксперимент	Реакционная смесь	Результат	
		Количество фермента	Активность фермента
I	Гомогенат печени	++++	±
II	Гомогенат печени + гормон	++++	++++
III	Супернатант + гормон	++++	±
IV	Осадок+ гормон	±	±
V	Супернатант + небольшое количество реакционной смеси из эксперимента IV	++++	++++
VI	Супернатант + небольшое количество прогретой реакционной смеси из эксперимента IV	++++	++++
VII	Супернатант + небольшое количество прогретого осадка + гормон	++++	±

Дополните на схеме путь передачи сигнала для расщепления полисахарида.



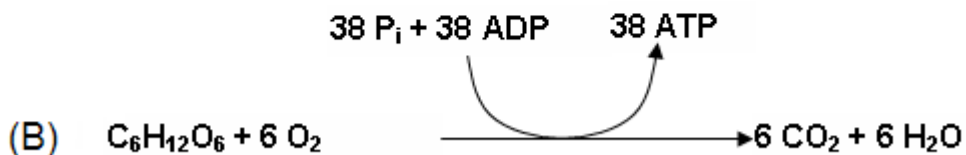
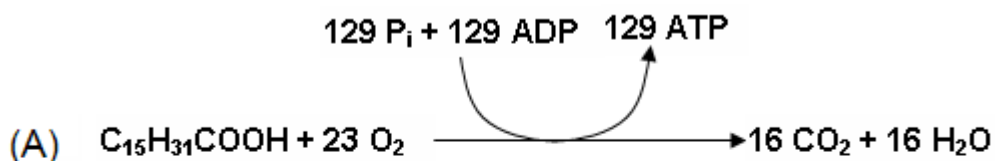
Варианты:

- A. Связанный с мембраной белок
- B. Термостабильная молекула
- C. Неактивный фермент
- D. Активный цитоплазматический фермент
- E. Гормон
- F. Органический ингибитор
- G. Белок температурного шока

Выберите из предоставленных вариантов и внесите соответствующие буквы в таблицу.

1	2	3	4	5

6. (4 балла) Сахара и жирные кислоты - это важные биомолекулы, поставляющие энергию для большинства живых систем. Ниже представленные уравнения показывают утилизацию пальмитиновой кислоты и глюкозы в теле человека :



Дайте ответ на следующие вопросы:

(Атомные веса: H = 1, C = 12 и O = 16)

I. Выход АТФ (в молях) на молекулу кислорода в реакции А : _____

II. Выход АТФ (в молях) на молекулу кислорода в реакции В: _____

III. Выход АТФ (в молях) на грамм источника энергии в реакции А:

IV. Выход АТФ (в молях) на грамм источника энергии в реакции

В: _____

V. (0,5x4=2 балла) На основании приведенных выше реакций, определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными, внося галочку (✓) в соответствующие клетки.

Утверждения:

- a. В условиях умеренной физической нагрузки и избытка кислорода Дыхательный Коэффициент стремится быть меньше 1.
- b. При недостатке кислорода высокоинтенсивные физические упражнения в первую очередь обеспечиваются энергией за счет жиров.
- c. Реакция А представляет процесс приобретения энергии нервной тканью, тогда как реакция В более распространена в скелетных мышцах, принимающих участие в быстрых движениях.
- d. В условиях гипоксии сдвиг метаболизма тканей с окисления жирных кислот на окисление глюкозы будет приводить к более высокому выходу АТФ.

	Верно	Неверно
a.		
b.		
c.		
d.		

7. (1+1+2=4 балла) Лена изучает биологию. Она очищает два фрагмента ДНК длиной 800 и 300 пар оснований. Они были получены из плазмиды после обработки ферментом *Hind*III. Каждый из этих фрагментов несет один сайт узнавания *Eco*RI.

Лена хочет объединить эти фрагменты для получения гена величиной 1,1 kb, как показано на Рисунке 7.1. Она предполагает, что этот ген имеет уникальную последовательность кодирующую белок.

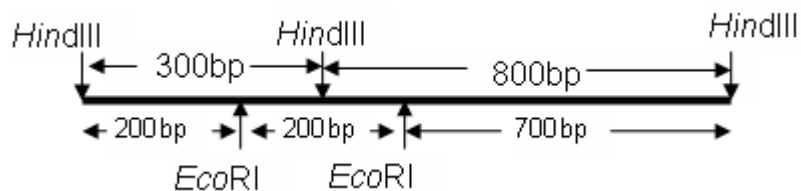


Рисунок 7.1

Далее она смешивает два фрагмента ДНК в подходящем буфере при избытке ДНК-лигазы и инкубирует смесь. Через 30 минут она берет небольшое количество реакционной смеси и помещает на агарозный гель для проведения электрофореза. После анализа результатов она очень удивлена наличием в геле большого числа полос одновременно с ожидаемой полосой 1,1 kb (как показано на Рисунке 7.2)!



Рисунок 7.2

- I. Какое из утверждений может объяснить этот результат?
- a. Используемые для соединения фрагменты не были достаточно очищены.
 - b. Многочисленные полосы на геле свидетельствуют о деградации ДНК в реакционной смеси.
 - c. Наблюдаемый характер распределения полос является результатом соединения случайно выбранных фрагментов.
 - d. ДНК-лигаза не функционировала и, поэтому, это привело к случайному соединению молекул ДНК.

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a	b	c	d

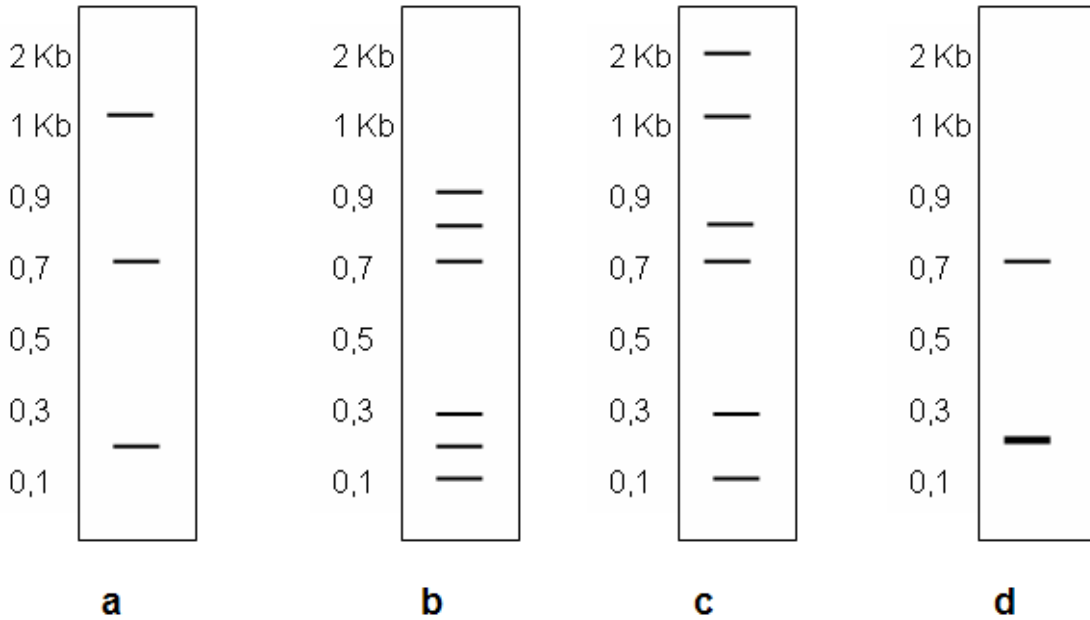
II. Если через 8 часов взять из реакционной смеси вторую пробу, что из следующего можно ожидать?

- a. Более интенсивно окрашенные полосы высокой молекулярной массы.
- b. Более интенсивно окрашенные полосы низкой молекулярной массы.
- c. Большое число молекул различной длины приводящих к смазыванию на геле.
- d. Характер полос останется тем же. Возрастет только интенсивность полос.

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a	b	c	d

III. Лена интересуется фрагментом величиной 1,1 kb, который показан на Рисунке 7.1. Поэтому она элюирует из геля, показанного на Рисунке 7.2, фрагмент величиной 1,1 kb и подвергает часть образца расщеплению при помощи *HindIII*. Она получает ожидаемые две полосы длиной 800 и 300 пар оснований. Для подтверждения рестрикционной карты она подвергает оставшийся образец полному расщеплению при помощи *EcoRI*. Какое распределение полос она получит?

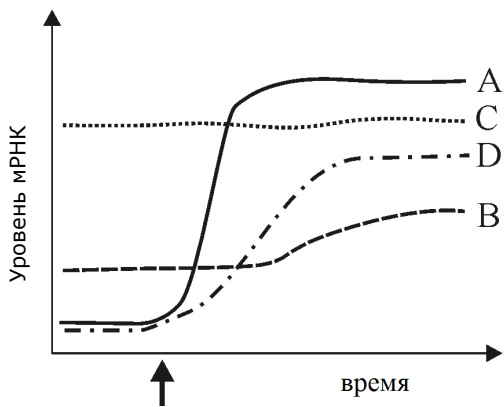
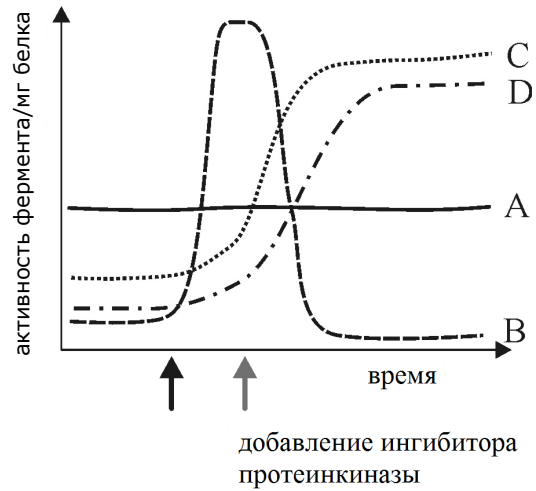
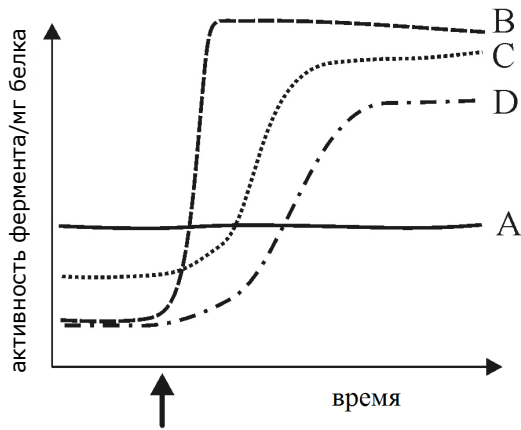
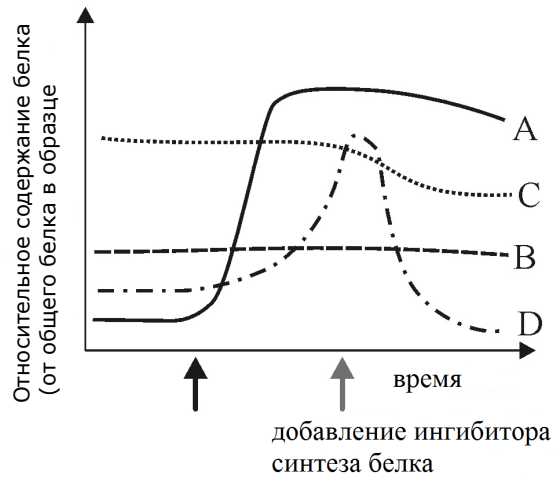
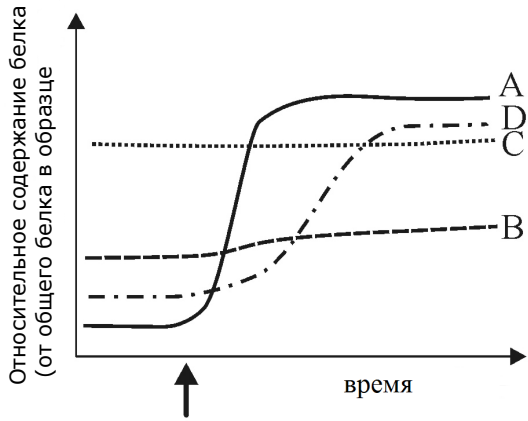


Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a	b	c	d

8. (2,5 балла) Функция белка может регулироваться на различных уровнях.

Путем рассмотрения ниже представленных графиков определите, как регулируется каждый из этих белков (от А до D). Все они являются ферментами, вовлеченными в тот же физиологический процесс, их активность индуцируется одним и тем же веществом и их активность в образце может быть определена специфическим анализом. Стрелками указано обработки для активации фермента.



Соотнесите белки от А до D с их способом/способами регуляции (от I до IV), внося галочку (✓) в соответствующую клетку.

I. Посттрансляционная модификация, но не фосфорилирование

II. Регуляция при транскрипции

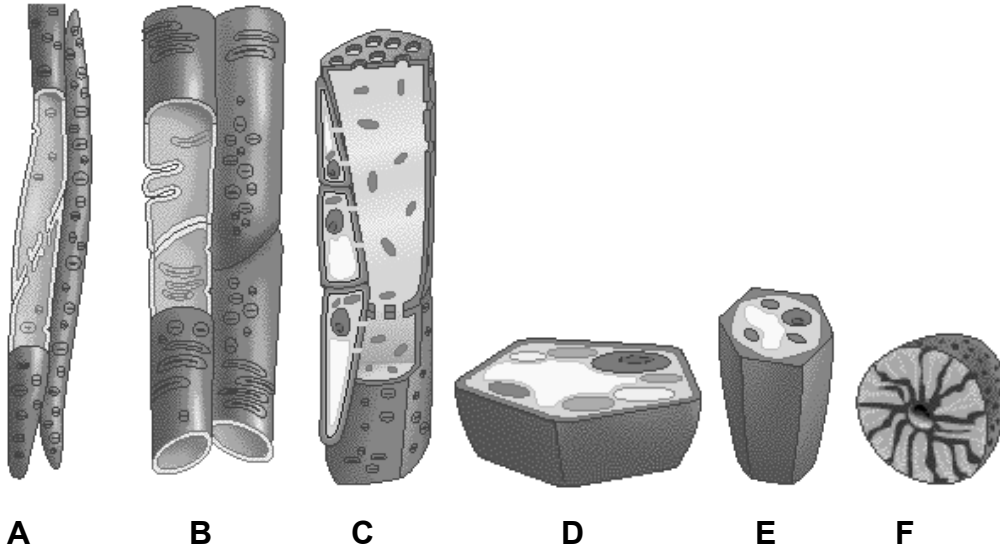
III. Протеосомная деградация и быстрый turnover
(синтез и распад белка)

IV. Фосфорилирование

Белок	Способ регуляции			
	I	II	III	IV
A				
B				
C				
D				

БОТАНИКА (15 баллов)

9. (4 балла) Рассмотрите рисунки растительных тканей/клеток, показанные ниже и заполните пустую колонку таблицы соответствующими буквами.

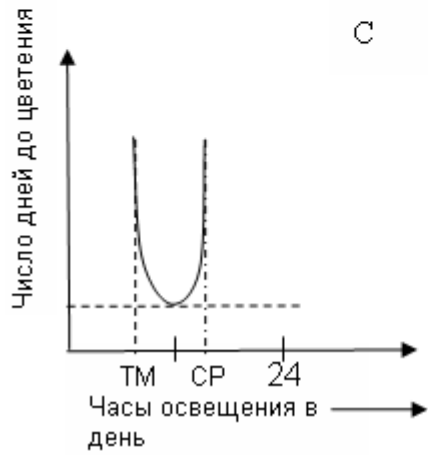
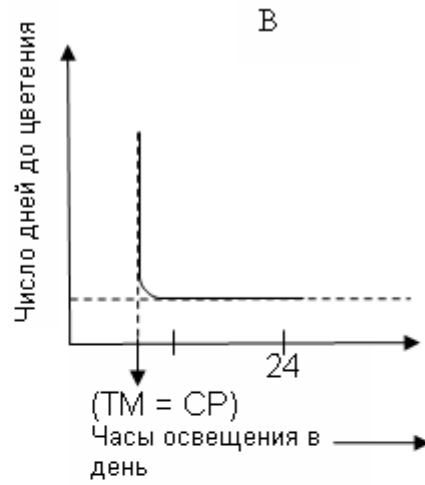
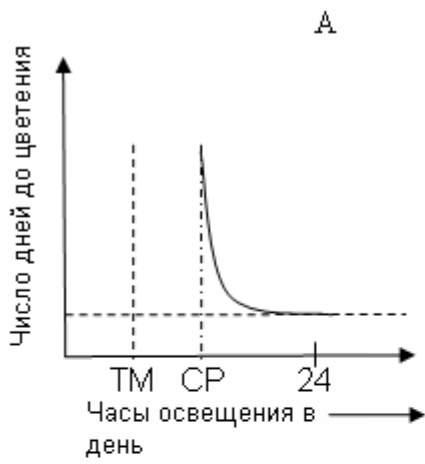


No.		Ответ
I	Клетка/и в функциональном состоянии мертвые.	
II	Можно обнаружить плазмодесмы, ассоциированные с этой/этими клеткой/ами.	
III	Когда вы кушаете картошку, вы едите ткань, образованную этой/этими клеткой/клетками.	
IV	Клетка/клетки, делающие твердыми кожуру ореха.	

10. (1,5 балла) На основании продолжительности освещения, необходимого для цветения, растения могут быть описаны как:

- I. Растения короткого дня
- II. Растения длинного дня
- III. Растения, независимые от длины дня

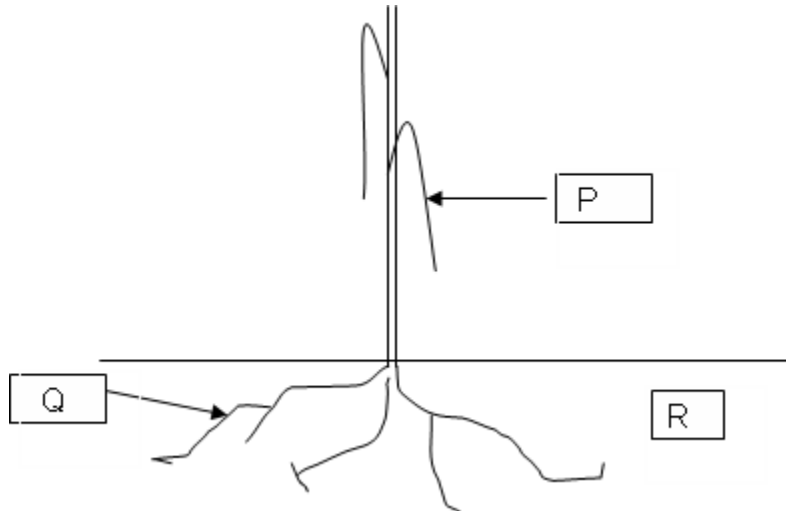
На графиках ниже показано влияние изменения светового периода на цветение у этих трех типов растений. На этих графиках ТМ, или трофический минимум, обозначает минимальный свет, необходимый для образования органического вещества, необходимого для их метаболизма, и СР обозначает критический период для цветения.



Выберите тип растения (I, II или III) для каждого из трех графиков и внесите в таблицу.

График	Тип растения
A	
B	
C	

11. (2 балла) (A) Растение-мезофит посадили в почву с высокой концентрацией солей и полили. Оно завяло. Определите уровни водного потенциала для областей, отмеченных P, Q, и R на схематическом изображении этого растения.



Выберите из представленных ниже вариантов и впишите в таблицу:

-1 атм

-5 атм

-8 атм

Область	Водный потенциал
P	_____ атм
Q	_____ атм
R	_____ атм

(B) Какая из коррективных мер полностью предотвратит увядание этого растения? Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку

- a. Возрастание влажности окружающей среды.
- b. Полив с целью вымыть избыток соли.
- c. Нанесение воска на поверхность листьев.
- d. Помещение растения в тень.

a.	b.	c.	d.

12.(4 балла) В таблице перечислены несколько признаков разных организмов. Поместите галочку (✓) напротив соответствующего организма.

	<i>Chlamydo- monas</i>	Циано- бактерии	Зеленые серные бактерии	Пурпурные серные бактерии
Фототрофный автотроф				
Фотосистема II отсутствует				
Дыхательные ферменты расположены на плазматической мембране				
Хлорофилл а является главным фотосинтети- ческим пигментом				

13.(3,5 балла) Суммарное дыхание (R) молодого растущего растения описывается следующим уравнением:

$$R = 0,27 P + 0,015 W,$$

где P обозначает общее количество образованной за день глюкозы, а W обозначает среднюю массу растения.

