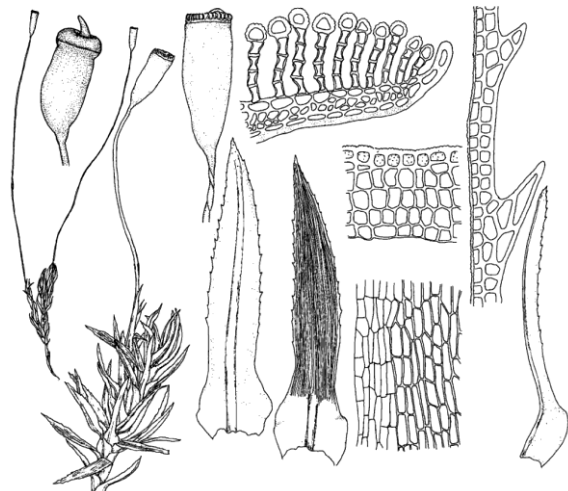


БЛОК 1. Вариант 3

Задача 1. Всего 10 баллов. С помощью буквенного шифра дайте описание мохообразного растения, представленного на рисунке.



По строению гаметофита: А – слоевищное растение; Б – листостебельное растение.

Толщина листа: В – в один слой клеток; Г – в один слой клеток, но центральная жилка многослойная; Д – лист толщиной минимум в 3–4 слоя клеток.

Центральная жилка листа: Е – не выражена; Ж – выражена.

Продольные пластиночки на листе: З – отсутствуют; И – расположены только по центральной жилке; К – многочисленные, расположены по всей поверхности листа.

Край листа: Л – всегда цельный; М – с

одноклеточными зубцами; Н – с зубцами из 2–3 клеток; О – листья двух типов: цельнокрайние и бахромчатые.

Коробочка: П – прямостоячая или наклоненная; Р – горизонтальная; С – согнутая.

Коробочка вскрывается: Т – крышечкой; У – продольными щелями.

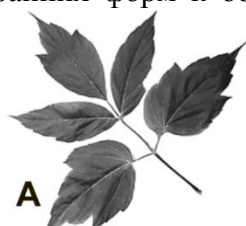
Крышечка: Ф – с клювиком; Х – без клювика; Ц – отсутствует.

Перистом: Ч – нематодонтный; Ш – артродонтный; Щ – отсутствует.

Ножка: Ъ – длинная, в два и более раз превышает длину коробочки; Ы – короткая, равна длине коробочки или превышает ее не более, чем в два раза.

ОТВЕТ: Б, Д, Ж, К, Н, П, Т, Ф, Ч, Ъ. *1 балл за каждый правильный ответ*

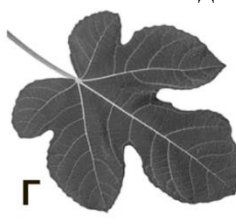
Задача 2. Всего 12 баллов. Сопоставьте изображения (А - Е) с названиями листовых пластинок (1 - 6) и установите направление эволюции макрофиллов цветковых растений от ранних форм к более поздним, записав ответ в виде последовательности букв и цифр, например, **A6E2B3D4B5Г1**



А
Acer negundo



Д
Cannabis sativa



Г
Ficus carica



В
Maranta
leuconeura



Б
Ribes uva-crispa



Е
Urtica dioica

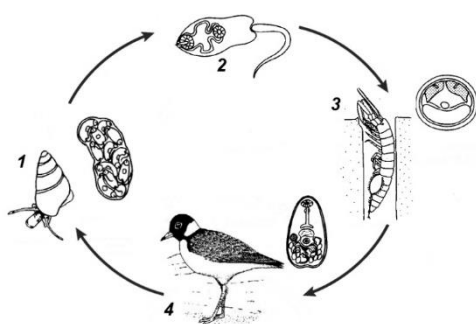
Типы листовых пластинок:

1. овальная;
2. пальчатораздельная;
3. пальчатосложная;
4. перистосложная;
5. тройчатолопастная;
6. яйцевидная.

Ответ: В1Е6Б5Г2Д3А4

Правильное сочетание букв и цифр – 6 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ)

Правильный порядок букв – 6 баллов (если порядок нарушен, то 3 балла за правильные 3 буквы, идущие подряд).