Некоторые из перечисленных ниже процессов оказывают влияние на фактор 0,27 в уравнении выше, в то время как другие такого влияния не оказывают.

1. Движение воды внутри клеток
2. Восстановление ионов нитрата (NO_3^-) до ионов аммония (NH_4^+)
3. Поглощение ионов K^+ через плазматическую мембрану клеток эндодермы
4. Поглощение CO_2 клетками палисадной паренхимы
5. Открывание и закрывание устьиц
6. Удлинение полипептидной цепи
7. Абсорбция света хлорофиллом a

Отметьте галочкой (✓) в таблице ниже, какой из процессов влияет или не влияет на фактор 0,27.

Процесс	Влияет	Не влияет
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

ЗООЛОГИЯ (18,5 баллов)

14.(2 балла) Дыхательный объем – это объем воздуха, поступающего в легкие при каждом вдохе, который приблизительно равен объему, выдыхаемому из легких при последующем выдохе при нормальном спокойном дыхании. Обмен газов с кровью происходит в альвеолах легких. В проводящих дыхательных путях (например, трахеях), которые также содержат определенный объем воздуха, обмен не происходит. Объем внутри этих дыхательных путей называется мертвым анатомическим объемом. Таким образом, объем свежего воздуха, поступающего к альвеолам при каждом вздохе, равняется дыхательному объему за вычитанием объема воздуха в мертвом анатомическом пространстве. Общий объем свежего воздуха, поступающего к альвеолам в течение минуты, называется альвеолярной вентиляцией и выражается в мл/мин. Его величина изменяется в зависимости от частоты дыхания.

Рассмотрите гипотетический характер дыхания трех индивидуумов А, В и С:

Индивидуум	Дыхательный объем (мл/вдох)	Частота дыхания (вдохи/мин)	Мертвое анатомическое пространство (мл/вдох)
А	800	12	600
В	500	16	350
С	600	12	200

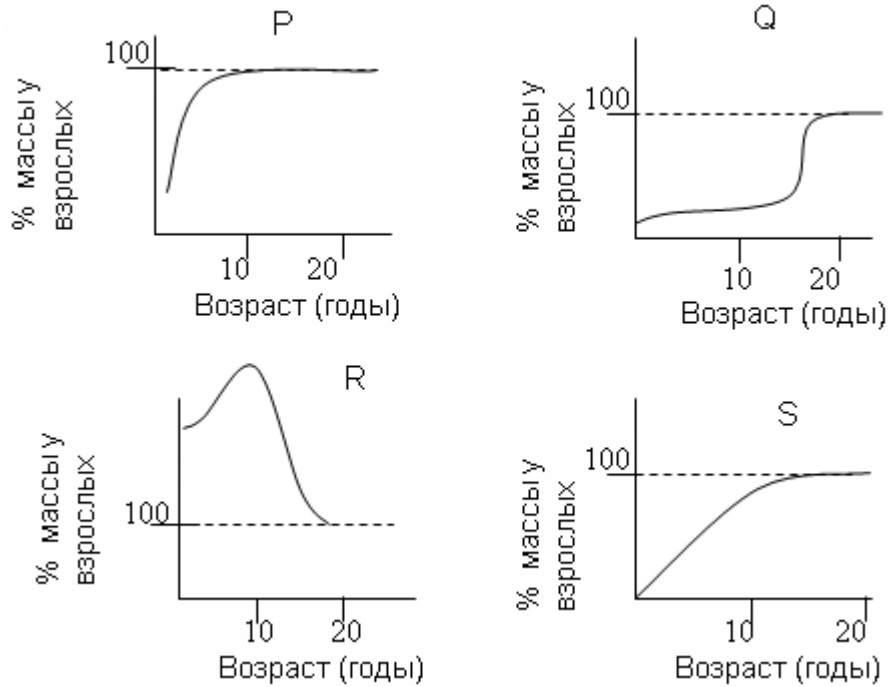
Что из следующего поддерживает правильность утверждения об альвеолярной вентиляции у этих трех индивидуумов?

- a. В обладает значительно большей альвеолярной вентиляцией, чем С.
- b. А обладает значительно большей альвеолярной вентиляцией, чем С.
- c. С обладает значительно большей альвеолярной вентиляцией, чем В.
- d. А обладает значительно большей альвеолярной вентиляцией, чем В.

Отметьте галочкой (✓) правильное/ые утверждение/я в соответствующей клетке таблицы.

a	b	c	d

15. (2 балла) Относительная скорость роста четырех органов человеческого тела показана на следующих графиках.



Выберите соответствующие графикам органы, внося знак (✓) в соответствующую клетку таблицы.

	P	Q	R	S
Печень				
Мозг				
Вилочковая железа				
Половые железы				

16.(2 балла) Ниже представлены несколько утверждений относительно процессы дыхания у позвоночных:

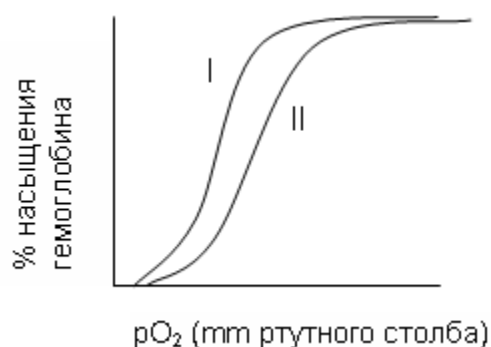
- a. Земноводные используют отрицательное давление для нагнетания воздуха в легкие.
- b. Пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие используют положительное давление для нагнетания воздуха в легкие.
- c. Легкие земноводных и млекопитающих не полностью вентилируются во время каждого дыхательного цикла.
- d. Легкие птиц полностью вентилируются во время каждого дыхательного цикла.

Отметьте, является ли каждое утверждение верным или неверным, внося галочку (✓) в соответствующую клетку таблицы.

	Верно	Неверно
a.		
b.		
c.		
d.		

17.(2 балла) Графическое изображение зависимости насыщения гемоглобина от pO_2 имеет вид сигмоидальной кривой, которая условно относится к кривой диссоциации кислорода. Многие параметры, такие как pH, pCO_2 , температура и метаболическая активность клетки воздействуют на кривую диссоциации кислорода.

Две таких кривых, I и II, изображены на следующем графике



Установите, могут ли кривые представлять набор условий, описанных ниже. Отметьте галочкой (✓) соответствующую клетку в таблице.

Набор	Условия	Верно	Неверно
A	Кривая I. pH крови в норме и Кривая II. Ацидоз		
B	Кривая I. 40°C и Кривая II. 30°C		
C	Кривая I. Гемоглобин слона и Кривая II. Гемоглобин кошки		
D	Кривая I. Гемоглобин плода и Кривая II. Гемоглобин матери		

18. (2 балла) Ниже представлены данные по частоте дыхания, пульсе и температуре тела четырех различных животных А, В, С, и D.

Животные	Частота дыхания (вдох/мин)	Пульс (удар/мин)	Температура тела (°C)
A	160	500	36,5
B	15	40	37,2
C	28	190	38,2
D	8	28	35,9

Рассмотрите эти данные и расположите этих животных в нисходящей последовательности в зависимости от площади поверхности на единицу объема и от общего объема крови внесением соответствующих букв (от А до D) в соответствующие клетки.

Площадь поверхности на единицу объема тела

> > >

Общий объем крови в теле

> > >

19. (5 балла) Для определения природы факторов, принимающих участие в гуморальном иммунитете, были иммунизированы три группы мышей по следующей схеме:

Схема иммунизации

1. Мыши → Изолирована сыворотка (**S1**) после 2 недель
2. Мыши → Введен патоген P → Изолирована сыворотка (**S2**) после 2 недель
3. Мыши → Введен патоген Q → Изолирована сыворотка (**S3**) после 2 недель

Для исследования ответа этих сывороток на патогены P или Q были проведены следующие эксперименты с использованием сывороток из приведенной выше схемы иммунизации:

Номер	Эксперимент
I	Сыворотка S1 → Добавлен патоген P или Q → Нет лизиса патогена P или Q
II	Сыворотка S2 → Добавлен патоген P → Лизис патогена P
III	Сыворотка S3 → Добавлен патоген Q → Лизис патогена Q
IV	Сыворотка S2 → Добавлен патоген Q → Нет лизиса патогена Q
V	Сыворотка S3 → Добавлен патоген P → Нет лизиса патогена P
VI	Сыворотка S2 → Нагрев при 55°C в течение 30 мин → Добавлен патоген P → Нет лизиса патогена P
VII	Сыворотка S3 → Нагрев при 55°C в течение 30 мин. → Добавлен патоген Q → Нет лизиса патогена Q
VIII	Сыворотка S2 → Нагрев при 55°C в течение 30 мин. → Добавлена сыворотка S1 → Добавлен патоген P → Лизис патогена P
IX	Сыворотка S2 → Нагрев при 55°C в течение 30 мин. → Добавлена сыворотка S1, нагрев при 55°C в течение 30 мин. → Добавлен патоген P → Нет лизиса патогена P
X	Сыворотка S2 → Нагрев при 55°C в течение 30 мин. → Добавлена сыворотка S3 → Добавлен патоген P → Лизис патогена P

Дайте ответ на следующие вопросы:

(A) Если сыворотку S3 нагреть при 55°C в течение 30 мин. и смешать с сывороткой S1, какой из следующих патогенов она бы лизировала?

- a. Только P
- b. Только Q
- c. Оба и P и Q
- d. Ни P ни Q

Отметьте галочкой (☑) соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(B) Если сыворотку S2 нагреть при 55°C в течение 30 мин. и смешать с сывороткой S3, то какой из следующих патогенов она бы лизировала?

- a. Только P
- b. Только Q
- c. Оба и P и Q
- d. Ни P ни Q

Отметьте галочкой (☑) соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

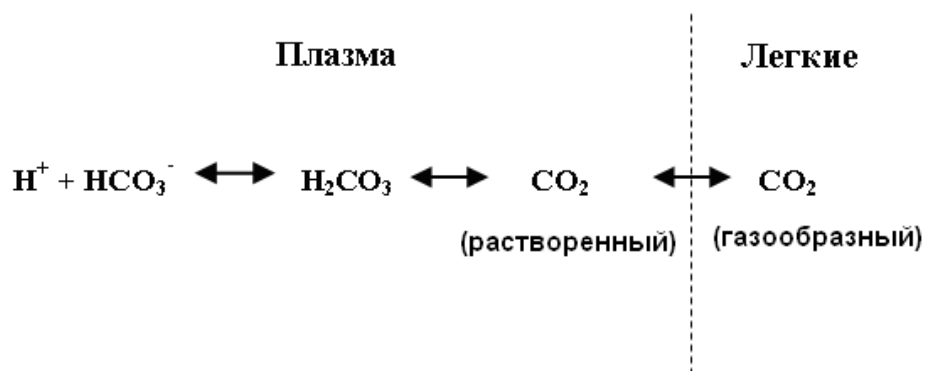
(C) Какое из следующих утверждений об этом эксперименте является ПРАВИЛЬНЫМ или НЕПРАВИЛЬНЫМ?

- a. Для лизиса патогенов требуется только один компонент, который является термолабильным.
- b. Для лизиса патогенов требуется по крайней мере два компонента. Один компонент индуцируется патогеном, тогда как второй не индуцибельный и не специфичный к патогену.
- c. Индуцируемый патогеном компонент является термолабильным, тогда как неспецифический компонент является термостабильным.
- d. Индуцируемый патогеном компонент является термо стабильным, тогда как неспецифический к патогену компонент является термолабильным.
- e. Патоген-специфические компоненты не могут функционировать при одновременном присутствии.
- f. Не специфичный к патогену компонент должен происходить из той же самой мыши, в которой бы индуцировался патоген-специфический компонент.

Отметьте галочкой (☑) соответствующую клетку.

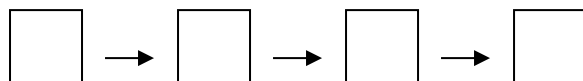
Варианты	Верно	Неверно
a.		
b.		
c.		
d.		
e.		
f.		

20. (3,5 балла) У животных, дышащих кислородом, присутствующие в крови ионы бикарбоната играют важную буферную роль. Различны виды равновесия, которые встречаются в легких и плазме, показаны ниже.



Укажите явления, которые последовательно будут происходить в результате следующих действий, внося в клетки соответствующие номера от I до VI из предложенных вариантов:

A. Человек гипервентилирован из-за быстрого дыхания:



B. Человек выполняет интенсивные физические упражнения:



Варианты:

- I. Снижение концентрации двуокиси углерода в плазме
- II. Снижение уровня бикарбонатов в крови
- III. Ацидоз

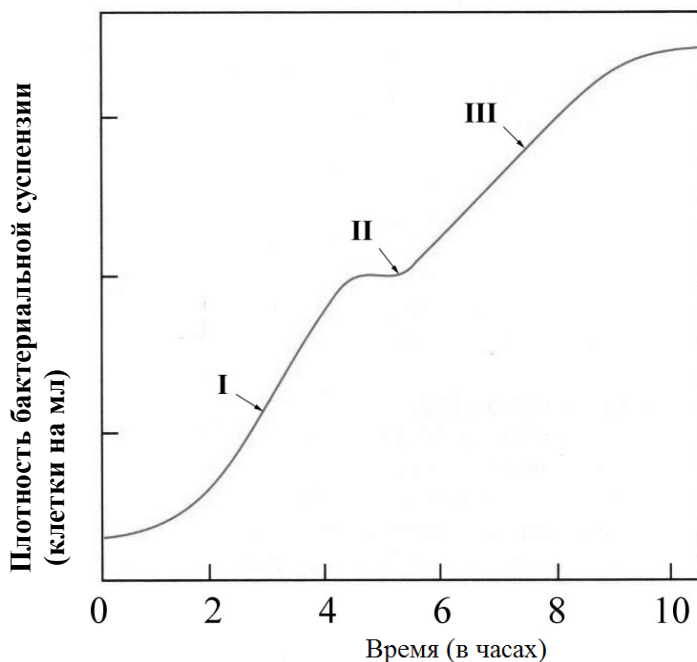
- IV. Возрастание уровня бикарбонатов в крови
- V. Возрастание выдыхания двуокиси углерода
- VI. Алкалоз

ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ (20,5 баллов)

21.(2 балла) Заболевание муковисцидоз - это аутосомный рецессивный признак. Если родители, каждый из которых является носителем этого гена, имеют 3 детей, то какова вероятность того, что двое из них будут фенотипически нормальными, а третий - нет?

Ответ: _____

22. (2 балла) Клетки *E. coli* выращивали на среде, содержащей глюкозу и лактозу. Полученная кривая роста представлена на рисунке ниже.



Отметьте галочкой (✓), какие из перечисленных событий будут преобладать во время трех фаз роста (от I до III).

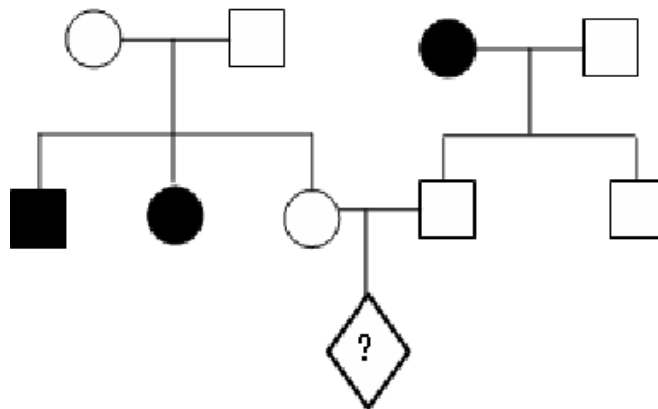
	I	II	III
Гидролиз лактозы β -галактозидазой			
Снижение афинности <i>lac</i> -репрессора к <i>lac</i> -оператору			
Связывание CAP-cAMP комплекса с <i>lac</i> -промотором			
Потребление глюкозы			

23. (2 балла) В небольшой племенной популяции частота двух аллелей A и a в определенном локусе составляла 0,3 и 0,7, соответственно. Однако, не все особи с генотипом aa доживали до репродуктивного возраста и относительная приспособленность этого генотипа составляла 0,5. Остальные генотипы имели относительную приспособленность 1.

Каким будет ожидаемый процент гетерозигот среди новорожденных в следующем поколении?

Ответ: _____%

24. (2 балла) Какова вероятность того, что особь, обозначенная на ниже предоставленной родословной фигурой \diamond , будет предрасположенной к заболеванию:



- | | | | |
|---|---|---|---|
| ○ | Нормальная женщина | □ | Нормальный мужчина |
| ● | Предрасположенная к заболеванию женщина | ■ | Предрасположенный к заболеванию мужчина |

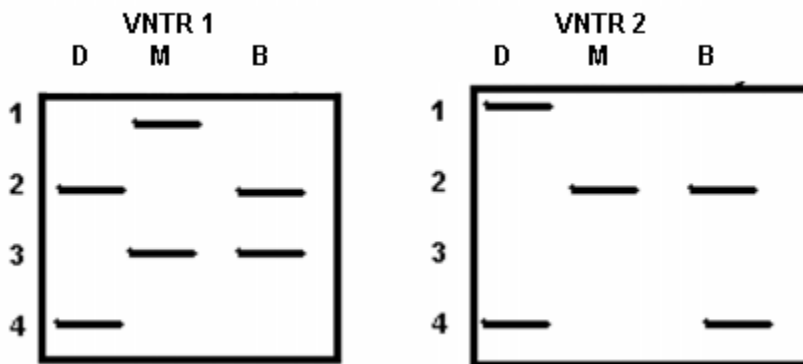
Ответ: _____

25. (2 балла) Какое минимальное число потомков должно быть в потомстве от скрещивания двух гетерозигот (Aa), чтобы вероятность того, что как минимум у одного потомка обнаружится генотип aa , была выше 90%?

Ответ: _____

26. (2 баллов) Известная личность выступала ответчиком в судебном разбирательстве в деле об отцовстве. Ответчик (обозначенный на автордиограмме D), мать (обозначенная M), и младенец (обозначенный B) были типизированы по двум локусам VNTR1 и VNTR2, как показано на автордиограммах ниже.

Каждый из этих VNTR локусов имеет четыре аллеля. В обычной популяции для VNTR1 частота аллелей 1, 2, 3, и 4 составляла 0,2; 0,4; 0,3 и 0,1, соответственно. Для VNTR2, частоты аллелей 1, 2, 3, и 4 составляли 0,1; 0,1; 0,2 и 0,6, соответственно.



a. Указывают ли автордиограммы на то, что D может быть отцом младенца B? Внесите галочку (✓) соответствующую клетку.

Да	Нет
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b. Какова вероятность того, что другой мужчина в обычной популяции мог бы быть отцом младенца B?

Ответ: _____

27.(2 баллов) В некоторых популяциях инбридинг происходит между двоюродными родственниками. Инбридинг приводит к снижению частоты гетерозигот и измеряется при помощи коэффициента инбридинга F , где

$$f_{\text{гетерозигот}}^{\text{наблюдаемых}} = f_{\text{гетерозигот}}^{\text{ожидаемых}} \times (1 - F)$$

Знак f обозначает частоту.

Если $F = 1$ (полный инбридинг), популяция состоит полностью из гомозигот.

В популяции, состоящей из 150 индивидуумов, наблюдаемое число генотипов группы крови MN было: 60 MM , 36 MN , 54 NN .

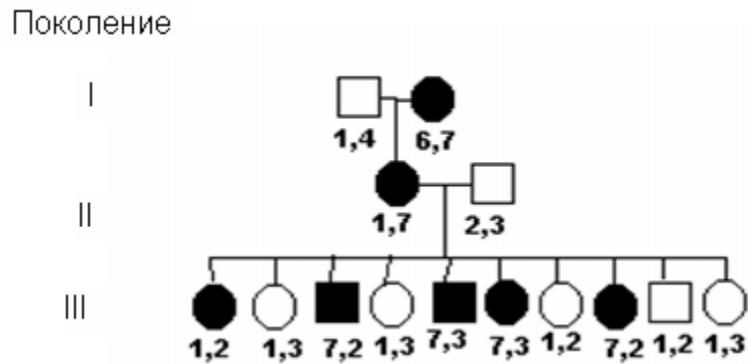
a. Вычислите F .

Ответ: _____

b. Если в другой популяции этого же вида частоты аллелей оставались теми же, но значение F составляло лишь половину от вычисленного в задании a, то какой будет частота гетерозигот (MN), наблюдаемая в этой группе?

Ответ: _____

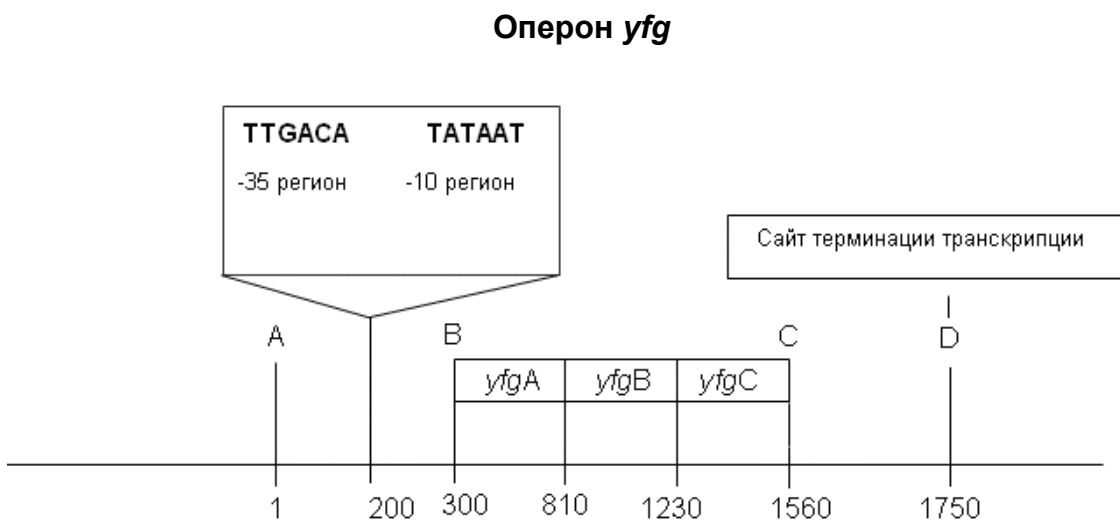
28.(2 балла) На следующей родословной представлен характер наследования заболевания, вызванного аутомсомным доминантным геном:



Каждый член семьи был типизирован по микросателлитному полиморфизму семи аллелей. Основываясь на генотипах в Поколении III, определите частоту рекомбинации между локусами заболевания и микросателлита?

Ответ: _____

29.(2 балла) На представленном ниже рисунке показан участок двуцепочечной ДНК бактерии, содержащий полицистронный оперон с тремя интересующими вас генами (your favorite genes) *yfgA*, *yfgB* и *yfgC*. Положение определенных нуклеотидов около оперона *yfg* по отношению к точке А отмечены на рисунке.



Ответьте на следующие вопросы:

- I. Какое наименьшее ожидаемое число и длина транскрипта(ов) этого оперона?
- a. один транскрипт длиной 1260b
 - b. один транскрипт длиной 1450b
 - c. один транскрипт длиной между 1451b и 1550b
 - d. три транскрипта длиной 330b, 420b и 510b

Внесите галочку (☒) соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

II. На основании рисунка вверху рассчитайте максимальную ожидаемую массу белка YfgA :

_____ kDa

(Средняя масса аминокислот: 110 Da)

30. (2 балла) Расстояние между двумя генами на карте хромосомы можно определить по частоте кроссинговера между ними. В том случае, если кроссинговер затрагивают три гена, то кроссоверные (CO) классы потомства можно классифицировать как результаты

- (i) Единичного кроссинговера I (SCO I),
- (ii) Единичного кроссинговера II (SCO II), и
- (iii) Двойного кроссинговера (DCO).

Двойной кроссинговер требует одновременного прохождения двух кроссинговеров SCO I и SCO II.

Среди потомства анализирующего скрещивания число некроссоверов (NCO) является наиболее высоким, за ним следуют SCO I и II. Наиболее редко встречаются DCO.

Мушка *Drosophila*, гетерозиготная по аллелям p , q , r при скрещивании с гомозиготной рецессивной мушкой дала следующее потомство:

(p^+ , q^+ , и r^+ обозначают дикий тип аллелей, тогда как p , q и r обозначают

Генотип	Число потомков
$p q^+ r$	375
$p^+ q r^+$	355
$p q r$	50
$p^+ q^+ r^+$	45
$p^+ q^+ r$	75
$p q r^+$	85
$p q^+ r^+$	8
$p^+ q r$	7
	Сумма = 1000

Расположенный посередине ген изменил свое положение в классе DCO по сравнению с таковым в классе NCO.

(A) Какой ген в данном скрещивании расположен посередине? Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

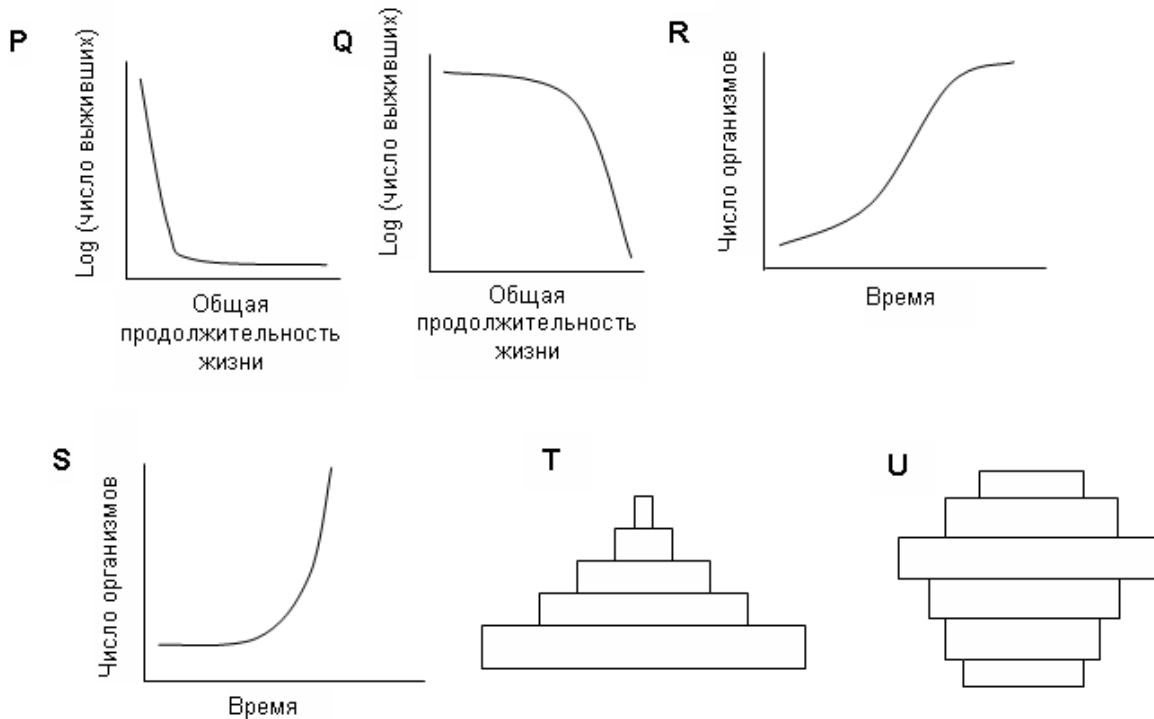
<i>p</i>	
<i>q</i>	
<i>r</i>	

(B) Принимая 1% кроссинговера за одну единицу карты (mu), определите расстояние между *p*, *q*, и *r*.

Расстояние между <i>p</i> и <i>q</i>	_____ mu
Расстояние между <i>p</i> и <i>r</i>	_____ mu
Расстояние между <i>q</i> и <i>r</i>	_____ mu

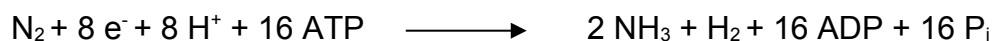
ЭКОЛОГИЯ (16,5 баллов)

31.(1,5 балла) Представьте себе популяцию насекомых с *r*-стратегией размножения в начальной фазе одного сезона. Выберите и вставьте соответствующие буквы в таблицу ниже для кривой роста на этой стадии, кривой выживаемости и имеющейся на данный момент возрастной структуры (из каждой пары графиков), которые представляют эту популяцию.



Кривая роста	Кривая выживаемости	Возрастная структура

32.(3 балла) Азот как компонент минерального питания, оказывает наибольший эффект на рост растений. Атмосфера содержит около 80% газообразного азота (N_2), но, тем не менее, растениям для оптимального роста необходимо добавлять соли аммония или нитраты в качестве удобрений. Некоторые азотфиксирующие бактерии (клубеньковые бактерии, цианобактерии и т.д.) могут превращать атмосферный азот в аммиак, используя нитрогеназу, при помощи следующей реакции:



Такие бактерии могут быть использованы в сельском хозяйстве качестве биоудобрений. В почве аммиак протонируется до аммония (NH_4^+). Последний в свою очередь превращается в нитрат (NO_3^-), а затем в газ N_2 при воздействии нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий соответственно. Растениям азот необходим главным образом в форме нитратов, который транспортируется от корней к надземным частям, превращается в аммиак и ассимилируется в виде аминокислот.

(A) Растения самостоятельно не фиксируют N_2 потому что:

- он легко доступен из почвы.
- они утратили нитрогеназный ферментный комплекс.
- процесс азотфиксации вызывает очень большие затраты АТФ на моль фиксированного N_2 .
- водород, вовлеченный в процесс, вредный для растений.

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(B) Процессы, связанные с превращениями азота в почве в различные химические формы, осуществляемые азотфиксирующими бактериями, нитрифицирующими бактериями и денитрифицирующими бактериями, могут быть соответственно описаны как:

- a. восстановление, окисление и окисление.
- b. восстановление, окисление и восстановление.
- c. восстановление, восстановление и окисление.
- d. окисление, окисление и восстановление.

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(C) Основываясь на представленной информации, установите, какой тип почвенных бактерий НЕ является полезным для растений?

- a. Азотфиксирующие бактерии
- b. Нитрифицирующие бактерии
- c. Денитрифицирующие бактерии

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.

33.(2 балла) Взаимоотношения между представителями разных видов обозначают как межвидовые соотношения. Некоторые из этих взаимоотношений перечислены ниже.

1. Мхи (A), растущие на стволах и ветках деревьев (B).
2. Женская особь бабочки (A), являющаяся единственным опылителем, садится на цветок *Quissa* (B) с комком пыльцы *Quissa*. Она размещает эту пыльцу на рыльце и затем начинает откладывать яйца в некоторые, но не все семяпочки. Развитие ее потомства убивает семена, которыми оно питается. Если убито слишком много семян, растение сбрасывает плод, убивая развивающиеся личинки бабочки.
3. *Wolbachia*, риккетсия-подобная бактерия (A), заражает некоторых насекомых (B). Инфицированные самцы или погибают или развиваются как самки, вызывая нарушения численного соотношения полов в популяции (превосходящая численность женских особей).
4. Некоторые растения (A) привлекают муравьев (B) внецветковыми нектарниками для отпугивания травоядных животных.

Укажите в таблице, получают ли виды (А и В), вовлеченные в каждое из взаимодействий, преимущество (отметьте +), им наносится ущерб (отметьте –) или они не подвергаются воздействию (отметьте 0). Определите также тип взаимодействия, выбрав из предоставленных ниже вариантов от I до VII.

Варианты:

- I. Аменсализм
- II. Комменсализм
- III. Соревнование
- IV. Мутуализм
- V. Паразитизм
- VI. Хищничество

Номер	А	В	Тип взаимодействия
1			
2			
3			
4			

34. (4 баллов) Для описания многих аспектов поведения хищника могут быть применены математические модели.

В простой математической модели принимается, что хищник питается двумя видами жертв, Жертвы 1 и Жертвы 2, и он ловит и съедает каждую жертву, попадающуюся ему. Для такого хищника были установлены следующие переменные T_s , N_1 , N_2 , E_1 , E_2 , T_{H1} , и T_{H2} , определения которых даны ниже:

T_s : Общее время, затраченное на отслеживание обоих видов жертв

N_1 : Число Жертв 1, попадающее за единицу времени

N_2 : Число Жертв 2, попадающее за единицу времени

E_1 : Энергия, получаемая от каждой Жертвы 1

E_2 : Энергия, получаемая от каждой Жертвы 2

T_{H1} : Время обработки для каждой Жертвы 1. Это время включает затраты времени на поимку и съедание жертвы.

T_{H2} : Время обработки для каждой Жертвы 2.

(A) Если жертва поймана, то выгодность (калории, получаемые за единицу времени) каждого вида жертв для хищника выражается соответственно:

a. $\frac{E_1}{T_{H1}}$ и $\frac{E_2}{T_{H2}}$

b. $\frac{E_1}{T_{H1} + T_{H2}}$ и $\frac{E_2}{T_{H1} + T_{H2}}$

c. $\frac{E_1}{N_1 T_{H1}}$ и $\frac{E_2}{N_2 T_{H2}}$

d. $\frac{E_1}{T_{H1} + T_{H2} + T_S}$ и $\frac{E_2}{T_{H1} + T_{H2} + T_S}$

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(B) Общее количество энергии, полученной хищником, составит:

a. $E = (E_1 + E_2) T_S$

b. $E = E_1 N_1 + E_2 N_2$

c. $E = (E_1 N_1 + E_2 N_2) T_S$

d. $E = \frac{E_1 N_1 \times E_2 N_2}{T_S}$

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(C) Общее время (T), затраченное на получение общей энергии E составит:

a. $T = T_S + T_S (N_1 T_{H1} + N_2 T_{H2})$

b. $T = T_S + T_{H1} + T_{H2}$

c. $T = 1 + N_1 T_{H1} + N_2 T_{H2}$

d. $T = T_S + N_1 T_{H1} + N_2 T_{H2}$

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(D) В одном случае были получены следующие данные:

$$T_s = 60 \text{ минут}$$

Жертва 1	Жертва 2
$N_1 = 2/\text{мин}$	$N_2 = 5/\text{мин}$
$T_{H1} = 10 \text{ мин}$	$T_{H2} = 20 \text{ мин}$
$E_1 = 1000 \text{ кал}$	$E_2 = 700 \text{ кал}$

Допуская, что вышеизложенная математическая модель является правильной, какая из следующих гипотез может пользоваться поддержкой?

- Хищник будет специализироваться на Жертве 1, так как это приводит к большему получению энергии.
- Хищник будет специализироваться на Жертве 2, так как это приводит к большему получению энергии.
- Хищник не будет специализироваться на одном определенном виде жертвы, так как комбинация обоих видов Жертвы более выгодна.
- Хищник будет специализироваться на обоих видах жертв, так как каждый из них, вероятно, может отсутствовать в будущем.

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.
----	----	----	----

--	--	--	--

35.(6 баллов) Самка пестрокрылки золотарниковой (*Eurosta solidaginis*) обычно откладывает одно яйцо в почку некоторых растений. После вылупления из яйца личинка прогрызает себе дорогу в почке, образуя при этом опухолообразную структуру, называемую галлой. Личинки внутри таких галл являются привлекательной пищей для многих птиц.

(A) После наблюдения за некоторыми галлами студентка предложила гипотезу, согласно которой птицы предпочтительно выбирают большие галлы по сравнению с меньшими. С целью сбора данных для проверки этой гипотезы, она провела исследование на одном из участков и провела измерения ширины как разрушенных (выеденных птицами) так и не разрушенных галл. Результаты представлены ниже:

Разрушенные галлы		Неразрушенные галлы	
Номер галлы	Ширина (мм)	Номер галлы	Ширина (мм)
1.	12	1.	18
2.	15	2.	15
3.	30	3.	22
4.	20	4.	12
5.	23	5.	20

Вам необходимо проверить правильность этой гипотезы. (Некоторые для этого необходимые статистические формулы, а также коэффициент Стьюдента t и хи-квадрат (χ^2) представлены в **Приложении** в конце Заданий Части В.)

- I. Что из следующего является правильной нулевой гипотезой?
- a. Птицы не выбирают галлы меньшего размера.
 - b. Птицы не выбирают галлы большего размера.
 - c. Птицы не выбирают галлы по размеру.
 - d. Птицы не предпочитают галлы меньшего размера перед таковыми большего размера.

Внесите галочку (\surd) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

- II. Тест, который вам необходимо провести, это:
- a. Тест Стьюдента
 - b. Тест Хи-квадрат
 - c. Оба и тест Стьюдента и тест Хи-квадрат
 - d. Или тест Стьюдента или тест Хи-квадрат

Внесите галочку (\surd) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

III. Степень/и свободы составляет/ют: Ответ: _____

IV. Величина/ы статистики (с точностью до сотых):

Ответ: _____

V. Отметьте правильное объяснение:

- a. При $p < 0,05$ нулевая гипотеза не может быть отклонена.
- b. При $p < 0,05$ нулевая гипотеза может быть отклонена.

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	
b.	

(B) После наблюдения большего количества участков другой студент предложил гипотезу, согласно которой зоны с высокой плотностью галл более подвергаются поеданию, чем таковые с меньшей плотностью. Для подтверждения этой гипотезы он описал шесть зон. Результаты представлены ниже:

Описание галл	Зона I	Зона II	Зона III	Зона IV	Зона V	Зона VI	Всего
Плотность	Высокая	Низкая	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая	
Разрушенные	15	6	10	14	7	8	60
Неразрушенные	5	3	7	8	7	9	39
Всего	20	9	17	22	14	17	99

I. Нулевая гипотеза будет следующей:

- a. Птицы не выбирают галлы в ареалах с низкой плотностью.
- b. Плотность галл не важнее, чем размер галл.
- c. Выбор галл птицами не зависит от плотности галл на участке.
- d. Выбор галл птицами зависит не от размера галл, а от их плотности на участке.

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

II. Для проверки этой гипотезы будет необходим следующий тест:

- a. Тест Стьюдента
- b. Тест Хи-квадрат
- c. Оба и тест Стьюдента и Хи-квадрат
- d. Или тест Стьюдента или Хи-квадрат

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

III. Степень/и свободы: _____

IV. Значение/я статистики (с точностью до сотых): _____

V. На основании полученной вами величины, правильным объяснением является следующее:

- a. При $p < 0,05$ нулевая гипотеза не может быть отклонена.
- b. При $p < 0,05$ нулевая гипотеза может быть отклонена.

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	
b.	

ЭТОЛОГИЯ (11 баллов)

36.(2 балла) В популяции животных жертв большинство индивидуумов одиноки и держатся отдельно друг от друга. Но возникают некоторые типы мутантов, которые разыскивают другие особи, используют их в качестве щита против хищников и отнимают у одиноких типов их преимущества, делая их более заметными для хищников. Прием выигрыш в фитнесе для одинокого индивидуального проживания в популяции, состоящей только из одиноких типов, за P . Но если одинокий индивидуум найден и использован социальным типом, одинокий организм теряет часть фитнеса (V) в пользу социального типа. Таким образом, у социального типа имеются дополнительные затраты C в переводе на время, необходимое для обнаружения одинокого индивидуума и укрывание за ним, и происходящие от возрастания его заметности в результате этого для хищников. Допустим, что при взаимодействии двух социальных типов каждый из них имеет одинаковые шансы спрятаться за другим при нападении хищника. Диаграмма теории игр суммирует эти взаимодействия следующим образом:

Выгода для	В присутствии	
	Одинокого	Социального
Одинокого	P	$P - V$
Социального	$P + V - C$	$P + V/2 - V/2 - C = P - C$

(A) Если V больше чем C , какой поведенческий тип будет преобладать в популяции со временем?

- a. Одинокий
- b. Социальный

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	
b.	

(B) Средняя выгода фитнеса для жертвы

(i) если она вступит в популяцию, полностью состоящую из одиноких типов, и

(ii) если она вступит в популяцию, полностью состоящую из социальных типов, будет соответственно:

- a. $P - V/2 - C/2$, $P + V/2 - C/2$
- b. $P - V/2$, $P + V/2 - C$
- c. $P + V/2 - C/2$, $P - V/2 - C/2$
- d. $P + V/2$, $P - V/2 - C$

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

37. (3 балла) Модели теории игр могут быть позаимствованы у экономистов и во многих случаях применены в экологии поведения с целью выяснения стратегий, которые животные используют в борьбе за ресурсы друг против друга. Например, в игре Ястреб-Голубь, в которой существовало два вида соревнующихся особей, Ястребы и Голуби, с различными стратегиями поведения, Джон Майнард Смит предположил следующие условия:

Победитель	+50
Убыток	-100
Побежденный	0
Демонстрация агрессивности	-10

(A) Будем считать, что

- (a) Ястребы всегда выигрывают у Голубей,
 - (b) Ястребы выигрывают в половине случаев, когда встречаются с другими Ястребами, но терпят убыток в остальной половине случаев,
 - (c) Голуби всегда демонстрируют агрессивность, когда они встречаются с другими Голубями, но побеждают только в половине таких случаев,
 - (d) Голуби никогда не демонстрируют агрессивности перед Ястребами.
- Какова была бы средняя величина выигрыша для атакующего в различных боях, указанных в следующей матрице?