Задача 3. Всего 16 баллов. Рассмотрите схему жизненного цикла и заполните таблицу.

Номер на схеме	Роль в системе «паразит-хозяин»	Положение в системе животных	
		Тип	Класс
1	Если указано, что первый промежуточный хозяин – 2 балла ; Если просто -промежуточный хозяин - 1 балл	Моллюски 1 балл	Брюхоногие 1 балл
2	Если указано, что просто паразит - 1 балл Если есть дополнение: личинка паразита расселительная / свободноживущая/инвазионная стадия паразита - 2 балла	Плоские черви 1балл	Сосальщики / Трематоды 1 балл
3	Если указано, что 2-й промежуточный хозяин – 2 балла Если просто - промежуточный хозяин - 1 балл	Членистоногие 1 балл	Ракообразные 1 балл
4	окончательный хозяин (допустимо: основной) - 2 балла	Хордовые 1 балл	Птицы 1 балл

Задача 4. Всего 10 баллов. Один скептик обвинил известного ботаника L, что тот тратит время на «низшие растения» – ничего из себя не представляющую ерунду. В ответ L пообещал выступить в клубе скептиков, и показать красоту и значимость объектов своего изучения. Он набросал для доклада тезисы, помогите ему подобрать наиболее подходящие примеры из перечисленных:

а) Dinophyta, б) Cyanophyta, в) Bacillariophyta, г) Fucophyceae, д) Rhodophyta, е) Basidiomycota.. В некоторых случаях можно привести больше одного примера. Ответ запишите в виде сочетания цифр и букв: **1 – а; 2-б, в...**

1	В морях формируют подводные леса – келп (Kelp)	г, д
2	Могут разрушать и питаться лигнифицированной целлюлозой (древесиной)	е
3	Основной источник первичной продукции в океане	в(а,б,г,д)
4	Принимают заметное участие в круговороте кремния в природе	в
5	В морях являются причиной красных приливов (Red Tide)	а, в
6	Могут усваивать азот из атмосферы	б
7	Принимают участие в постройках коралловых рифов и круговороте кальция в природе	а, д
8	Могут быть самым крупным организмом на земле	е
9	Могут совмещать фотосинтез с «охотой» (голозойным питанием)	а
10	Могут светиться в темноте (биолуминесценция)	а, е

ОТВЕТ:

1. г, д - за каждую из этих букв 0.5 балла – всего 1 балл
2. е – 1 балл
3. первой указана в - 0.5 балла, если указана одна из букв: а, б, г, д – еще 0,5 балла
4. в - 1 балл
5. а, в -за каждую из этих букв 0.5 балла – всего 1 балл
6. б - 1 балл
7. а, д за каждую из этих букв 0.5 балла – всего 1 балл
8. е - 1 балл
9. а - 1 балл
10. а, е - за каждую из этих букв 0.5 балла – всего 1 балл

БЛОК 2. Вариант 1

Задача 5. Всего 12 баллов. На рисунке представлен репертуар песен двух самцов певчей зонотрихии (*Melospiza melodia*) из семейства овсянковых. Отметьте в таблице крестиками, какие пары песен будут петь самцы в случае, если они встретятся друг с другом на границе своих территорий, а минусами – все другие варианты.

ПАРЫ ПЕСЕН

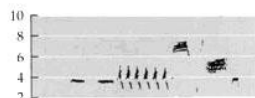
САМЕЦ 1

САМЕЦ 2

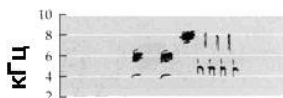
А



Б



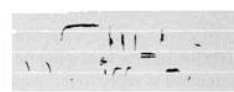
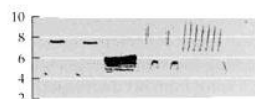
В



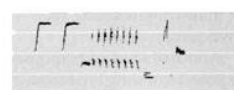
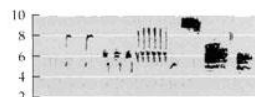
Г



Д



Е



1 секунда

1 секунда



Ответ:

	Пары песен					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Ответ	+	+	+	-	-	-

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задача 6. Известно, что у пациента минутный объем кровообращения равен 7,5 л. При этом среднее расстояние между R-зубцами на электрокардиограмме составляет 15 мм. Скорость протяжки бумаги в кардиографе – 25 мм/с.