		Оппонент	
		Ястр еб	Голу брь
Атакую щий	Ястр еб		
	Голу брь		

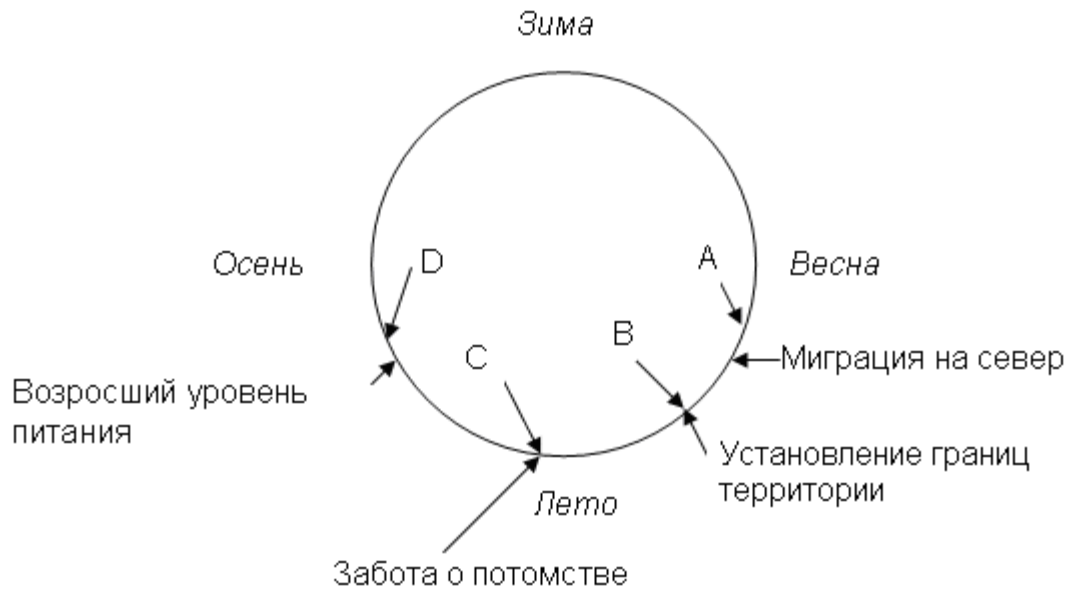
(B) Эволюционно стабильная стратегия (ESS) - это такая стратегия, которая всегда побеждает любую другую стратегию и никакая другая стратегия никогда не может быть успешной в пределах данной популяции. Определите, являются ли следующие утверждения верными или неверными в отношении выигрыша для стратегии Ястреб-Голубь, описанной выше.

- a. Ястреб является ESS, когда все особи в популяции придерживаются этой стратегии. Принятие Ястребом стратегии Голубя никогда не будет успешным.
- b. Голубь является ESS, если все особи в популяции придерживаются этой стратегии. Принятие Голубем стратегии Ястреба никогда не будет успешным.

Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

Утверждение	Верно	Неверно
a.		
b.		

38.(2 балла) Белоголовая воробьиная овсянка, проживающая в климатических условиях умеренных областей, имеет сложный годовой цикл поведения.



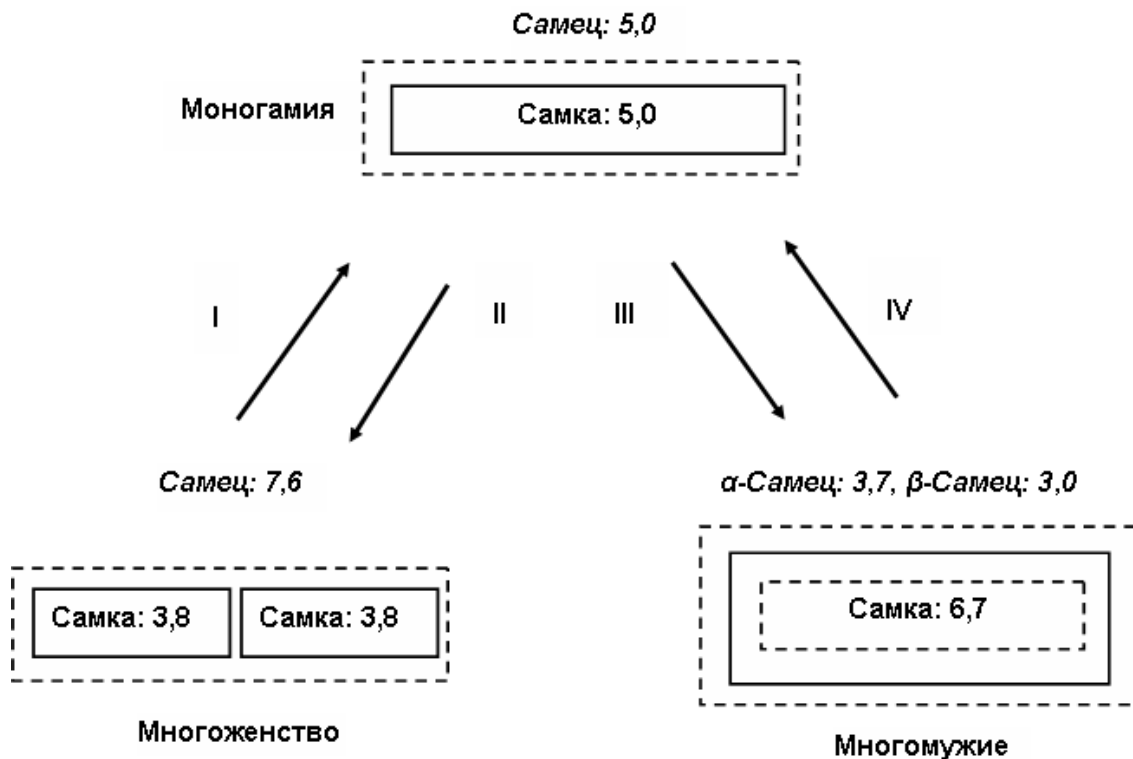
Сопоставьте физиологические изменения (от I до V) этих птиц с соответствующими точками поведенческого цикла (от A до D). Выберите из предоставленных вариантов и внесите соответствующие цифры в таблицу ниже:

Варианты:

- I. Линька
- II. Регрессия половых желез (тканей)
- III. Развитие половых желез (тканей)
- IV. Накопление жира
- V. Зимовка

Точки в поведенческом цикле	Физиологические изменения
A	
B	
C	
D	

39.(4 балла) Лесная завирушка – птица, широко распространенная на Британских островах. Самки этого вида устанавливают территории, представленные на рисунке ниже сплошными линиями, которые могут защищаться одним или двумя (α и β) не родственными самцами (пунктирные линии). Числа на рисунке относятся к среднему количеству потомства, выведенного за сезон самцами и самками в различных комбинациях спаривания. Стрелки указывают направления, в которых поведение самцов и самок поддерживает изменения в системе спаривания.



(A) Определите особей индивидумов, которые будут пытаться изменить систему спаривания в направлениях, показанных стрелками.

- a. I: Самец, II: Самка, III: Самка, IV: β - Самец
- b. I: Самка, II: Самец, III: β - Самец, IV: α - Самец
- c. I: Самка, II: Самец, III: Самка, IV: α - Самец
- d. I: Самец, II: Самка, III: α - Самец, IV: β - Самец

Внесите галочку (\checkmark) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(B) Какие из следующих утверждений правильные?

- I. Преимущество многоженства для мужских особей состоит в возрастании количества пищи, приносимой птенцам двумя самками по сравнению одной.
- II. Недостатком многоженства для женских особей является деление между ними ухода, который оказывает мужская особь, ввиду значимости вклада мужской особи в кормление и, тем самым, выживание птенцов.
- III. Недостаток многожия для женской особи состоит в агрессивности, которая возникает между двумя мужскими особями, спаривающимися с ней.

IV. Издержка многожизия для мужских особей состоит в разделении отцовства.

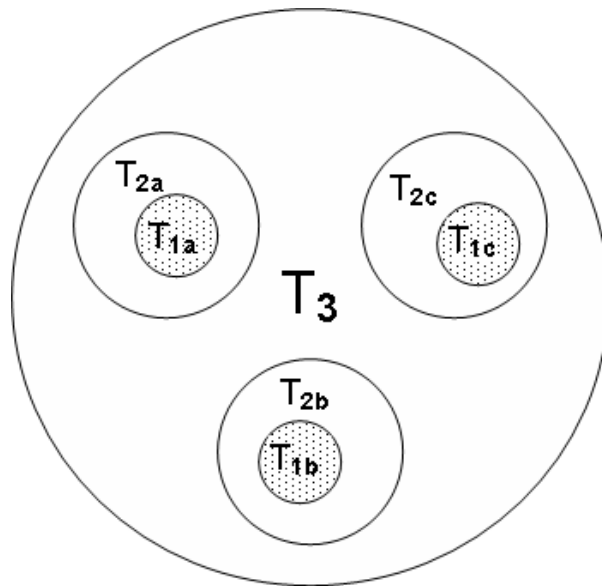
- a. I и II
- b. II и III
- c. I и IV
- d. II и IV

Отметьте галочкой (✓) соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

БИОСИСТЕМАТИКА (13 баллов)

40.(2 балла) Схематическое изображение внизу показывает соотношение группа-в-группе. **Таксон T₃**, представленный наибольшим кругом, включает три **таксона T₂**. Каждый из этих трех **таксонов T₂** включает один **таксон T₁**, представленный кругами, заполненными точками; точки изображают особей.



Определите для каждого круга правильные таксоны из вариантов, представленных ниже, соответственно выше представленной схеме, Дайте ответ, вписывая соответствующий номер в таблицу. **Вопрос будет оцениваться лишь в том случае, если таблица будет полностью правильно заполнена.**

Варианты:

- I. Annelida
- II. Lepidoptera
- III. Polychaeta
- IV. Mollusca
- V. Orthoptera
- VI. Insecta
- VII. Arthropoda
- VIII. Crustacea
- IX. Gastropoda
- X. Arachnida
- XI. *Lumbricus* (дождевой червь)
- XII. *Hirudo* (пиявка)
- XIII. *Gryllus* (сверчок)
- XIV. *Unio* (пресноводный моллюск)
- XV. *Euscorpias* (скорпион)
- XVI. *Daphnia* (дафния)

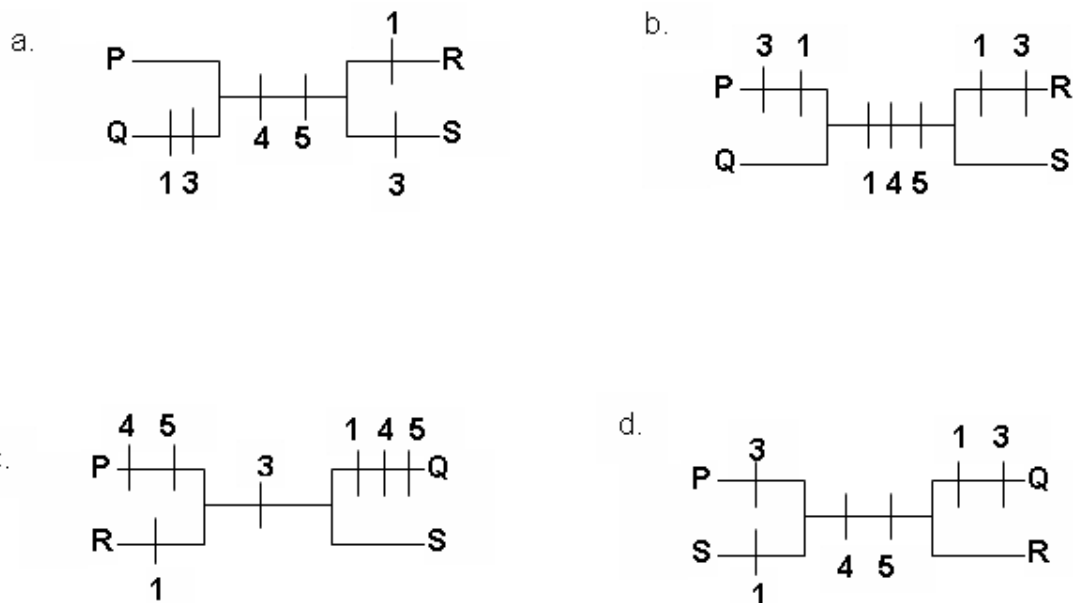
Таксон	Вариант
T3	
T2a	
T1a	
T2b	
T1b	

T2c	
T1c	

41. (2 балла) Известна последовательность сегментов ДНК, содержащих пять нуклеотидов, четырех видов P, Q, R и S.

Вид	Последовательность сайта				
	1	2	3	4	5
P	A	G	T	T	C
Q	C	G	A	T	C
R	C	G	T	A	T
S	A	G	A	A	T

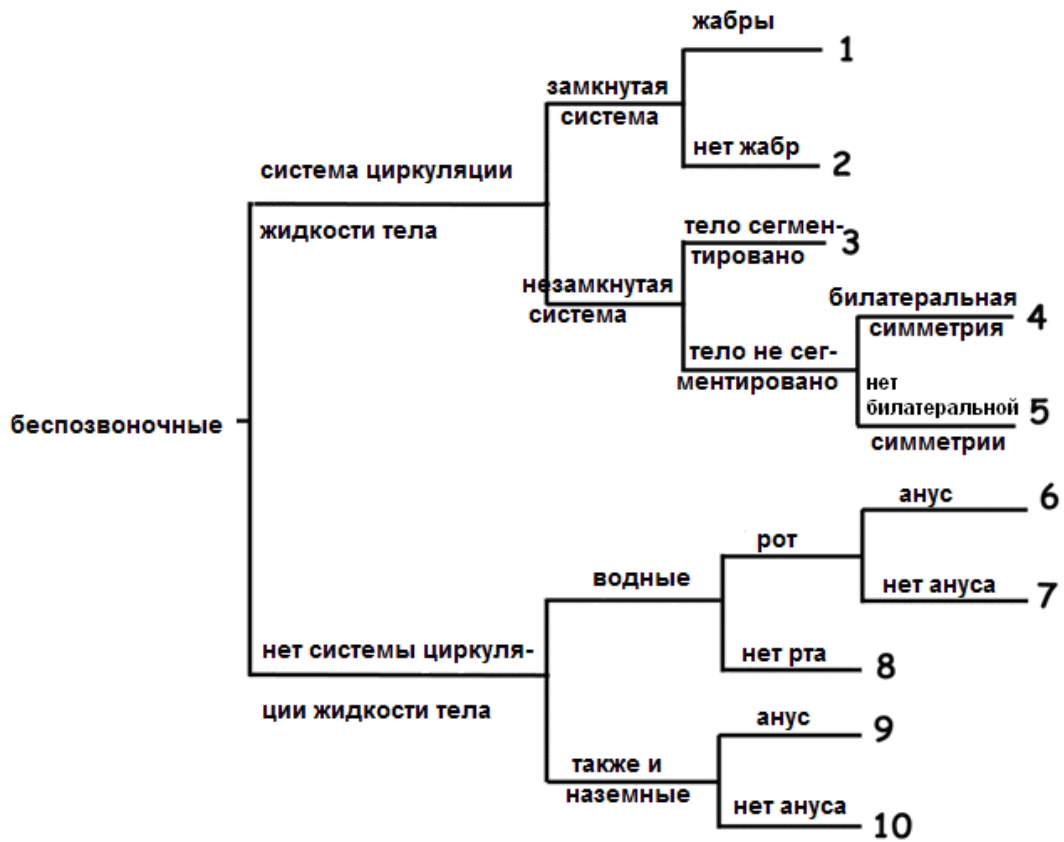
Наиболее правильной филогенетической классификацией этих видов была бы:



Внесите галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

42. (5 баллов) Схема классификации, основанная на некоторых чертах беспозвоночных, представлена ниже:



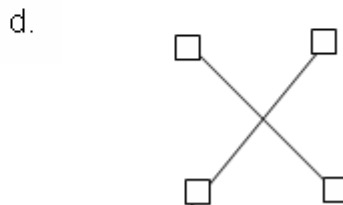
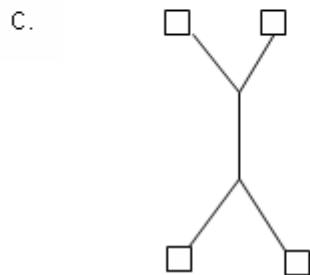
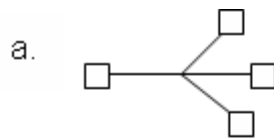
Внесите соответствующие номера из схемы классификации напротив соответствующих групп в таблице ниже:

Группа	Номер	Группа	Номер
Кольчатые черви (дождевые черви)		Моллюски (сухопутные улитки)	
Членистоногие (лангусты)		Моллюски (кальмары)	
Стрекательные (медузы)		Нематоды (круглые черви)	
Иглокожие (морские звезды)		Плоские черви (ленточные черви)	
Моллюски (двустворчатые моллюски)		Губки (губки)	

43.(4 балла) Генетическое расстояние между четырьмя видами представлено в матрице ниже. Числа представляют разницу между каждой парой видов в процентах.

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	5	-	-	-
C	13	14	-	-
D	15	16	6	-

(A) Какая из ниже представленных структур древа наилучшим образом отражает данные матрикса? (На рисунках виды представлены квадратами, а линии представляют взаимоотношения между видами.)



Поставьте галочку (✓) в соответствующую клетку.

a.	b.	c.	d.

(B) Основываясь на ответе, выбранном в предыдущем вопросе, и используя данные, предоставленные в матрице, нарисуйте древо, которое правильно отражает генетическое родство между четырьмя видами, с определением степени родства для каждого ответвления, используя приведенные в пункте А обозначения, а также буквы и цифры, приведенные в матрице. Цифры около линий должны примерно соответствовать генетическому расстоянию между видами.



***** КОНЕЦ ЧАСТИ В *****

ПРИЛОЖЕНИЕ

t тест Стьюдента

t статистика:

1.
$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SE}$$
,

где \bar{X}_1 - среднее в образце 1, \bar{X}_2 - среднее в образце 2 и SE – средняя квадратическая ошибка.

2. $SE =$ Средняя квадратическая ошибка: $SE = \sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}$.

где s – стандартное отклонение и n – количество наблюдений.

Хи-квадрат (χ^2) тест

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

где O = наблюдаемая частота, E = ожидаемая частота

Хи-квадрат вероятность

df	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	85.527	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

Вероятность t-теста Стьюдента

α : One Tail:	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
α : Two Tails:	0.500	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010
df:						
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
50	0.679	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
70	0.678	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648

80	0.678	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639
90	0.677	1.291	1.662	1.987	2.368	2.632
100	0.677	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626



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



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

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

Country:

Student Code: _____

19th INTERNATIONAL BIOLOGY OLYMPIAD

13th – 20th July, 2008

Mumbai, INDIA



THEORETICAL TEST – PART B

Write all answers in the **ANSWER SHEET**.

Dear Participants

- You have a total of 2 hours 30 minutes for answering Part B.
- The questions in Part B may have more than one correct answer. Fill your answers in the **Answer Sheet** for Part B. The marks for the questions in Part B vary depending on the number of answers and the complexity of the question. These marks have been indicated along with the question.
- Mark your answers clearly. Avoid any corrections in the Answer Sheet.
- NOTE: Some of the questions may be marked “Skipped” / “Deleted”. DO NOT attempt these questions. Also, read the question completely before attempting it as some questions may continue from one page to the next.
- The maximum number of points is **120.5**
- Your Answer Sheets will be collected at the end of the examination.

Good Luck!!

Country: _____

First name: _____

Middle name: _____

Family name: _____

Student Code: _____

CELL BIOLOGY (26 points)

In the following questions use a value of 3 for π , 6×10^{23} for Avogadro's number and 660 for the molecular weight of 1 bp of DNA. The volume of a sphere of radius r is $\frac{4}{3}\pi r^3$. 10.5bp of linear DNA has a length of 3.4nm.

All calculations should be done on the question booklet.

1. (2+1+1=5 points) A bacterium has a single copy of a 4×10^6 bp circular genomic DNA.

a. If the diameter of this spherical cell is $1 \mu\text{m}$, what would be the molar concentration of DNA in this cell?

Answer: _____ Molar

Use answer sheet

b. If the DNA assumed a conformation as proposed by Watson and Crick, what would be the linear length of the bacterial DNA?

Answer: _____ metre

Use answer sheet

c. How many bacterial cells one should take to get 1 mg of DNA?