Рассчитайте ударный объем у данного пациента (в миллилитрах).

РЕШЕНИЕ:

Ударный объем (**УО**) – это объём крови, выбрасываемый из одного желудочка при одиночном сокращении.

Минутный объем кровообращения (**МОК**) – это объем крови, выбрасываемый каждым желудочком сердца за 1 минуту.

$$\text{МОК} = \text{УО} \times \text{ЧСС} = 7500 \text{ мл}$$

$$\text{УО} = \text{МОК} / \text{ЧСС}$$

ЧСС (частоту сердечных сокращений) можно рассчитать по электрокардиограмме. Средняя ЧСС при скорости движения бумаги 25 мм/с составляет 15 мм, соответственно, за 1 минуту ЧСС = $(25 \text{ мм} \times 60 \text{ с}) / 15 = 100 \text{ уд/мин.}$

$$\text{УО} = 7500 \text{ мл} / 100 = 75 \text{ мл}$$

Ответ: 75 мл

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальная оценка: 6 баллов

Расчет ЧСС - 3 балла

Расчет ударного объема - 3 балла

Блок 3 вариант 2

Задача 7. Всего 10 баллов. Для определения первичной продукции фитопланктона широко используют «скляночный метод». В основе метода лежит уравнение фотосинтеза: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2$, в котором количество потреблённой углекислоты или количество выделившегося кислорода пропорционально количеству образовавшегося органического вещества. Три склянки одного объема заполняют водой из водоема, содержащей фитопланктон. В первой склянке определяют начальное содержание кислорода. Вторую и третью склянки экспонируют в естественной среде 24 часа (третья склянка полностью светонепроницаема) и затем в обеих определяют концентрацию кислорода.

Пусть исходное содержание O_2 – **13,03 мг/л.**

В темной склянке после экспозиции O_2 – **12,23 мг/л.**

В светлой склянке после экспозиции O_2 – **17,08 мг/л.**

Рассчитайте **чистую и валовую** продукцию в пробе в **С мг/л**, используя коэффициент пересчета от кислорода к углероду **0,4**.

Решение: Чистая продукция = валовая продукция - дыхание

$$\text{Валовая продукция} = 17,08(\text{O}_2 \text{ мг/л}) - 12,23(\text{O}_2 \text{ мг/л}) = 4,85(\text{O}_2 \text{ мг/л}) \times 0,4 = 1,94(\text{С мг/л})$$

$$\text{Дыхание (деструкция)} = 13,03(\text{O}_2 \text{ мг/л}) - 12,23(\text{O}_2 \text{ мг/л}) = 0,8(\text{O}_2 \text{ мг/л})$$

$$\text{Чистая продукция} = 4,85(\text{O}_2 \text{ мг/л}) - 0,8(\text{O}_2 \text{ мг/л}) = 4,05(\text{O}_2 \text{ мг/л}) \times 0,4 = 1,62(\text{С мг/л})$$

Если нет расчетов минус 3 балла

По 3 балла за каждую правильно рассчитанную позицию, плюс один балл за определение понятия первичной продукции

Задача 8. Всего 12 баллов. В Молдавии у кукурузы были обнаружены растения, которые не дают жизнеспособной пыльцы. Этот признак наследуется вместе с митохондриями по материнской линии. Обозначим соответствующий генотип митохондрий как **М-МТ** (мужская стерильность молдавского типа, митохондрии). Норму обозначим как **Н-МТ**. В ядерном геноме есть ген **Rf3** (Restorer of fertility), который восстанавливает жизнеспособность пыльцы. Аллель **rf3** рецессивный, и восстанавливать жизнеспособность пыльцы не может. Соответственно растения с генотипом **rf3rf3 М-МТ** не дают жизнеспособной пыльцы, а с генотипом **Rf3 - М-МТ** – полностью фертильны. Какое расщепление потомков во втором поколении по признаку стерильности должно

наблюдаться при скрещивании родительской пары **Rf3Rf3 M-MT** (женское растение) × **rf3rf3 N-MT** (мужское растение)?