Answer: _____

Use answer sheet

2. (3 points) Smooth endoplasmic reticulum (SER) is mainly concerned with the following functions:

- I. Lipid synthesis
- II. Drug detoxification
- III. Ca⁺⁺ storage
- IV. Gluconeogenesis

Fill in the following table with a tick mark (✓) wherever appropriate and indicate the function/s of SER wherever it is extensively present, by choosing from options I – IV above.

	Organ/Cell	SER extensively present	SER not extensively present	Function/s (if extensively present)
a.	Adrenal gland			
b.	Sebaceous glands			
c.	Intestinal villi			
d.	Muscles			
e.	Liver			
f.	Pancreas			

3. (2 points) There are various mechanisms by which a cell can commit suicide – a phenomenon known as “apoptosis”. One of the mechanisms is triggered by reactive oxygen species. The outer membrane of mitochondria normally expresses a protein Bcl-2 on its surface. Another protein Apaf-1 binds Bcl-2. Reactive oxygen species cause Bcl-2 to release Apaf-1 and a third protein Bax to penetrate the mitochondrial membrane, releasing cytochrome c. The released cytochrome c forms a complex with Apaf-1 and caspase 9. This complex sequentially activates many proteases that digest cellular proteins. Finally, the cell is phagocytosed.

What will be the fate of a cell exposed to reactive oxygen species in the following situations? (Choose from options on the next page)

Situation I: The cell receives a signal for inhibition of expression of Apaf-1 protein. use answer sheet

Situation II: The cell expresses low-affinity Bcl-2 proteins. use answer sheet

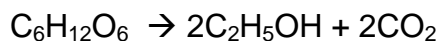
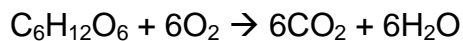
Situation III: A competitive inhibitor of Apaf-1 for Bcl-2 binding is added to the cell in excess quantity. use answer sheet

Situation IV: A chemical which significantly lowers the ratio of Bax to Bcl-2 is added to the cell. use answer sheet

Choose from the following options:

- A. The cell resists apoptosis.
- B. The cell is forced towards apoptosis.
- C. The fate of the cell cannot be predicted.

4. (3 points) The stoichiometry of aerobic and anaerobic degradation of glucose by yeast are as follows:



In an experiment, the complete utilization of 0.5 mol of glucose, partly under aerobic and partly under anaerobic conditions, yielded 1.8 mol of CO_2 .

- a. Calculate the fraction of glucose that is utilized aerobically.

Answer: _____%

use answer sheet

- b. Calculate the Respiratory Quotient, which is defined as the molar ratio of the CO_2 produced to the O_2 utilized.

Answer: _____

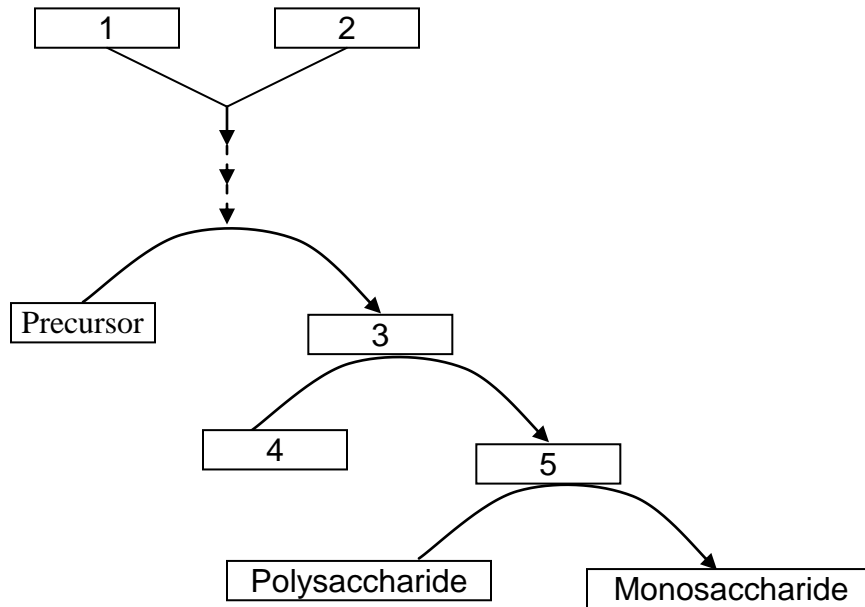
use answer sheet

5. (2.5 points) In order to study the effect of a hormone on the breakdown of a polysaccharide in liver tissue, fresh liver was homogenized in an isotonic buffer system. Part of this homogenate was centrifuged to obtain a clear supernatant and a pellet.

The following experiments were then conducted.

Experiment	Reaction mixture	Result	
		Quantity of enzyme	Activity of enzyme
I	Liver homogenate	++++	±
II	Liver homogenate + hormone	++++	++++
III	Supernatant + hormone	++++	±
IV	Pellet + hormone	±	±
V	Supernatant + small quantity of reaction mixture from Experiment IV	++++	++++
VI	Supernatant + small quantity of heated reaction mixture from Experiment IV	++++	++++
VII	Supernatant + small quantity of heated pellet + hormone	++++	±

Complete the signal transduction pathway for the breakdown of the polysaccharide in the following schematic.



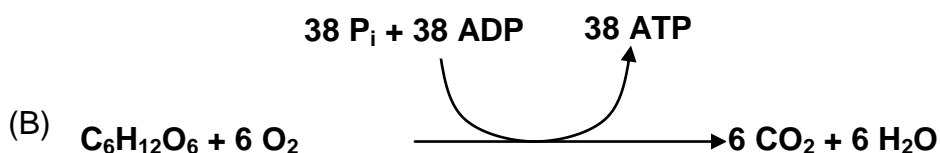
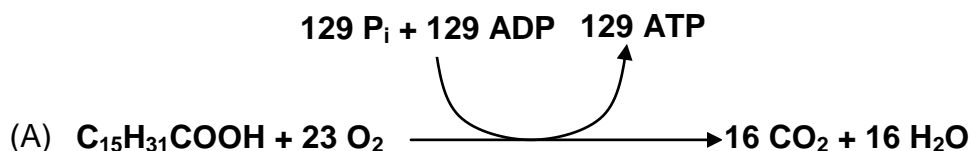
Options:

- A. Membrane-bound protein
- B. Heat-stable molecule
- C. Inactive enzyme
- D. Active cytosolic enzyme
- E. Hormone
- F. Organic inhibitor
- G. Heat shock protein

Fill in the appropriate letters in the table from the options given.

1	2	3	4	5
use answer sheet				

6. (4 points) Sugars and fatty acids are important biomolecules that provide energy to the majority of living systems. The estimated utilization of palmitic acid and glucose in the human body is shown in the equation below:



Answer the following questions:

(Atomic weights of H: 1, C: 12 and O: 16)

- I. ATP yield (in moles) per mole of oxygen in Reaction A : use answer sheet
- II. ATP yield (in moles) per mole of oxygen in Reaction B: use answer sheet
- III. ATP yield (in moles) per gram of fuel in Reaction A: use answer sheet
- IV. ATP yield (in moles) per gram of fuel in Reaction B: use answer sheet
- V. Based on the above reactions, state whether the following statements are true or false by putting tick marks (\checkmark) in the appropriate boxes.

Statements:

- a. Under conditions of mild-intensity exercise and abundance of oxygen, the Respiratory Quotient tends to be < 1 .
- b. High-intensity exercise is primarily fuelled by fat when oxygen concentration is limiting.
- c. Reaction A represents the energy-acquiring process of nervous tissue while Reaction B is more common in skeletal muscles involved in rapid movement.
- d. Under conditions of hypoxia, the shift of tissue metabolism from fatty acid oxidation to glucose oxidation will yield more ATP.

	True	False
a.		
b.		
c.		
d.		

Use answer sheet

7. (1+1+2 = 4 points) Leena is a molecular biology student. She purifies two fragments of DNA, 800 and 300 base pairs long. These were obtained from a plasmid after digesting it with *Hind*III. Each of these fragments has a single *Eco*RI recognition site.

Leena wants to join these two fragments to get a 1.1kb gene as shown in Figure 7.1. She suspects that this gene has a unique protein-coding sequence.

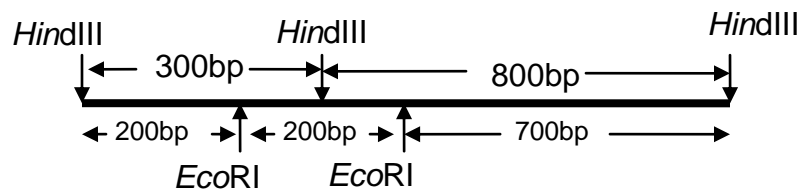


Figure 7.1

She, therefore, mixes the two fragments in the presence of excess DNA ligase in an appropriate buffer and incubates the mixture. She removes an aliquot (a small part of the reaction mixture) after 30 minutes and loads it on an agarose gel to check the results. She is surprised to find many bands along with the expected 1.1kb band (as shown in the figure 7.2, next page) in the gel.

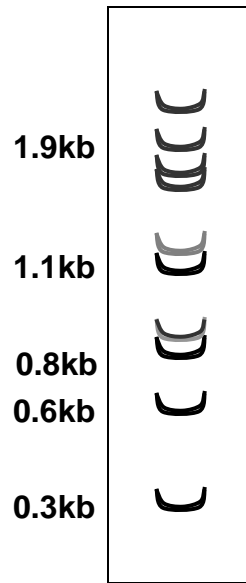


Figure 7.2

- I. Which one of the following statements can explain this result?
- a. The two fragments used for ligation were not sufficiently purified.
 - b. The multiple bands on the gel are due to the degradation of DNA in the reaction mixture.
 - c. The observed band pattern is a result of ligation of randomly-selected fragments.
 - d. DNA ligase did not function, and hence, it led to the random catenation of the DNA molecules.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

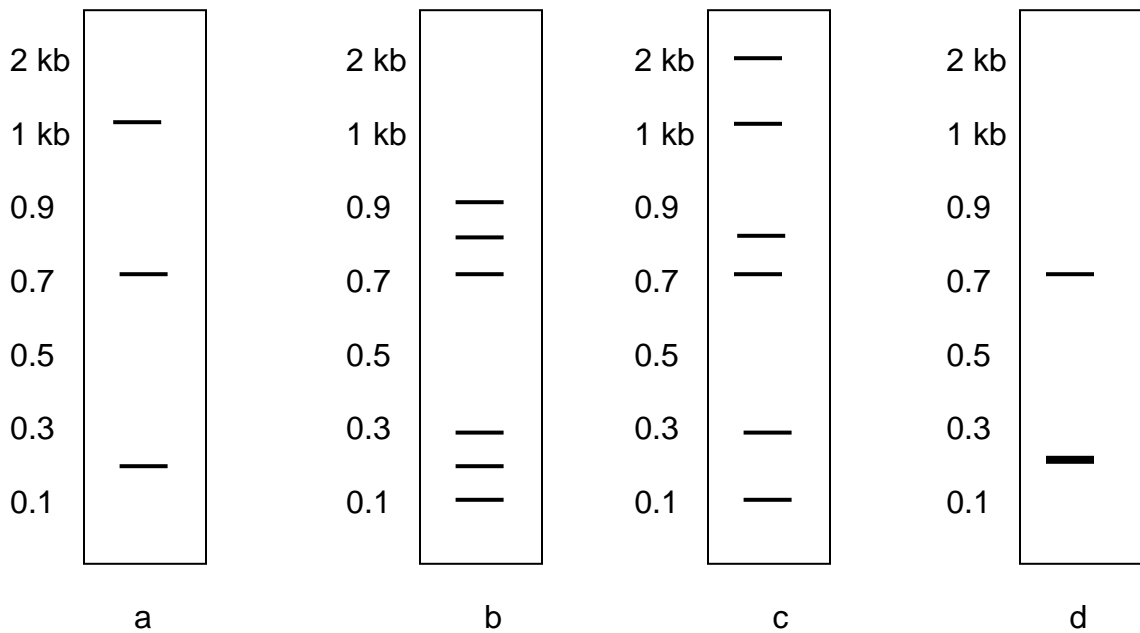
- II. If another aliquot of the reaction mixture is removed after 8 hours, which one of the following would be expected?
- a. Prominent bands of high molecular weight.
 - b. Prominent bands of low molecular weight.
 - c. Large number of molecules of varying lengths leading to a smearing on the gel.
 - d. The gel pattern would remain the same. Only the intensity of bands would increase.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.

use answer sheet

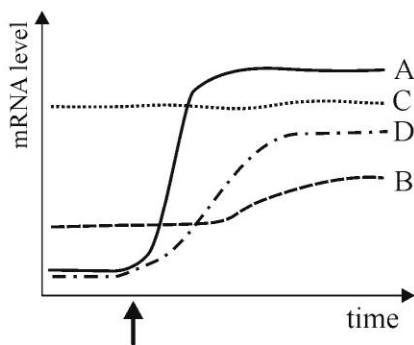
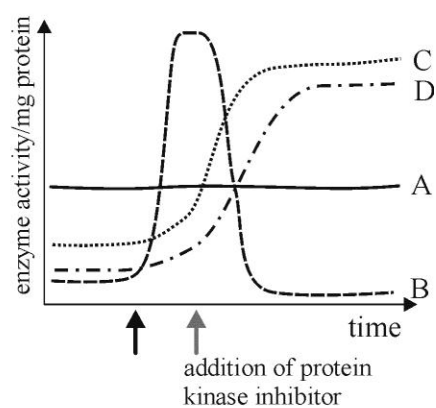
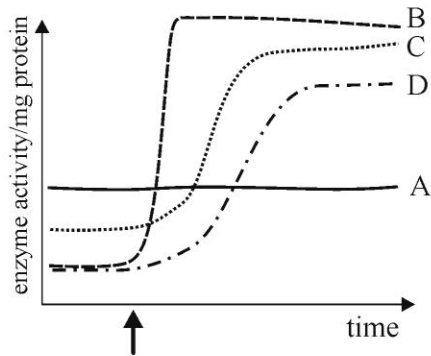
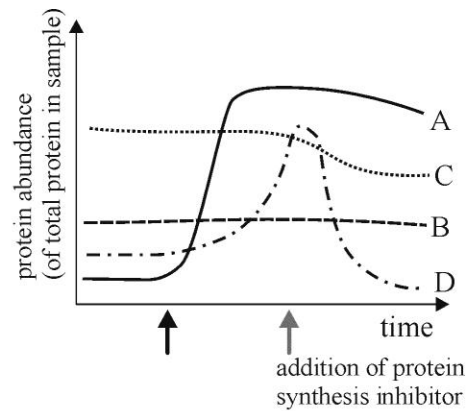
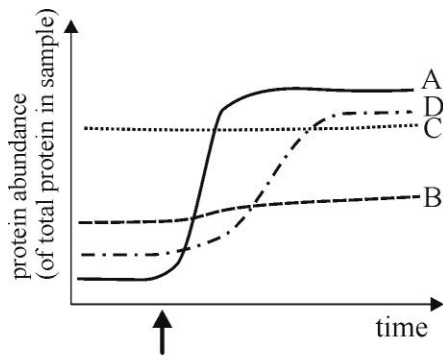
III. Leena is interested in the 1.1kb fragment shown in Figure 7.1. Hence, she elutes the 1.1kb fragment from the gel shown in Figure 7.2 and subjects part of this sample to *Hind*III digestion. She obtains the expected pattern with two bands, 800 and 300 base pairs long. To confirm its restriction map, she subjects the remaining sample to complete *Eco*RI digestion. Which pattern of bands would she obtain?



Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

8. (2.5 points) Protein function can be regulated at many levels. By interpreting the graphs below, find out how each of these proteins (A to D) is regulated. They are all enzymes involved in the same physiological process, their activity is induced by the same treatment and their respective activities in a sample can be measured with specific assays. The arrows indicate the beginning of the activating treatment. See options on next page.



Match the proteins A to D with their mode(s) of regulation (I to IV) by putting tick marks (✓) in the appropriate boxes.

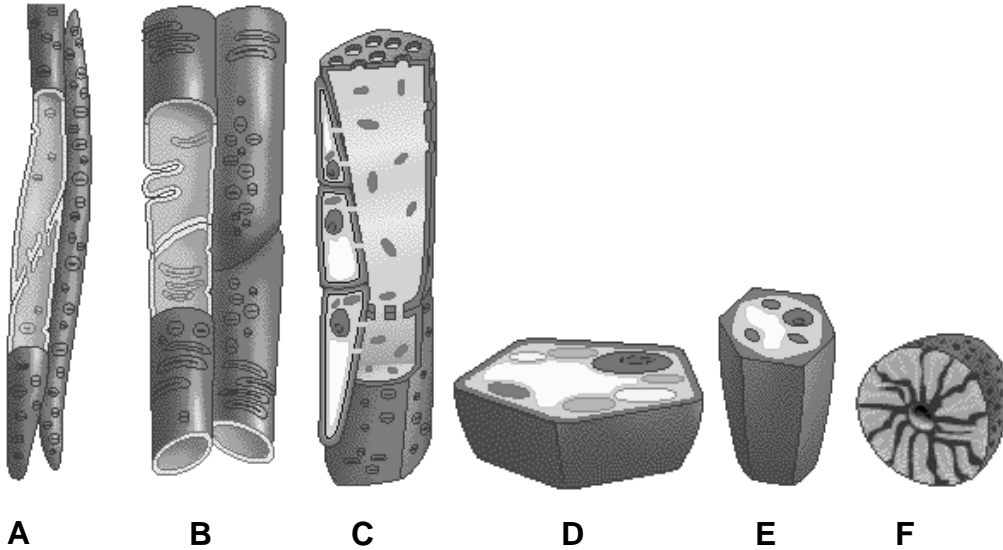
- I. Post-translational modification, but not phosphorylation
- II. Transcriptional regulation
- III. Proteasomal degradation and rapid turnover
- IV. Phosphorylation

Protein	Mode of regulation			
	I	II	III	IV
A				
B				
C				
D				

use answer sheet

PLANT SCIENCES (15 points)

9. (4 points) Study the schematics of the plant tissues/cells shown below and fill in the blank column with appropriate letter/s.

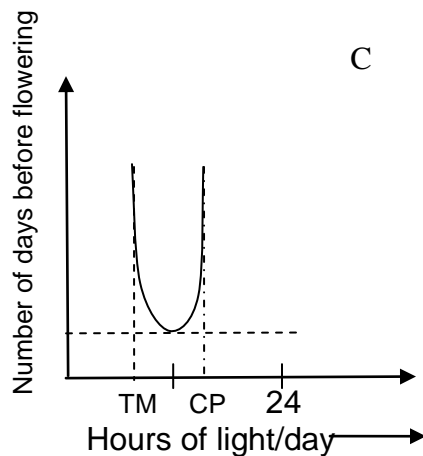
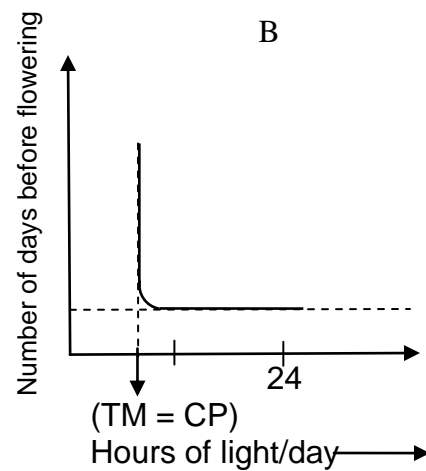
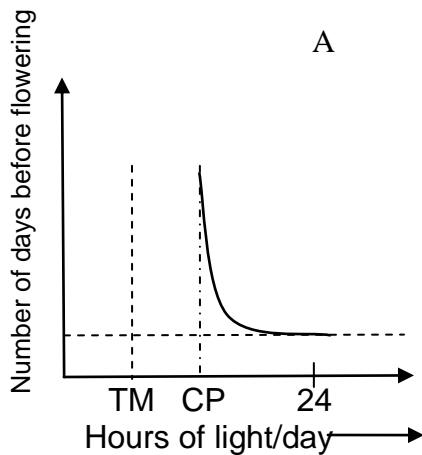


No.		Answer
I	Cell/s that is/are not alive when functional.	
II	Plasmodesmata can be found associated with this/these cell/s.	
III	When you eat potato, you eat the tissue formed of this/these cell/s.	
IV	Cell/s that harden/s the nut skin.	

10. (1.5 points) On the basis of the photoperiod required for flowering, plants can be described as:

- I. Short-day plants
- II. Long-day plants
- III. Day-length indifferent plants

The effect of varying light periods on flowering in these three types of plants is depicted in the graphs below, where TM, trophic minimum, is the minimum light that is required to produce the organic matter indispensable to its metabolism and CP is the critical period for flowering.

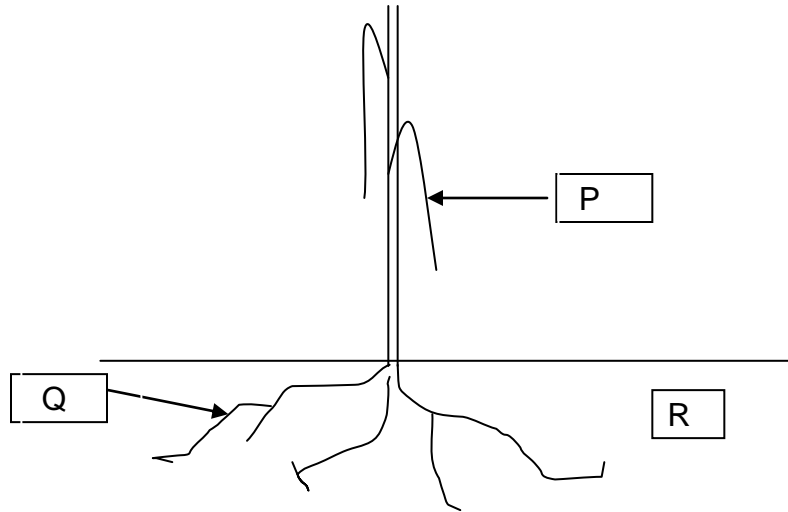


Choose the plant type (I, II or III) for each of the three graphs and fill in the table.

Graph	Plant type
A	
B	
C	

Use answer sheet

11. (2 points) (A) A mesophyte was planted in soil with high salt concentration and watered. It showed wilting. Assign the appropriate values of water potentials to the regions marked P, Q, and R in the schematic representation of this plant.



Choose from the options given below and fill in the table:

- -1 atm
- -5 atm
- -8 atm

Region	Water potential
P	— atm
Q	— atm
R	— atm

(B) Which of the following remedial measures will completely reverse wilting in this plant? Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

- a. Increasing environmental humidity.
- b. Irrigation to flush out the excess salts.
- c. Applying wax on the surface of leaves.
- d. Placing the plant in shade.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

12. (4 points) A few characteristics of some organisms are listed in the table. Put a tick mark (✓) against the appropriate organisms.

	<i>Chlamydomonas</i>	Cyano- bacteria	Green- sulphur bacteria	Purple- sulphur bacteria
Phototrophic autotrophs				
Photosystem II absent				
Respiratory enzymes located on plasma membrane				
Chlorophyll a as the major photosynthetic pigment				

13. (3.5 points) The total respiration (R) of a young growing plant is described by the following expression:

$$R = 0.27 P + 0.015 W,$$

where P is the total amount of glucose produced per day and W is the average mass of the plant.

Of the processes listed below, some influence the factor 0.27 of the above equation whereas the others do not.

1. Movement of water within the cells
2. Reduction of nitrate (NO_3^-) ions to ammonium (NH_4^+) ions
3. Uptake of K^+ ions through the plasma membrane of endodermal cells
4. Uptake of CO_2 in cells of palisade parenchyma
5. Opening and closing of stomata
6. Lengthening of a polypeptide chain
7. Absorption of light by chlorophyll a

Indicate with a tick mark (✓) in the appropriate column in the table below,
which of these processes do or do not affect the factor 0.27.

Process	Does affect	Does not affect
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

use answer sheet

ANIMAL SCIENCES (18 points)

14. (2 points) The tidal volume is defined as the volume of air entering the lungs in a single inspiration (inhalation), which is approximately equal to the volume exhaled during subsequent expiration (exhalation) on normal quiet breathing. Exchange of gases with the blood occurs in the alveoli of lungs. In the conducting airways (e.g. trachea), which also contain a volume of air, no exchange takes place. The space within these airways is called the anatomic dead space. Thus the volume of fresh air entering the alveoli during each inspiration equals the tidal volume minus the volume of air in the anatomic dead space. The total volume of fresh air entering the alveoli per minute is called the alveolar ventilation and is expressed in ml/min; it varies directly with the respiration rate.

Consider the hypothetical breathing patterns of three individuals A, B and C:

Individual	Tidal volume (ml/breath)	Frequency (breaths/min)	Anatomic dead space (ml/breath)
A	800	12	600
B	500	16	350
C	600	12	200

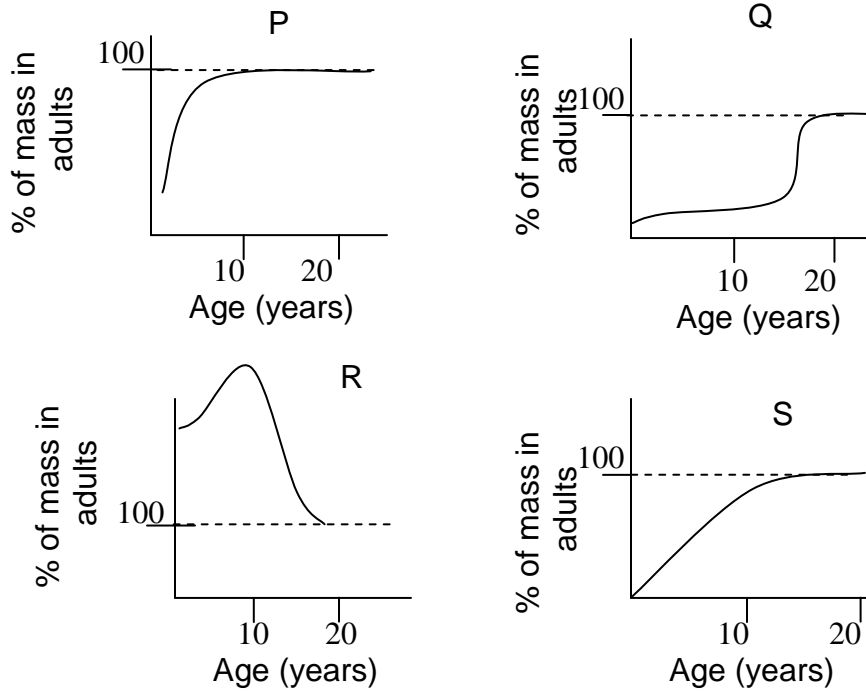
Which of the following holds true about the alveolar ventilation of these three individuals? See options on next page.

- a. B has considerably greater alveolar ventilation than C.
- b. A has considerably greater alveolar ventilation than C.
- c. C has considerably greater alveolar ventilation than B.
- d. A has considerably greater alveolar ventilation than B.

Put a tick mark (✓) for the correct statement(s) in the appropriate box of the table.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

15. (2 points) The relative growth rates of four organs of the human body are shown in the following graphs.



Match the graphs with the organs by putting a tick mark (✓) in the appropriate box of the table.

	P	Q	R	S
Liver				
Brain				
Thymus				
Gonads				

16. (2 points) A few statements regarding the respiratory processes in vertebrates are given below:

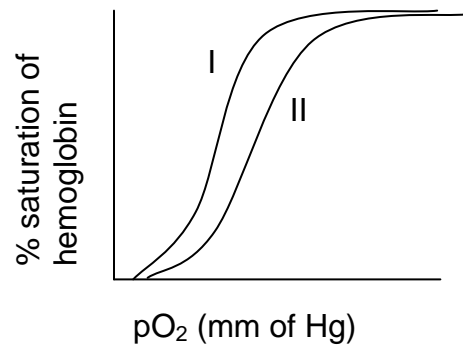
- a. Amphibians use negative pressure to force air into the lungs.
- b. Reptiles, birds, and mammals use positive pressure to force air into the lungs.
- c. Lungs of amphibians and mammals are incompletely ventilated during each breathing cycle.
- d. Lungs of birds are completely ventilated during each breathing cycle.

Mark whether each statement is true or false by putting a tick mark (✓) in the appropriate box of the table.

	True	False
a.		
b.		
c.		
d.		

17. (2 points) The oxygen saturation of hemoglobin when plotted versus pO_2 is sigmoid and this is conventionally referred to as the oxygen dissociation curve. Many parameters such as pH, pCO_2 , temperature, and metabolic activity of the cell affect the oxygen dissociation curve.

Two such curves, I and II, are depicted in the following graph



Determine whether the curves could represent the sets of conditions given below. Put a tick mark (✓) in the appropriate boxes in the table.

Set	Condition	True	False
A	Curve I. Normal blood pH and Curve II. Acidosis		
B	Curve I. 40°C and Curve II. 30°C		
C	Curve I. Elephant hemoglobin and Curve II. Cat hemoglobin		
D	Curve I. Fetal hemoglobin and Curve II. Maternal hemoglobin		

use answer sheet

18. (2 points) Given below are the data on breathing rate, heart rate and body temperature of four different mammals A, B, C, and D.

Animals	Breathing rate (inhalations/min)	Heart rate (beats/min)	Body temperature (°C)
A	160	500	36.5
B	15	40	37.2
C	28	190	38.2
D	8	28	35.9

Study the data and rank these animals in descending order of surface area per unit volume as well as the total volume of blood by filling in the boxes with appropriate letters (A to D).

Surface area per unit volume of the body

> > >

Total volume of blood in the body

> > >

19. (5 points) In order to determine the nature of factors involved in humoral immunity, three groups of mice were immunized according to the scheme below:

Immunization scheme

- | | | |
|-------------------------------------|---|---|
| 1. Mice | → | Isolate serum (S1) after 2 weeks |
| 2. Mice → Immunized with pathogen P | → | Isolate serum (S2) after 2 weeks |
| 3. Mice → Immunized with pathogen Q | → | Isolate serum (S3) after 2 weeks |

Using sera from the above immunization schemes, the following experiments were conducted to test the response of these sera towards pathogens P or Q:

Number	Experiment
I	Serum S1 → Add pathogen P or Q → No lysis of pathogen P or Q
II	Serum S2 → Add pathogen P → Lysis of pathogen P
III	Serum S3 → Add pathogen Q → Lysis of pathogen Q
IV	Serum S2 → Add pathogen Q → No lysis of pathogen Q
V	Serum S3 → Add pathogen P → No lysis of pathogen P
VI	Serum S2 → Heat at 55°C for 30 min → Add pathogen P → No lysis of pathogen P
VII	Serum S3 → Heat at 55°C for 30 min → Add pathogen Q → No lysis of pathogen Q
VIII	Serum S2 → Heat at 55°C for 30 min → Add serum S1 → Add pathogen P → Lysis of pathogen P
IX	Serum S2 → Heat at 55°C for 30 min → Add serum S1 heated at 55°C for 30 min → Add pathogen P → No lysis of pathogen P
X	Serum S2 → Heat at 55°C for 30 min → Add serum S3 → Add pathogen P → Lysis of pathogen P

Answer the following questions:

(A) If serum S3 is heated at 55°C for 30 min, and mixed with serum S1, which of the following pathogen would it lyse?

- a. Only P
- b. Only Q
- c. P and Q both
- d. Neither P nor Q

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(B) If serum S2 is heated at 55°C for 30 min, and mixed with serum S3, which of the following pathogen would it lyse?

- a. Only P
- b. Only Q
- c. P and Q both
- d. Neither P nor Q

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

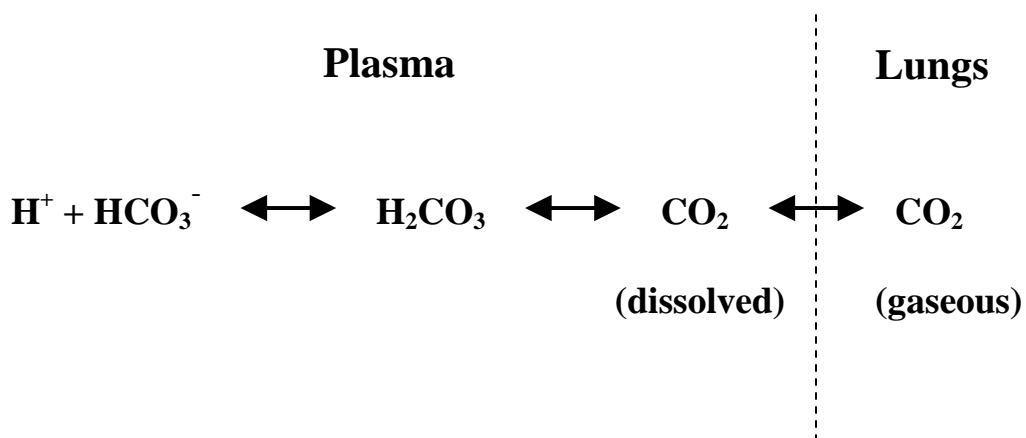
(C) Which of the following statements are TRUE or FALSE for the above experiment?

- a. The lysis of pathogen requires only one component, which is heat-labile.
- b. The lysis of pathogens requires at least two components. One component is induced by the pathogen, while the other is non-inducible and is pathogen non-specific.
- c. The pathogen-induced component is heat-labile whereas the non-specific component is heat-stable.
- d. The pathogen-induced component is heat-stable whereas the non-specific component is heat-labile.
- e. The pathogen-specific components cannot function if present together.
- f. The non-specific component has to be derived from the same mice in which the pathogen-specific component would be induced.

Put a tick mark (✓) in the appropriate boxes.

Options	True	False
a.		
b.		
c.		
d.		
e.		
f.		

20. (3.5 points) In air-breathing animals, bicarbonate ions present in the blood play an important role of buffering. Various equilibria that occur in lungs and plasma are shown below.

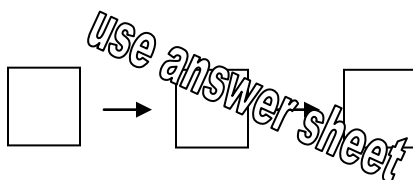


Indicate the events that will occur in sequence as a result of following activities by filling in the boxes with the appropriate numbers I to VI of the options given on the next page:

A. A person is hyperventilating as a result of rapid breathing.



B. A person continues vigorous exercise:



Options:

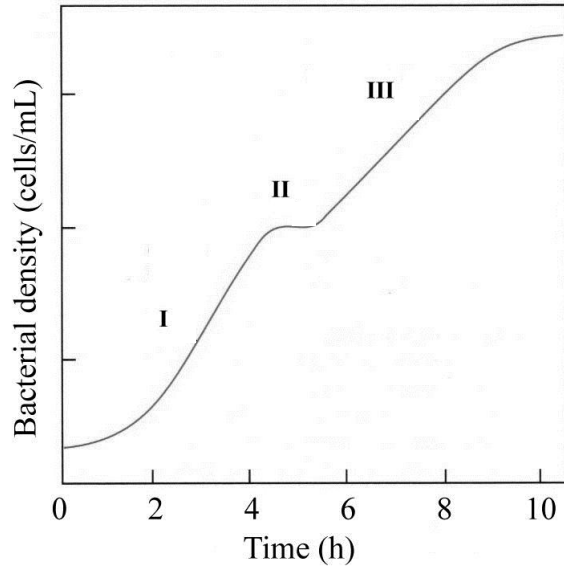
- I. Decrease in plasma carbon dioxide concentration
- II. Decrease in blood bicarbonates
- III. Acidosis
- IV. Increase in blood bicarbonates
- V. Increase in exhalation of carbon dioxide
- VI. Alkalosis

GENETICS AND EVOLUTION (20.5 points)

21. (2 points) Cystic fibrosis is an autosomal recessive trait. If parents who are both carriers for this gene have 3 children, what is the probability that exactly two will be phenotypically normal?

Answer: use answer sheet

22. (2 points) *E. coli* cells were grown in a medium containing glucose and lactose, and a growth curve was obtained which is shown below.



Fill in the table using tick marks (✓) to indicate which of the listed events would predominate during the three phases of growth (I to III).

	I	II	III
Lactose hydrolysis by β -galactosidase			
Reduction of <i>lac</i> repressor's affinity for the <i>lac</i> operator			
Binding of the CAP-cAMP complex to the <i>lac</i> promoter			
Utilization of glucose			


23. (2 points) In a small tribal population, the frequencies of two alleles A and a at a particular locus were 0.3 and 0.7, respectively. However, not all the individuals with genotype aa could live up to the reproductive age and the relative fitness of this genotype was found to be 0.5. The remaining genotypes had a relative fitness of 1.

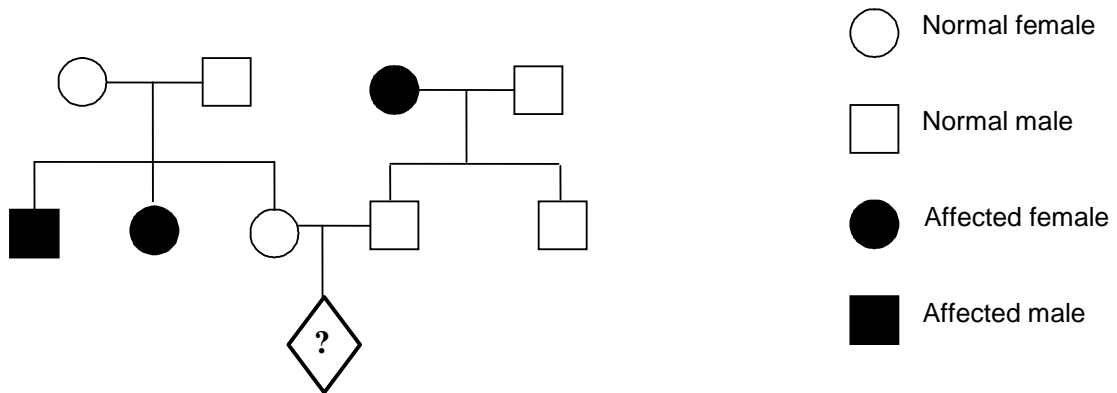
What is the expected percentage of heterozygotes among newborns in the next generation?

Answer: _____%

use answer sheet

24. (2 points) In the following pedigree, the probability that the individual marked

as  will be affected is:

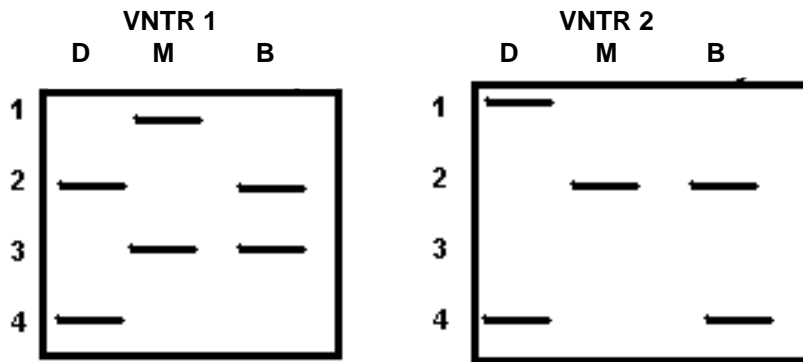


Answer: use answer sheet

25. (2 points) If two heterozygotes (Aa) mate, what is the minimum number of offspring they should have such that the probability of at least one offspring having genotype aa is greater than 90%?

Answer: use answer sheet

26. (2 points) A celebrity has been named in a paternity suit. The defendant (labeled D in the autoradiogram), the mother (labeled M), and the baby (labeled B) have each been typed for two loci VNTR1 and VNTR2, as shown in the autoradiograms below. Each of these VNTR loci has four alleles. For VNTR1, the frequencies of the alleles 1, 2, 3, and 4 in the general population are 0.2, 0.4, 0.3, and 0.1, respectively. For VNTR2, the frequencies of alleles 1, 2, 3, and 4 are 0.1, 0.1, 0.2, and 0.6, respectively.



a. Do the autoradiograms indicate that D could be the father of the baby B?

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

Yes	No

use answer sheet

b. What is the probability that another male in the general population could be the father of the baby B?

Answer: use answer sheet

27. (2 points) In some populations, inbreeding takes place amongst first cousins.

Inbreeding leads to a reduction in the frequency of heterozygotes and is measured as the inbreeding co-efficient, F , where

$$f_{\text{observed}}^{\text{heterozygotes}} = f_{\text{expected}}^{\text{heterozygotes}} \times (1 - F)$$

The symbol f denotes frequency.

If $F = 1$ (complete inbreeding), the population consists entirely of homozygotes.

In a population of 150 individuals, the observed numbers of MN blood group genotypes are: 60 MM , 36 MN , 54 NN .