Правильно указан генотип по ядерным генам в первом поколении – **1 балл**

Правильно указан генотип по митохондриальным генам в первом поколении – **1 балл**

Указан фенотип в первом поколении – **1 балл**

Во втором поколении дано расщепление по ядерным генам без учёта мужской стерильности – **3 балла**

Во втором поколении дано расщепление по ядерным генам, указан генотип митохондрий с учётом стерильности – **3 балла**

Во втором поколении правильно указаны фенотипические классы по признаку стерильности – **3 балла**

РЕШЕНИЕ:

В первом поколении будет наблюдаться единообразие гибридов. По ядерному гену *Rf3* потомки F1 гетерозиготны, митохондрии наследуются по материнской линии и у всех последующих поколений одинаковы. Таким образом, потомки F1 имеют следующий генотип: **Rf3rf3 M-MT**. Они могут давать пыльцу (фертильны), поскольку присутствует доминантный аллель *Rf1*.

При скрещивании гибридов друг с другом образуются женские гаметы с генотипом **Rf3 M-MT** и **rf3 M-MT** в соотношении **1 : 1**. Также образуются пыльцевые зёрна с генотипами **Rf3 M-MT** и **rf3 M-MT**. При свободной комбинации во втором поколении возникнут следующие генотипические классы: **Rf3 Rf3 M-MT**; **Rf3 rf3 M-MT** и **rf3 rf3** в соотношении **1 : 2 : 1**. Если у потомков F2 в ядерном геноме присутствует доминантный аллель *Rf3*, они будут фертильными. Только у гомозигот по рецессивному аллелю *rf3 rf3* на фоне **M-MT** возникнет мужская стерильность. Таким образом, соотношение по фенотипам будет **3 фертильных : 1 стерильных растений**.

Задача 9. Всего 12 баллов. В высокогорном ущелье Анд проживает изолированное племя из 12400 человек. Соплеменники имеют только чёрные, каштановые или рыжие волосы без оттенков, причём цвет волос определяется тремя аллелями одного гена. Частоты встречаемости аллелей в этом племени: **B (чёрный) – 0,5; b (каштановый) – 0,3; br – 0,2 (рыжий)**. Чёрный цвет волос доминирует над каштановым, а каштановый – над рыжим. Между людьми племени свободно заключаются браки без каких-либо социальных ограничений. Однако в браки с окружающими народами они не вступают. Какова численность жителей с чёрным, каштановым и рыжим цветом волос в этой народности? Какова частота фенотипов по цвету волос?

Решение:

Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

B B -чёрный, **B b** – чёрный, **B br** – чёрный, **b b** – каштановый, **br b** – каштановый, **br br** – рыжий.

Поскольку браки случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc+cC=2Cc$). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$B B = 0,5^2 = 0,25; B b = 2 * 0,5 * 0,3 = 0,3; B br = 2 * 0,5 * 0,2 = 0,2.$$

$$\text{Все чёрные} = 0,25 + 0,3 + 0,2 = 0,75 - \text{2 балла}$$

$$b b = 0,3^2 = 0,09; br br = 2 * 0,3 * 0,2 = 0,12.$$

Все каштановые = $0,09 + 0,12 = 0,21$ – 2 балла

Рыжие - $0,2^2 = 0,04$. – 2 балла

Рассчитываем по этим частотам количество людей с разным цветом волос в популяции:

Чёрные = $12400 * 0,75 = 9300$ – 2 балла

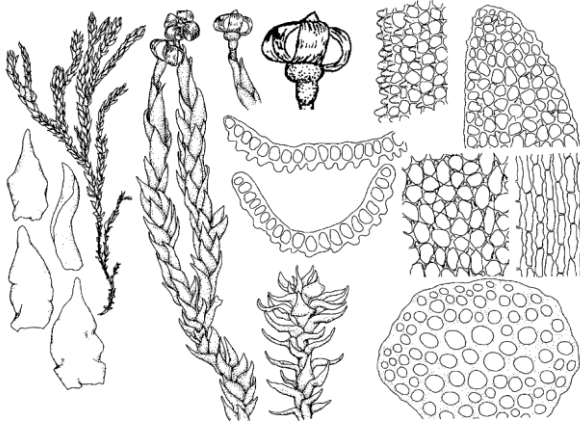
каштановые = $12400 * 0,21 = 2604$ – 2 балла

рыжие = $12400 * 0,04 = 496$ – 2 балла

*за арифметические ошибки минус 2 балла при правильном решении всей задачи,
если нет решения, но написана формулировка закона Харди – Вайнберга – можно поставить
1 балл*

БЛОК 1. Вариант 5

Задача 1. Всего 10 баллов. С помощью буквенного шифра дайте описание мохообразного растения, представленного на рисунке.



По строению гаметофита: А – слоевищное растение; Б – листостебельное растение.

Толщина листа: В – в один слой клеток; Г – в один слой клеток, но центральная жилка многослойная; Д – лист толщиной минимум в 3–4 слоя клеток.

Центральная жилка листа: Е – не выражена; Ж – выражена.

Продольные пластиночки на листе: З – отсутствуют; И – расположены только по центральной жилке; К – многочисленные,

расположены по всей поверхности листа.

Край листа: Л – всегда цельный; М – с одноклеточными зубцами; Н – с зубцами из 2–3 клеток; О – листья двух типов: цельнокрайние и бахромчатые.

Коробочка: П – прямостоячая или наклоненная; Р – горизонтальная; С – согнутая.

Коробочка вскрывается: Т – крышечкой; У – продольными щелями.

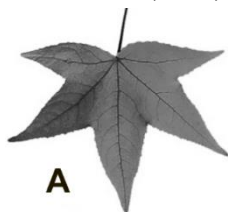
Крышечка: Ф – с клювиком; Х – без клювика; Ц – отсутствует.

Перистом: Ч – нематодонтный; Ш – артродонтный; Щ – отсутствует.

Ножка: Ъ – длинная, в два и более раз превышает длину коробочки; Ы – короткая, равна длине коробочки или превышает ее не более, чем в два раза.

ОТВЕТ: Б, В, Е, З, Л, П, У, Ц, Щ, Ы **1 балл за каждый правильный ответ**

Задача 2. Всего 12 баллов. Сопоставьте изображения (А - Е) с названиями листовых пластинок (1 - 6) и установите направление эволюции макрофиллов цветковых растений от ранних форм к более поздним,



А
Acer platanoides



Д
Plantago major



Г
Ribes rubrum



Е
Rosa canina



Б
Symphoricarpos
albus



В
Lupinus
polyphyllus

ранних форм к более поздним, записав ответ в виде последовательности букв и цифр, например, **А6Е2Б3Д4В5Г1**

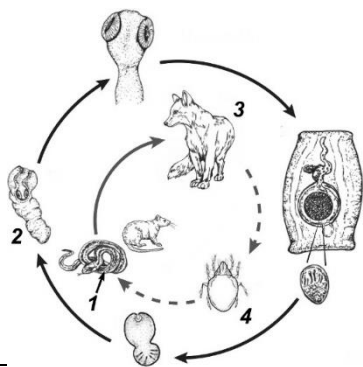
Типы листовых пластинок:

1. овальная;
2. пальчатораздельная;
3. пальчатосложная;
4. перистосложная;
5. тройчатолопастная;
6. яйцевидная.

ОТВЕТ: Б1Д6Г5А2В3Е4

Правильное сочетание букв и цифр – 6 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ)

Правильный порядок букв – 6 баллов (если порядок нарушен, то 3 балла за правильные 3 буквы, идущие подряд).



Задача 3. Всего 16 баллов. Рассмотрите схему жизненного цикла и заполните таблицу.

Номер на схеме	Роль в системе «паразит-хозяин»	Положение в системе животных	
		Тип	Класс
1	Если указано, что второй промежуточный хозяин – 2 балла ; Если просто -промежуточный хозяин - 1 балл	Хордовые 1балл	Рептилии/Пресмыкающиеся 1балл
2	Если просто паразит - 1 балл Если есть уточнения: личинка паразита/финна/неполовозрелая стадия паразита и т.п. – 2 балла	Плоские черви 1балл	Ленточные (черви) / Цестоды 1балл
3	окончательный хозяин – 2 балла (допустимо: основной)	Хордовые 1балл	Млекопитающие /Звери 1балл
4	Если указано, что 1-й промежуточный хозяин – 2 балла Если просто - промежуточный хозяин - 1 балл	Членистоногие 1балл	Паукообразные 1балл

Задача 4. Всего 10 баллов. Один скептик обвинил известного ботаника L, что тот тратит время на «низшие растения» – ничего из себя не представляющую ерунду. В ответ L пообещал выступить в клубе скептиков, и показать красоту и значимость объектов своего изучения. Он набросал для доклада тезисы, помогите ему подобрать наиболее подходящие примеры из перечисленных:

а) Cyanophyta, **б)** Bacillariophyta, **в)** Basidiomycota, **г)** Dinophyta, **д)** Fucophyceae, **е)** Rhodophyta. В некоторых случаях можно привести больше одного примера. Ответ запишите в виде сочетания цифр и букв: **1 – а; 2- б, в...**

1	Основной источник первичной продукции в океане	б (а,г,д,е)*
2	Могут совмещать фотосинтез с «охотой» (голозойным питанием)	г
3	Принимают участие в постройках коралловых рифов и круговороте кальция в природе	г, е
4	В морях формируют подводные леса – келп (Kelp)	д, е
5	В морях являются причиной красных приливов (Red Tide)	г, б
6	Могут усваивать азот из атмосферы	а
7	Могут быть самым крупным организмом на земле	в
8	Могут светиться в темноте (биолюминесценция)	в, г
9	Могут разрушать и питаться лигнифицированной целлюлозой (древесиной)	в
10	Принимают заметное участие в круговороте кремния в природе	б

ОТВЕТ:

1. первой указана **б** - **0.5 балла**, если указана одна из букв **а, г, д, е** – еще **0,5 балла**

2. **г** – **1 балл**

3. **г, е** - за каждую из этих букв **0.5 балла** – всего **1 балл**

4. **д, е** - за каждую из этих букв **0.5 балла** – всего **1 балл**

5. **г, б** - за каждую из этих букв **0.5 балла** – всего **1 балл**

6. **а** - **1 балл**

7. **в** - **1 балл**

8. **в, г** - за каждую из этих букв **0.5 балла** – всего **1 балл**

9. **в** - **1 балл**

10. **б** - **1 балл**

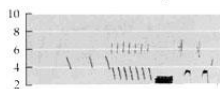
Задача 5. Всего 12 баллов. На рисунке представлен репертуар песен двух самцов певчей зонотрихии (*Melospiza melodia*) из семейства овсянковых. Отметьте в таблице крестиками, какие пары песен будут петь самцы в случае, если они встретятся друг с другом на границе своих территорий, а минусами – все другие варианты.

ПАРЫ ПЕСЕН

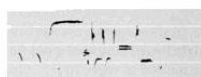
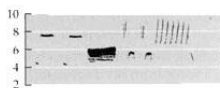
САМЕЦ 1

САМЕЦ 2

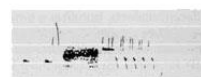
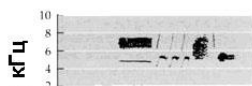
А



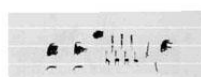
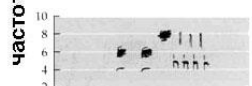
Б



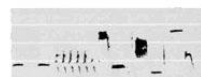
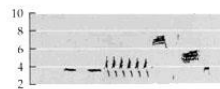
В



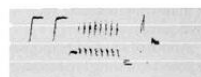
Г



Д



Е



частота, кГц

1 секунда

1 секунда



Ответ:

	Пары песен					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Ответ	+	-	-	+	+	-

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задача 6. Всего 6 баллов. Двум пациентам проводят искусственную вентиляцию легких с минутным объемом дыхания 10 л/мин.

Пациент №1: частота дыхательных движений = 20, объем анатомического мертвого пространства = 170 мл

Пациент №2: частота дыхательных движений = 16, объем анатомического мертвого пространства = 150 мл

Насколько различается эффективность легочной вентиляции у этих пациентов? Ответ приведите в литрах.

ПОЯСНЕНИЕ:

Дыхательный объем (ДО) – это объем воздуха, который человек однократно выдыхает при спокойном вдохе.

Мертвое пространство (МП) – это часть дыхательного объема, которая не достигает альвеол, вентилируя лишь дыхательные пути (объем дыхательных путей от ротовой полости или носоглотки до альвеол). Воздух, заполняющий мертвое пространство в газообмене не участвует. Минутная альвеолярная вентиляция (МАВ) – это общий объем воздуха, который за минуту входит в альвеолы и участвует в газообмене.

РЕШЕНИЕ №1.