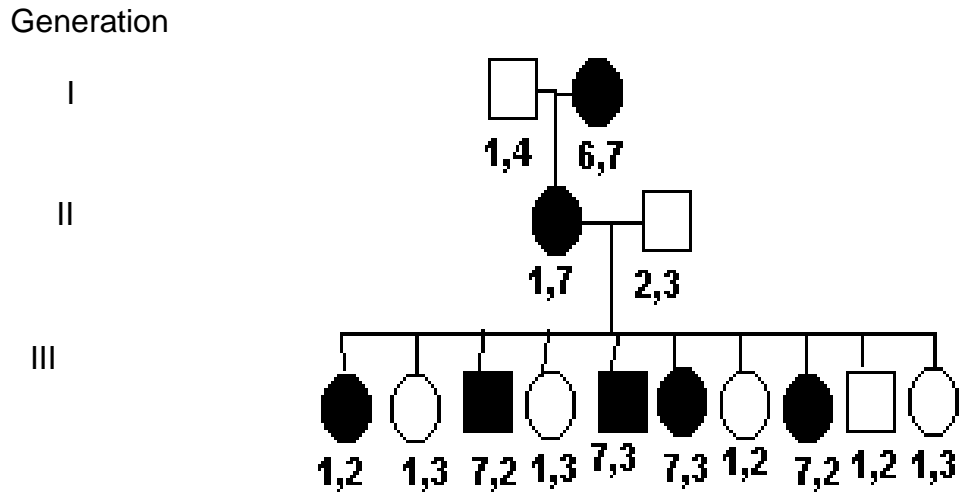
a. Calculate F .

Answer: use answer sheet

b. If, for another population of the same species, the allelic frequencies remain the same but the value of F is half of that calculated in a, what will be the frequency of the heterozygotes (MN) observed in this group?

Answer: use answer sheet

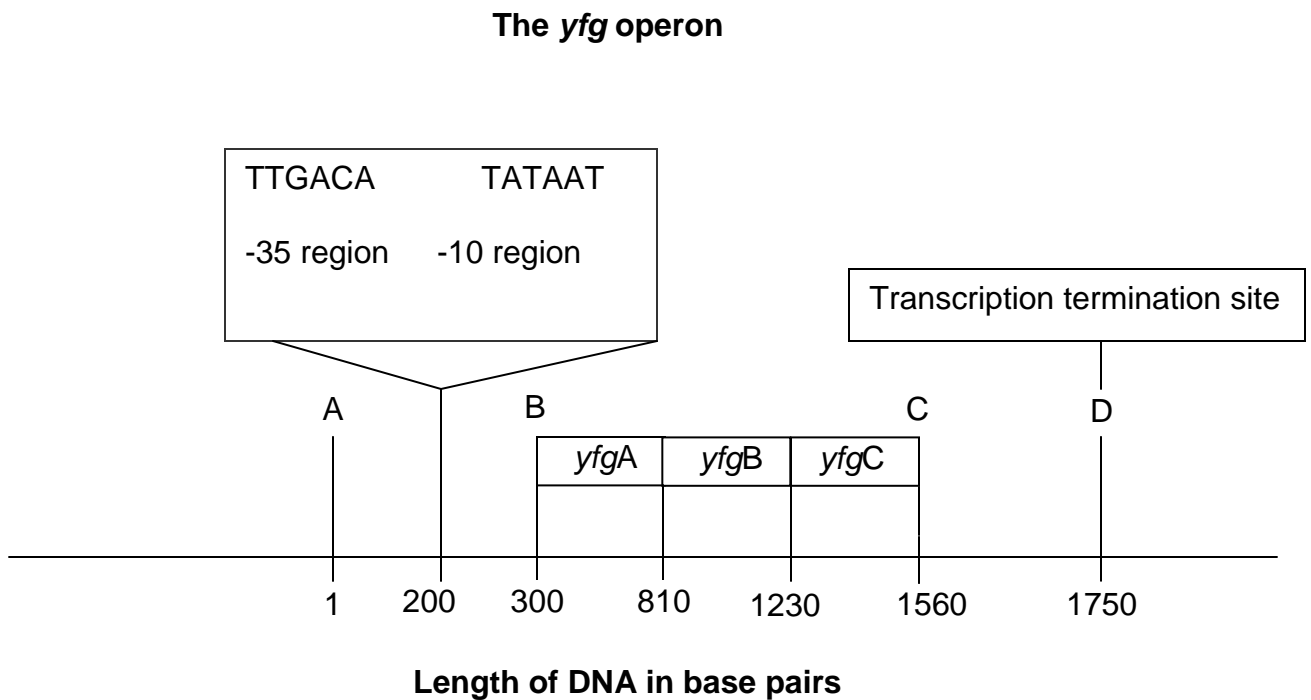
28. (2 points) The transmission pattern of a disease caused by an autosomal dominant gene is shown in the following pedigree:



Each family member has been typed for a seven-allele microsatellite polymorphism. Based on the genotypes in Generation III, calculate the recombination frequency between the disease and microsatellite loci.

Answer: use answer sheet

29. (2 points) The figure given below depicts a region of double stranded DNA, in a bacterium, containing a polycistronic operon with three of your favorite genes *yfgA*, *yfgB* and *yfgC*, as shown. The positions of certain bases in the nucleotide sequence around *yfg* operon, with respect to position A are marked in the figure.



Answer the following questions:

- I. What is the expected minimum number and length of the transcript(s) from this operon?
 - a. A single transcript of 1260b
 - b. A single transcript of 1450b
 - c. A single transcript greater than 1451b but less than 1550b
 - d. Three transcripts of 330b, 420b and 510b

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.

use answer sheet

II. From the above figure, calculate the maximal expected mass of the YfgA protein .

_____ kDa

(assume the mass of an amino acid to be 110 Da)

30. (2.5 points) The map distance between two genes on a chromosome can be calculated using the frequency of crossing over between them. In case of a genetic cross involving three genes, the crossover (CO) classes of progeny can be categorized as

- (i) Single crossover I (SCO I),
- (ii) Single crossover II (SCO II), and
- (iii) Double crossover (DCO).

DCO requires the simultaneous occurrence of the two SCOs.

Among the progeny of a test cross, the number of non-crossovers (NCO) is the highest followed by SCO I and II. The DCO is the least frequent.

A *Drosophila* fly, heterozygous for alleles p , q and r , when crossed with a homozygous recessive fly, had the following progeny:

(p^+ , q^+ , and r^+ indicate wild-type alleles whereas p , q , and r indicate the mutant alleles.)

Genotype	Number of progeny
$p q^+ r$	375
$p^+ q r^+$	355
$p q r$	50
$p^+ q^+ r^+$	45
$p^+ q^+ r$	75
$p q r^+$	85
$p q^+ r^+$	8
$p^+ q r$	7
	Total = 1000

The middle gene is the one that has altered position in the DCO classes compared to that in the NCO classes.

(A) Which is the middle gene in the given cross? Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

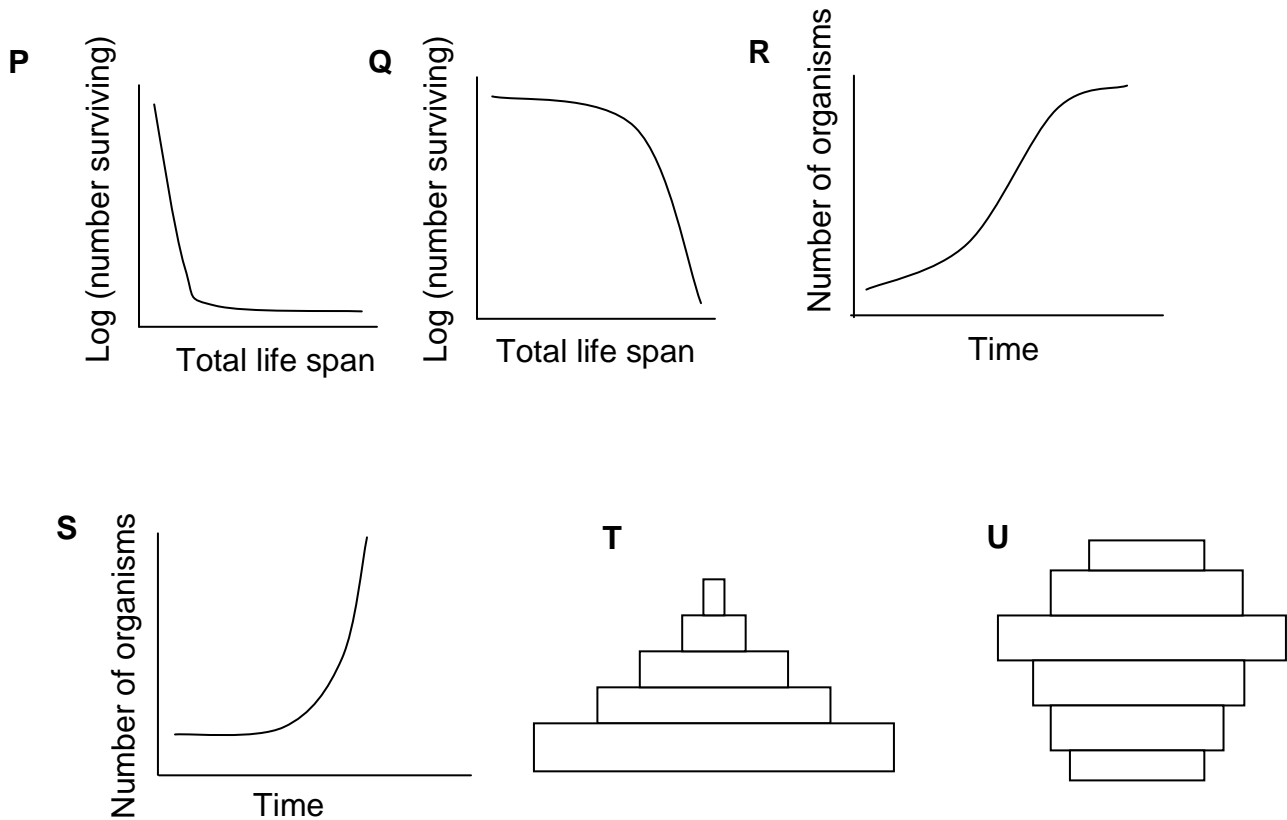
<i>p</i>	use answer sheet
<i>q</i>	
<i>r</i>	

(B) Assuming 1% crossover as one map unit (mu), calculate the distance between *p*, *q*, and *r*.

Distance between <i>p</i> and <i>q</i>	_____ mu
Distance between <i>p</i> and <i>r</i>	_____ mu
Distance between <i>q</i> and <i>r</i>	_____ mu

ECOLOGY (16.5 points)

31. (1.5 points) Consider a population of r-selected insects in the early part of its growth season. Choose the appropriate growth curve at this stage, survivorship curve and current age structure (from each pair of graphs) that represent this population and put the corresponding letter in the boxes below.



Growth Curve	Survivorship Curve	Age structure
	use answer sheet	

32. (3 points) Nitrogen, as a mineral nutrient, has the greatest effect on plant growth. The atmosphere contains nearly 80% nitrogen gas (N₂), yet plants have to be provided with ammonium salts or nitrates as fertilizers for optimum growth and yield. Certain nitrogen-fixing bacteria (rhizobia, cyanobacteria, etc.) can convert atmospheric N₂ into ammonia using nitrogenase by the following reaction:



Such bacteria can be used as biofertilizers in agriculture. In soil, ammonia is protonated to ammonium (NH₄⁺). This, in turn, is converted to nitrate (NO₃⁻) and then to N₂ gas by the action of nitrifying and denitrifying bacteria, respectively. Plants require nitrogen mainly in the form of nitrate, which is exported from roots to shoots, reconverted to ammonium and assimilated as amino acids.

(A) Plants do not themselves fix N₂, because:

- a. it is easily available from the soil.
- b. they lack the nitrogenase enzyme complex.
- c. the process has a very high requirement of ATP per mole of N₂ fixed.
- d. hydrogen evolved in the process is deleterious to plants.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(B) Processes related to nitrogen conversion to different chemical forms in the soil, carried out by the nitrogen-fixing bacteria, nitrifying bacteria and denitrifying bacteria can be, respectively, described as:

- a. reduction, oxidation and oxidation.
- b. reduction, oxidation and reduction.
- c. reduction, reduction and oxidation.
- d. oxidation, oxidation and reduction.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(C) Based on the given information, which type of soil bacteria will NOT be beneficial for plants?

- a. Nitrogen-fixing bacteria
- b. Nitrifying bacteria
- c. Denitrifying bacteria

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.

use answer sheet

33. (2 points) The relationship between members of different species is termed as interspecific relationships. Some such relationships are listed below. -

1. Mosses (A) grow on the trunks and branches of trees (B).
2. A female moth (A), the only pollinator, arrives at a *Yucca* flower (B) with a ball of *Yucca* pollen. She places her pollen ball on the stigma and then lays eggs in some, but not all, of the ovules. Offspring development kills the seeds on which they feed. If too many seeds are killed, the fruit is aborted by the plant, killing the developing moth larva.
3. *Wolbachia*, a rickettsia-like bacterium (A) infects some insects (B). The infected males are either killed or develop as females, leading to distorted sex ratios (female bias) in the population.
4. Certain plants (A) attract ants (B) through extra-floral nectaries to deter herbivores.

Indicate in the table given below whether the species (A and B) involved in each of these are benefited (indicate by +), harmed (indicate by –) or not affected (indicate by 0). Identify also the type of interaction by choosing from the options I to VI given below.

Options:

- I. Amensalism
- II. Commensalism
- III. Competition
- IV. Mutualism
- V. Parasitism
- VI. Predation

Number	A	B	Type of interaction
1.			
2.			
3.			
4.			

Use answer sheet

34. (4 points) Mathematical models can be applied to many aspects of predator behavior.

In a simple mathematical model, it is assumed that a predator can feed on two prey species, Prey1 and Prey2 and that it captures and consumes every prey it encounters. For this predator, the variables T_s , N_1 , N_2 , E_1 , E_2 , T_{H1} , and T_{H2} are defined as follows:

T_s : Total time spent searching for the prey species

N_1 : Number of Prey1 encountered per unit time

N_2 : Number of Prey2 encountered per unit time

E_1 : Energy gained from a single Prey1

E_2 : Energy gained from a single Prey2

T_{H1} : Handling time needed for each Prey1. This includes time required for capturing and consuming the prey.

T_{H2} : Handling time needed for each Prey2

(A) Once a prey has been captured, the profitability (calories gained per unit time) of each prey species for the predator is, respectively:

a. $\frac{E_1}{T_{H1}}$ and $\frac{E_2}{T_{H2}}$

b. $\frac{E_1}{T_{H1} + T_{H2}}$ and $\frac{E_2}{T_{H1} + T_{H2}}$

c. $\frac{E_1}{N_1 T_{H1}}$ and $\frac{E_2}{N_2 T_{H2}}$

d. $\frac{E_1}{T_{H1} + T_{H2} + T_S}$ and $\frac{E_2}{T_{H1} + T_{H2} + T_S}$

Put a tick mark (✓) in the appropriate box

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(B) The total energy gain E for the predator will be:

a. $E = (E_1 + E_2)T_S$

b. $E = E_1N_1 + E_2N_2$

c. $E = (E_1N_1 + E_2N_2)T_S$

d. $E = \frac{E_1N_1 \times E_2N_2}{T_S}$

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(C) The total time (T) spent to gain the total energy E will be:

a. $T = T_S + T_S(N_1T_{H1} + N_2T_{H2})$

b. $T = T_S + T_{H1} + T_{H2}$

c. $T = 1 + N_1T_{H1} + N_2T_{H2}$

d. $T = T_S + N_1T_{H1} + N_2T_{H2}$

Put a tick mark (\surd) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(D) In one situation, the following data were obtained:

$$T_s = 60 \text{ minutes}$$

Prey1	Prey2
$N_1 = 2/\text{min}$	$N_2 = 5/\text{min}$
$T_{H1} = 10 \text{ min}$	$T_{H2} = 20 \text{ min}$
$E_1 = 1000 \text{ cal}$	$E_2 = 700 \text{ cal}$

Which of the following hypotheses does the above mathematical model support?

- The predator should specialize on Prey1 as it leads to a better rate of energy gain.
- The predator should specialize on Prey2 as it leads to a better rate of energy gain.
- The predator should not specialize on one particular prey as a combination of both prey species is more beneficial
- The predator should specialize on both prey species as any one of them may be likely to be unavailable in future.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.

use answer sheet

35. (6 points) A female gall fly (*Eurosta solidaginis*) typically lays a single egg in the bud of some plants. After the egg hatches, the larva burrows its way through the bud and produces a tumor-like structure called a gall. Larvae inside these galls present a very nutritious food source for many birds.

(A) After observing some galls, a student proposed a hypothesis that birds choose larger galls in preference to smaller ones. In order to gather the data to test this hypothesis, she conducted a survey of one such site and measured the widths of disturbed (fed on by the birds) as well as undisturbed galls. The results are as follows:

Disturbed galls		Undisturbed galls	
Gall number	Width (mm)	Gall number	Width (mm)
1.	12	1.	18
2.	15	2.	15
3.	30	3.	22
4.	20	4.	12
5.	23	5.	20

You need to put this hypothesis to test. (Some of the required statistical formulae as well as the Student-t and Chi-square probabilities are provided in the **Appendix** at the end of Part B-Question Paper.)

I. Which of the following is the correct null hypothesis?

- a. The birds do not choose galls of smaller size.
- b. The birds do not choose galls of larger size.
- c. The birds do not choose galls based on size.
- d. The birds do not choose galls of smaller size in preference to larger size.

Put a tick mark (\surd) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

II. The test that you will require to do is:

- a. Student's t test
- b. Chi-square test
- c. Both Student's t test and chi-square test
- d. Either Student's t test or chi-square test

Put a tick mark (\surd) in the appropriate box

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

III. The degree/s of freedom is/are: Answer: use answer sheet

IV. The value/s of the statistic/s (up to two decimal points):

Answer: use answer sheet

V. Mark the correct interpretation:

- a. At $p < 0.05$, the null hypothesis cannot be rejected.
- b. At $p < 0.05$, the null hypothesis is rejected.

Put a tick mark (\checkmark) in the appropriate box

a.	
b.	

Use answer sheet

(B) After observing more sites, another student came up with a hypothesis that patches with high density of galls are foraged more than those with low density. To test this hypothesis, he surveyed six patches. The results are as follows:

Gall description	Site I	Site II	Site III	Site IV	Site V	Site VI	Total
Density	High	Low	High	High	Low	Low	
Foraged	15	6	10	14	7	8	60
Undisturbed	5	3	7	8	7	9	39
Total	20	9	17	22	14	17	99

- I. The null hypothesis will be:
 - a. The birds do not choose galls in less dense areas.
 - b. Density of galls is not more important than the size of the gall.

- c. Choosing of galls by birds is independent of the gall density in the patch.
- d. Choosing of galls by birds is not dependent on the size of galls but on the density of the patch.

Put a tick mark (\surd) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

- II. To test the hypothesis, the test that will be required is:
- a. Student's t test
 - b. Chi-square test
 - c. Both Student's t test and chi-square test
 - d. Either Student's t test or chi-square test

Put a tick mark (\surd) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.

use answer sheet

- III. The degree/s of freedom is/are: use answer sheet

- IV. The value/s of the statistic/s (up to two decimal points):
use answer sheet

V. Based on the value you obtain, the correct interpretation is:

- a. At $p < 0.05$, the null hypothesis cannot be rejected.
- b. At $p < 0.05$, the null hypothesis can be rejected.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	<input type="checkbox"/>
b.	<input type="checkbox"/>

USE ANSWER SHEET

ETHOLOGY (11 points)

36. (2 points) In a population of prey animals, most individuals are solitary and stay well apart from others. But some mutant types arise that search out others, use them as shields against predators and take away fitness from the solitary types by making them more conspicuous to their predators. Let the fitness payoff for a solitary individual living in a population consisting of only solitary types be P . But when a solitary individual is found and used by a social type, the solitary animal loses some fitness (B) to the social type. There is also an additional cost C to being social in terms of the time required to find a solitary individual to hide behind and that arising from the resulting increased conspicuousness to predators. When two social types interact, assume that they each have an equal chance of hiding behind the other when the predator attacks. A game theory diagram summarizes these interactions as follows:

Payoff for	In presence of	
	Solitary	Social
Solitary	P	$P - B$
Social	$P + B - C$	$P + B/2 - B/2 - C = P - C$

(A) If B is greater than C, what behavioral type will predominate in the population over time?

- a. Solitary
- b. Social

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	
b.	

Use answer sheet

(B) The average fitness payoff of a prey

- (i) when it enters a population composed entirely of solitary types and
 - (ii) when it enters a population composed entirely of social types
- would, respectively, be:

- a. $P - B/2 - C/2, P + B/2 - C/2$
- b. $P - B/2, P + B/2 - C$
- c. $P + B/2 - C/2, P - B/2 - C/2$
- d. $P + B/2, P - B/2 - C$

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

37. (3 points) Game theory models have been borrowed from economics and often applied to behavioral ecology in order to understand the strategies that animals use against each other while competing for resources. In a Hawk-Dove game, for example, in which there were two kinds of competing individuals, Hawks and Doves, with different behavioral strategies, John Maynard Smith suggested the following pay-offs:

Winner	+50
Injury	-100
Loser	0
Display	-10

(A) Assuming that (a) Hawks always win against Doves, (b) Hawks win on half the occasions when they meet other Hawks but suffer injury during the other half, (c) Doves always display when they meet other Doves, but win on only half of these occasions, and (d) Doves never display to hawks. What would be the average pay-off to the attacker in different fights as listed in the following matrix?