Пациент №1:

$ДО = 10 \text{ л/мин} : 20 = 0.5 \text{ л}$ (или 500 мл, или 500 см³)

$МАВ = ДО - МП = (0,5 \text{ л} - 0,17 \text{ л}) \times 20 = 6,6 \text{ л/мин}$

Пациент №2:

$ДО = 10 \text{ л/мин} : 16 = 0.625 \text{ л}$ (или 625 мл, или 625 см³)

$МАВ = ДО - МП = (0,625 \text{ л} - 0,15 \text{ л}) \times 16 = 7,6 \text{ л/мин}$

Таким образом, минутная альвеолярная вентиляция у пациента №2 на 1 л больше, чем у пациента №1.

ОТВЕТ: Эффективность легочной вентиляции у пациента №2 на 1 л выше, чем у пациента №1.

РЕШЕНИЕ №2:

За 1 минуту не весь воздух из 10 л поступает в альвеолы и участвует в газообмене. При каждом вдохе часть воздуха заполняет мертвое пространство и вентилирует только дыхательные пути.

Таким образом:

$МАВ = 10 \text{ л/мин} - (МП \times \text{Количество дыхательных движений/мин})$

Пациент №1:

$МАВ = 10 \text{ л/мин} - (0,17 \text{ л} \times 20) = 6,6 \text{ л/мин}$

Пациент №2:

$МАВ = 10 \text{ л/мин} - (0,15 \text{ л} \times 16) = 7,6 \text{ л/мин}$

Как мы видим, минутная альвеолярная вентиляция у пациента №2 на 1 л больше, чем у пациента №1.

ОТВЕТ: Эффективность легочной вентиляции у пациента №2 на 1 л выше, чем у пациента №1.

Максимальная оценка: 6 баллов

Расчет дыхательного объема / Расчет объема воздуха, который заполняет мертвое пространство за 1 минуту - **2 балла**

Расчет минутной альвеолярной вентиляции - **2 балла**

Сопоставление эффективности легочной вентиляции у двух пациентов - **2 балла**

Блок 3 вариант1

Задача 7. Всего 10 баллов. Для определения первичной продукции фитопланктона широко используют «скляночный метод». В основе метода лежит уравнение фотосинтеза: $CO_2 + H_2O \rightarrow (CH_2O) + O_2$, в котором количество потреблённой углекислоты или количество выделившегося кислорода пропорционально количеству образовавшегося органического вещества. Три склянки

одного объема заполняют водой из водоема, содержащей фитопланктон. В первой склянке определяют начальное содержание кислорода. Вторую и третью склянки экспонируют в естественной среде 24 часа (третья склянка полностью светонепроницаема) и затем в обеих определяют концентрацию кислорода.

Пусть исходное содержание O_2 – 12,17 мг/л.

В темной склянке после экспозиции O_2 – 11,57 мг/л.

В светлой склянке после экспозиции O_2 – 16,18 мг/л.

Рассчитайте **чистую и валовую** продукцию в пробе в С мг/л, используя коэффициент пересчета от кислорода к углероду 0,4.

Решение: Чистая продукция = валовая продукция - дыхание

Валовая продукция = 16,18(O_2 мг/л) - 11,57 (O_2 мг/л) = 4,61(O_2 мг/л) $\times$ 0,4 = 1,84(С мг/л)

Дыхание (деструкция) = 12,17(O_2 мг/л) - 11,57(O_2 мг/л) = 0,6(O_2 мг/л) -

Чистая продукция = 4,61(O_2 мг/л) - 0,6(O_2 мг/л) = 4,01(O_2 мг/л) $\times$ 0,4 = 1,6(С мг/л)

Если нет расчетов минус 3 балла

По 3 балла за каждую правильно рассчитанную позицию, плюс один балл за определение понятия первичной продукции

Задача 8. Всего 12 баллов. В штате Техас у кукурузы были обнаружены растения, которые не дают жизнеспособной пыльцы. Этот признак наследуется вместе с митохондриями по материнской линии. Обозначим соответствующий генотип митохондрий как **T-MT** (мужская стерильность техасского типа, митохондрии). Норму обозначим как **N-MT**. В ядерном геноме есть ген **Rf1** (Restorer of fertility), который восстанавливает жизнеспособность пыльцы. Аллель **rf1** восстанавливать жизнеспособность пыльцы не может. Соответственно пыльцевые зёрна с генотипом **rf1 T-MT** погибают, а с генотипом **Rf1 T-MT** – жизнеспособны. Какое расщепление потомков во втором поколении по признаку стерильности должно наблюдаться при скрещивании родительской пары **rf1rf1 T-MT** (женское растение) $\times$ **Rf1Rf1 N-MT** (мужское растение)?