		Opponent	
		Hawk	Dove
Attacker	Hawk		
	Dove		

use answer sheet

(B) An Evolutionary Stable Strategy (ESS) is one that will always win against any other strategy and no other strategy can be successful within the population. Evaluate whether the following statements are true or false given the pay-offs for the Hawk and Dove strategies listed above.

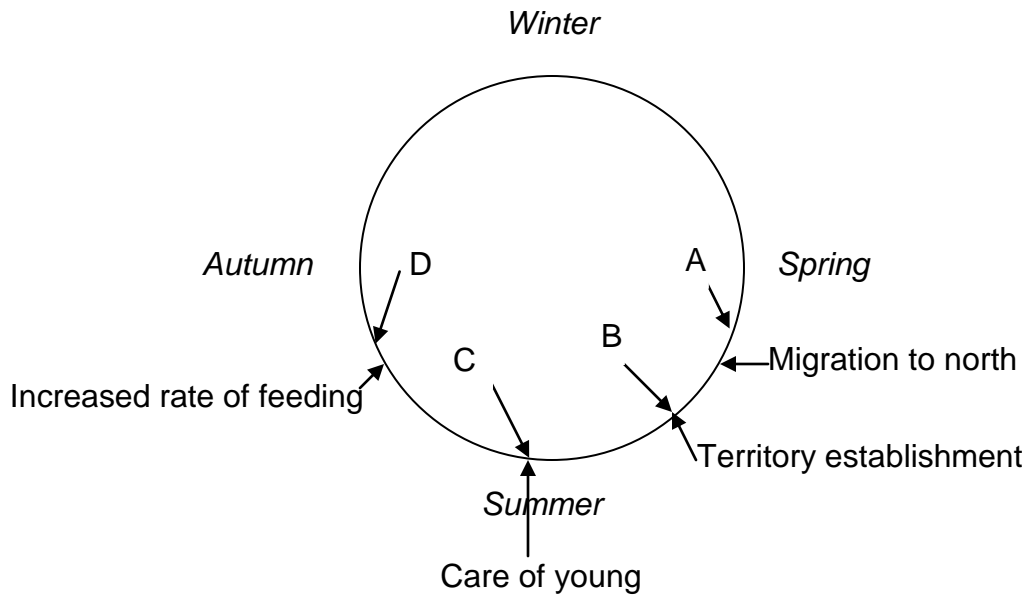
- a. Hawk is an ESS and when all individuals in a population play this strategy, a mutation to Dove can never be successful.
- b. Dove is an ESS and when all individuals in a population play this strategy, A mutation to Hawk can never be successful.

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

Statement	True	False
a.		
b.		

use answer sheet

38. (2 points) White crown sparrows that live in temperate regions show a complex annual cycle of behavior.



Match the physiological changes (I to V) in these birds with the appropriate points in the behavioral cycle (A to D). Choose from the following options and fill in the table given below with the appropriate numbers:

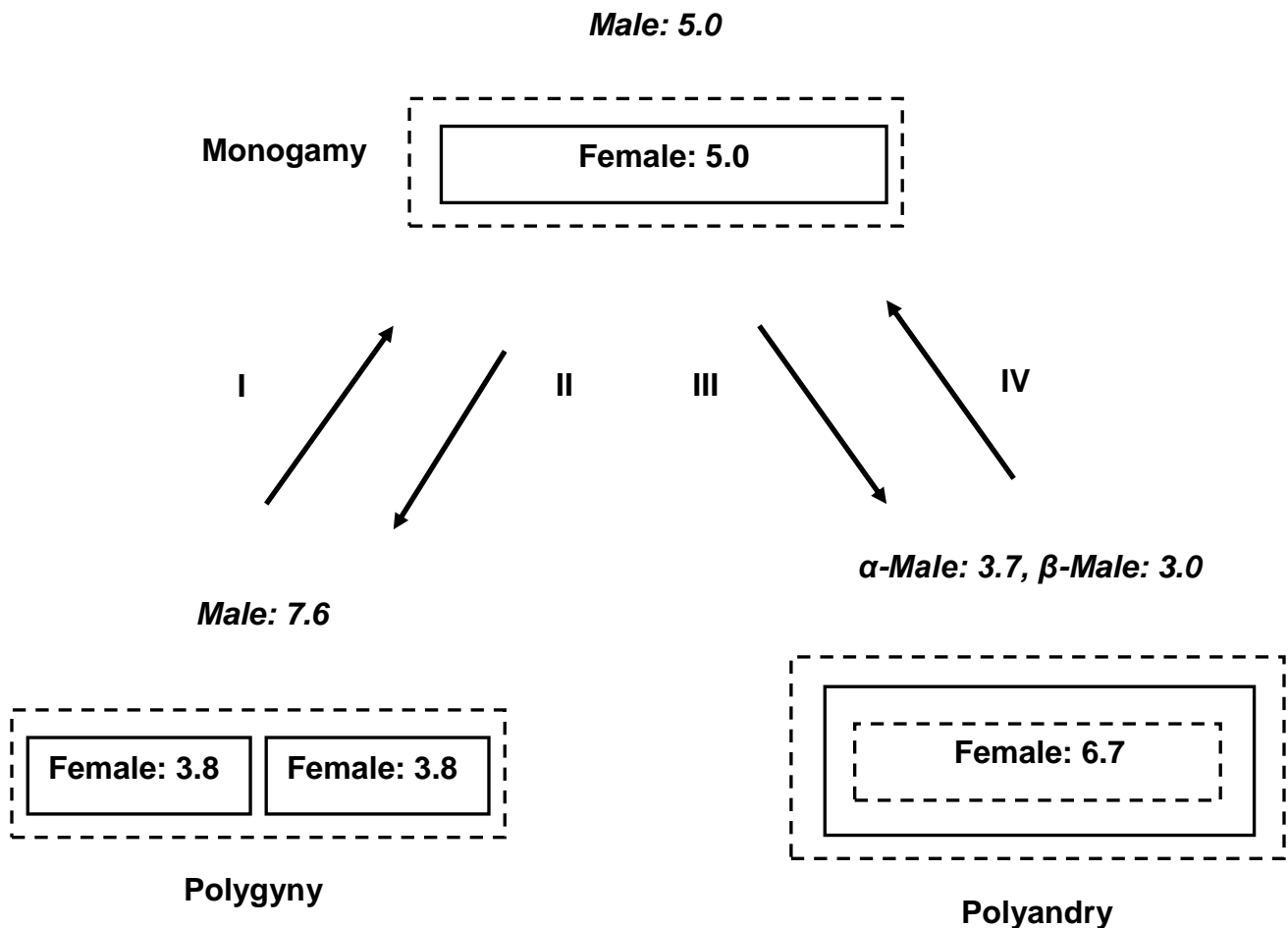
Options:

- I. Moulting (molting)
- II. Gonadal regression (Shrinking of reproductive tissue)
- III. Gonadal development (Development of the reproductive tissue)
- IV. Fat deposition
- V. Hibernation

Points in the behavioral cycle	Physiological changes
A	
B	
C	
D	

use answer sheet

39. (4 points) The dunnock is a common bird of the British Islands. The females of this species establish territories represented by solid lines in the figure below, which may be defended by one or two (α and β) unrelated males (dashed lines). The numbers in the figure refer to the average number of young raised per season by males and females in the different mating combinations. The arrows indicate the directions in which the behaviour of the males and females encourage changes in the mating system.



(A) Identify the specific individuals, which would attempt to change the mating system in the directions shown by the arrows.

- a. I: Male, II: Female, III: Female, IV: β -Male
- b. I: Female, II: Male, III: β -Male, IV: α -Male
- c. I: Female, II: Male, III: Female, IV: α -Male
- d. I: Male, II: Female, III: α -Male, IV: β -Male

Put a tick mark (\surd) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(B) Which of the following statements are true?

- I. The benefit of polygyny to males is the increased amount of food brought for the chicks by two females instead of one.
- II. The cost of polygyny to females is shared male care because the contribution of the male's feeding efforts is essential for the survival of the chicks.
- III. The cost of polyandry to females is the aggression that often results between the two males who have mated with her.
- IV. The cost of polyandry to males is shared paternity.

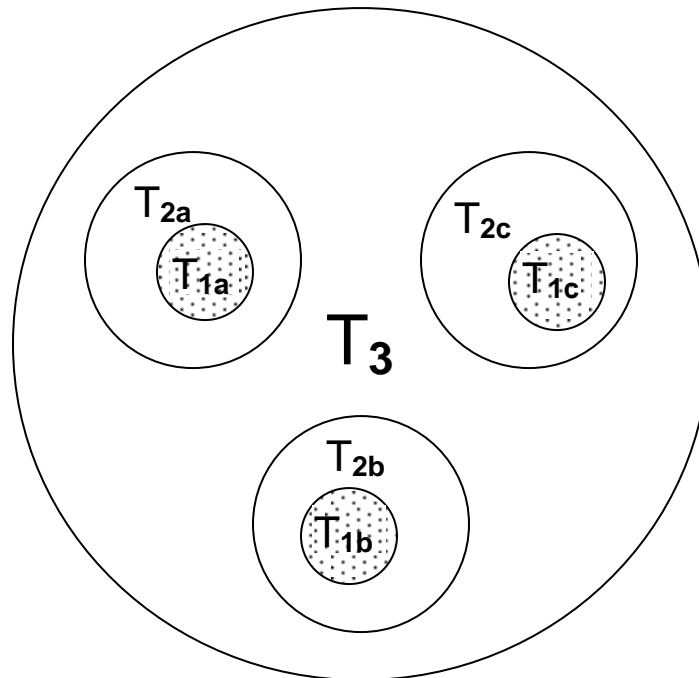
- a. I and II
- b. II and III
- c. I and IV
- d. II and IV

Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

BIOSYSTEMATICS (13)

40. (2 points) The schematic diagram below represents group-in-group relationships. The **T₃ taxon**, represented by the largest circle, includes three **T₂ taxa**. Each of these three **T₂ taxa** has one **T₁ taxon**, represented by circles filled with dots; the dots represent individuals.



According to the above scheme, assign the correct taxa from the options given below to each of the circles. Fill in your answers by writing the appropriate number in the table. **Points will only be awarded if the entire table is correctly filled.**

Options:

- I. Annelida
- II. Lepidoptera
- III. Polychaeta
- IV. Mollusca
- V. Orthoptera
- VI. Insecta
- VII. Arthropoda
- VIII. Crustacea
- IX. Gastropoda
- X. Arachnida
- XI. *Lumbricus* (earthworm)
- XII. *Hirudo* (leech)
- XIII. *Gryllus* (cricket)
- XIV. *Unio* (freshwater mussel)
- XV. *Euscorpias* (scorpion)
- XVI. *Daphnia* (water flea)

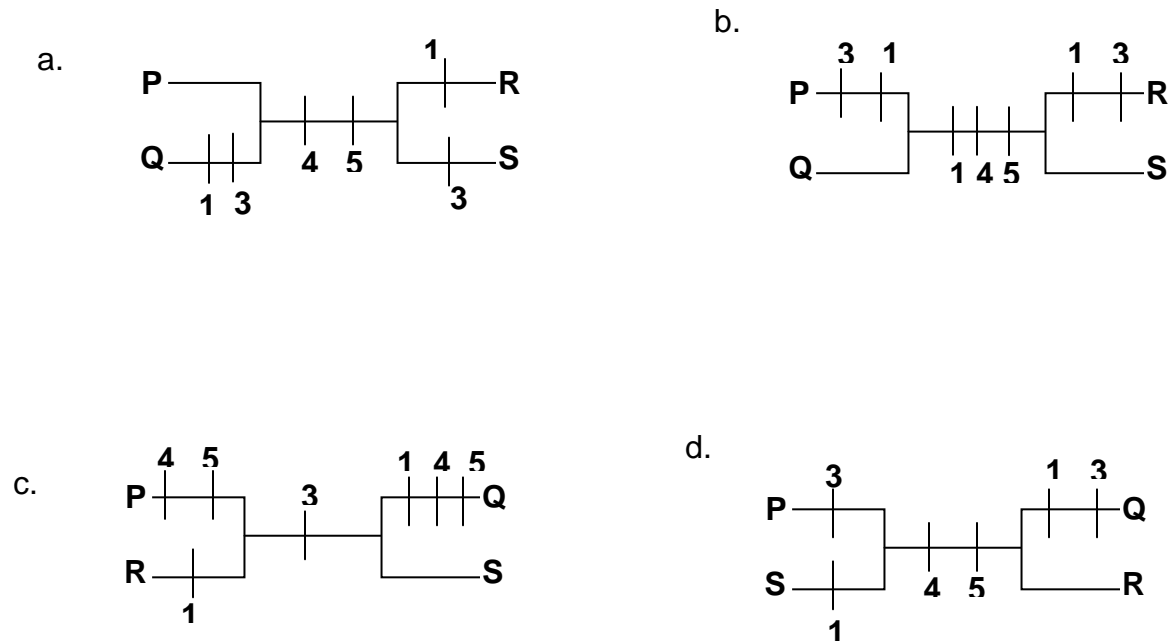
Taxon	Option
T3	
T2a	
T1a	
T2b	
T1b	
T2c	
T1c	

use answer sheet

41. (2 points) The sequence of a pentanucleotide DNA segment of four species P, Q, R and S are given.

Species	Sequence site				
	1	2	3	4	5
P	A	G	T	T	C
Q	C	G	A	T	C
R	C	G	T	A	T
S	A	G	A	A	T

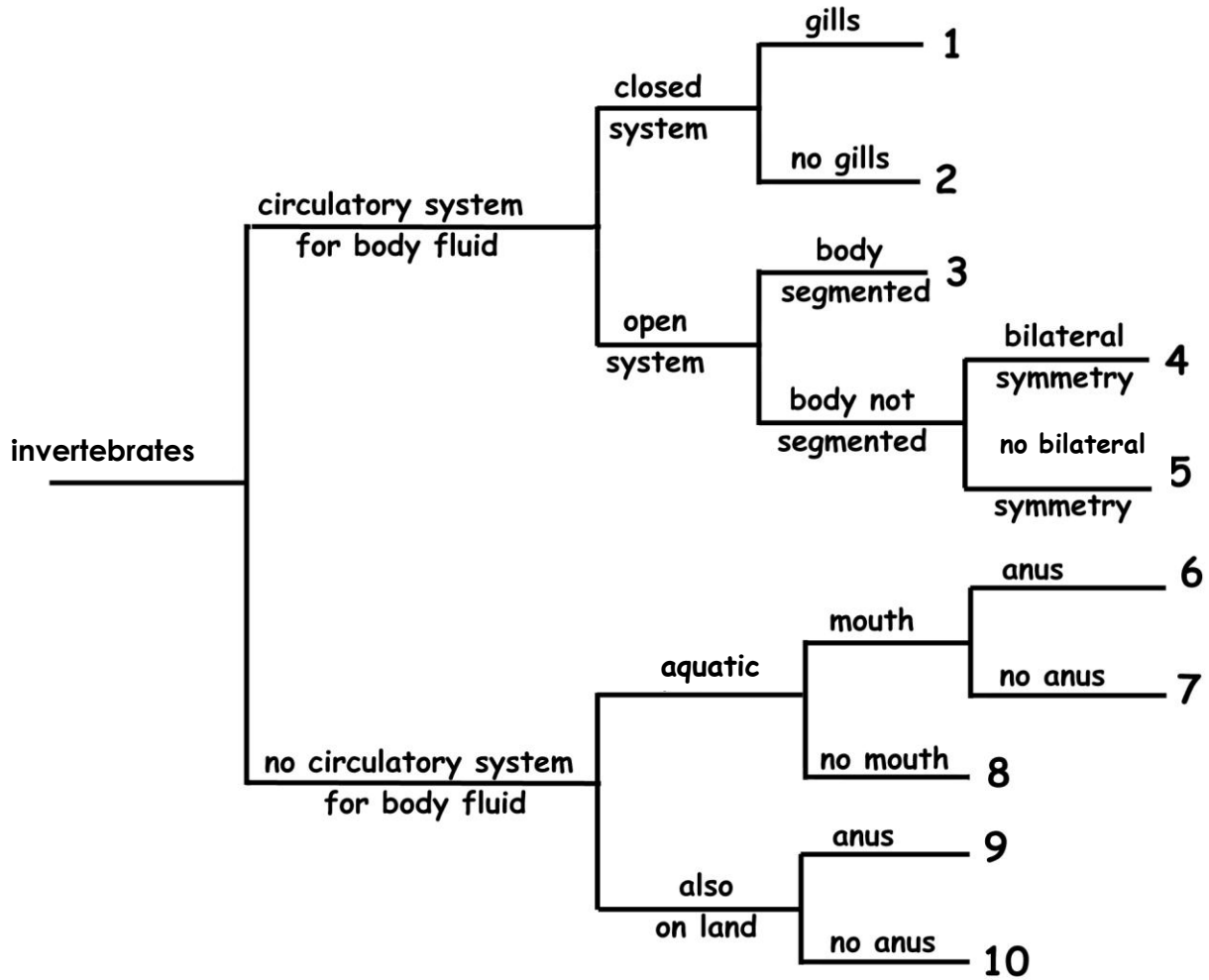
The most parsimonious phylogenetic classification of these species would be:



Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

42. (5 points) A classification chart based on certain characteristics of invertebrates is shown below:



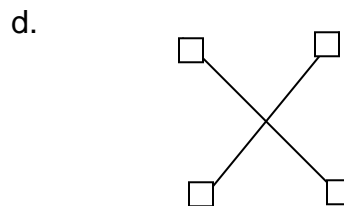
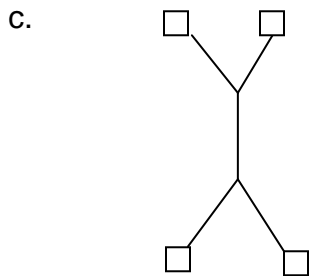
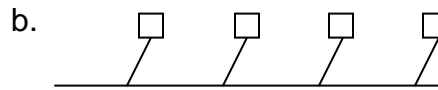
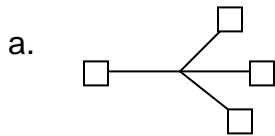
Fill in the appropriate numbers from the classification chart against the respective groups in the table below:

Group	Number	Group	Number
Annelida (Earthworms)	use answer sheet	Mollusca (Land snails)	use answer sheet
Arthropoda (Crayfishes)		Mollusca (Squids)	
Cnidaria (Jellyfishes)		Nematoda (Roundworms)	
Echinodermata (Starfishes)		Platyhelminthes (Tapeworms)	
Mollusca (Bivalvia)		Porifera (Sponges)	

43. (4 points) The genetic distances between four species are provided in a matrix below. The numbers represent the percentage differences between each pair of species.

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	5	-	-	-
C	13	14	-	-
D	15	16	6	-

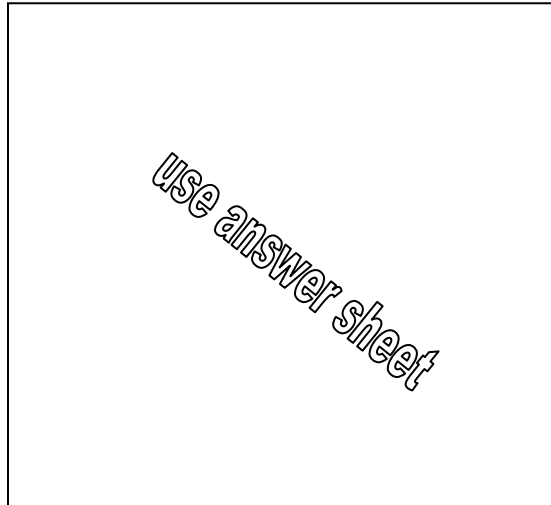
(A) Which of the following tree structures represent the matrix data most appropriately? (Squares in the generalized figure represent species, and the lines represent the relationship between them).



Put a tick mark (✓) in the appropriate box.

a.	b.	c.	d.
use answer sheet			

(B) Based on the answer selected in the previous question and using the data given in the matrix, construct the tree that correctly shows the genetic relatedness of the four species where the numbers on the lines should approximate the genetic distance between them.



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