Правильно указан генотип по ядерным генам в первом поколении – **1 балл**

Правильно указан генотип по митохондриальным генам в первом поколении – **1 балл**

Указан фенотип в первом поколении – **1 балл**

Во втором поколении дано расщепление по ядерным генам без учёта мужской стерильности – **3 балла**

Во втором поколении дано расщепление по ядерным генам, указан генотип митохондрий с учётом стерильности – **3 балла**

Во втором поколении правильно указаны фенотипические классы по признаку стерильности – **3 балла**

РЕШЕНИЕ:

В первом поколении будет наблюдаться единообразие гибридов. По ядерному гену **Rf1** потомки F1 гетерозиготны, митохондрии наследуются по материнской линии и у всех последующих поколений одинаковы. Таким образом, потомки F1 имеют следующий генотип: **Rf1 rf1 T-MT**. Они могут давать пыльцу (фертильны), поскольку присутствует аллель **Rf1**.

При скрещивании гибридов друг с другом образуются женские гаметы с генотипом **Rf1 T-MT** и **rf1 T-MT** в соотношении 1 : 1. Также образуются пыльцевые зёрна с генотипами **Rf1 T-MT** и **rf1 T-MT**. Однако по условию пыльцевые зёрна с генотипом **rf1 T-MT** погибают и в скрещивании не участвуют. Таким образом, во втором поколении будет расщепление по генотипам **Rf1 Rf1 T-MT** и **Rf1 rf1 T-MT** в соотношении 1 : 1. Поскольку у всех потомков F2 в ядерном геноме присутствует аллель **Rf1**, все они будут фертильными (расщепления по этому признаку не будет).

Задача 9. Всего 12 баллов. У клевера ген «седого рисунка» на листьях, определяется локусом, который представлен несколькими аллелями: **V (полное пятно)** доминантен по отношению к **V^b (разорванное пятно)**, который в свою очередь доминирует над **v (отсутствие пятна)**.

При исследовании популяции на изолированном опытном поле были обнаружены следующие частоты встречаемости аллелей: **V = 0,2** **V^b = 0,3** и **v = 0,5**.

Будем считать, что опыление происходит случайным образом. Рассчитайте частоту растений с полным пятном на листьях, неполным пятном и без пятна в следующем поколении. Сколько растений каждого фенотипа будет в популяции, если считать, что на опытном участке 1000 растений?

Решение: рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

V – полное пятно, **V V^b** – полное пятно, **V v** – полное пятно, **V^b V^b** – разорванное пятно, **V^b v** – разорванное пятно, **v v** – отсутствие пятна.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей. Рассчитываем все возможные комбинации.

$$VV = 0,2^2 = 0,04; \quad V V^b = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 0,12; \quad V v = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 0,2.$$

$$\text{Все с полными пятнами} = 0,04 + 0,12 + 0,2 = 0,36 - 2 \text{ балла}$$

$$V^b V^b = 0,3^2 = 0,09; \quad V^b v = 2 \cdot 0,3 \cdot 0,5 = 0,3.$$

$$\text{Все с разорванными пятнами} = 0,09 + 0,3 = 0,39 - 2 \text{ балла}$$

$$\text{Все без пятен} \quad v v = 0,5^2 = 0,25 - 2 \text{ балла}$$

Рассчитываем по этим частотам количество особей с этими фенотипами в популяции:

$$\text{С полным пятном} = 1000 \cdot 0,36 = 360 - 2 \text{ балла}$$

$$\text{с разорванным пятном} = 1000 \cdot 0,39 = 390 - 2 \text{ балла}$$

$$\text{без пятен} = 1000 \cdot 0,25 = 250 - 2 \text{ балла}$$

*за арифметические ошибки минус 2 балла при правильном решении всей задачи
если нет решения, но написана формулировка закона Харди – Вайнберга – можно
поставить 1 балл*