



МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ

***олимпиады школьников
«ЛОМОНОСОВ»
по биологии***

2014/2015 учебный год

Ответы на задание отборочного этапа Олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии 10–11 классы

Тестовая часть

Разминочное задание состоит из одного случайного вопроса из базы данных, правильное решение которого оценивалось в 1 балл. После отправки разминочного задания участнику становилось доступным основное задание. Основное задание открывается в любом случае: как в случае отправки правильного, так и неправильного ответа.

Далее правильные ответы выделены красным цветом.

Пример разминочного задания

У растения, представленного на фотографии, соцветие – это:



- а) Тирс
- б) Корзинка
- в) Головка**
- г) Початок

Первые 19 вопросов представляют собой тест с выбором одного правильного решения из 4 возможных. За каждый правильный ответ участник получает 1 балл. Вопросы для каждого из участников подбираются индивидуально – случайным образом из общей базы данных.

Ниже даны примеры тестов из основного задания (правильный ответ показан красным цветом).

Тест 1

Представленное на фотографии растение относится к семейству:



- а) Норичниковые
- б) Бобовые (Мотыльковые)
- в) Яснотковые (Губоцветные)
- г) какому-то другому семейству**

Тест 2

У растения, представленного на фотографии, цветок соответствует формуле:



- а) $\uparrow \text{Ч}_{(5)} \text{Л}_{1,2,(2)} \text{Т}_{(5+4),1} \text{П}_1$**
- б) $\uparrow \text{Ч}_{(5)} \text{Л}_{1,2,(2)} \text{Т}_{(5+5)} \text{П}_1$
- в) $\uparrow \text{Ч}_{(5)} \text{Л}_{(1,2,2)} \text{Т}_{(5+4),1} \text{П}_1$
- г) $\uparrow \text{Ч}_{(5)} \text{Л}_{1,2,(2)} \text{Т}_{(5+4),1} \text{П}_2$

Тест 3

Выберите правильное описание цветка, представленного на фотографии:



- а) Зигоморфный, с двойным околоцветником
- б) Актиноморфный, с простым околоцветником
- в) Зигоморфный, с простым околоцветником
- г) Актиноморфный, с двойным околоцветником**

Тест 4

К какому отряду принадлежит животное, представленное на фотографии (см. след стр.)?

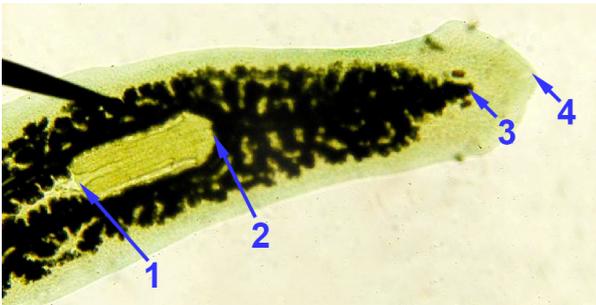
Выберите один ответ:

- а. Полужесткокрылые
- б. Чешуекрылые
- с. Двукрылые**
- д. Перепончатокрылые



Тест 5

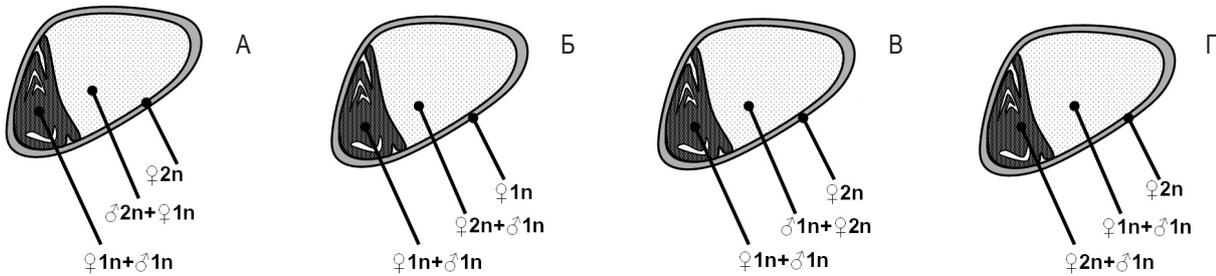
Какой цифрой обозначено ротовое отверстие?



- A – 1**
- Б – 2
- В – 3
- Г – 4

Тест 6

Из представленных рисунков выберите тот, на котором плоидность и генетический материал от каждого родителя обозначен верно.



- А – 1
- Б – 2
- В – 3**
- Г – 4

Тест 7

Мягкая пшеница является аллогексаплоидом. Допустим, что в каждом наборе хромосом у неё есть генетический локус, определяющий красную окраску покровов зерновки. Взаимоотношение между аллелями – кодоминирование. Сколько градаций красной окраски возможно в этой системе:

- А – три: белая – розовая – красная;
- Б – пять: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная;
- В – шесть: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная – бордовая;

Г – семь: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная – бордовая – черно-красная.

Тест 8

Со стартового кодона начинается синтез:

- А – полипептидной цепи;**
- Б – цепи РНК;
- В – как цепи РНК, так и полипептидной цепи;
- Г – цепи ДНК.

Тест 9

К полимерам НЕ относится:

- А – вазопрессин;
- Б – соматотропин;
- В – ацетилхолин;**
- Г – инсулин.

Тест 10

Внутриклеточную подвижность обеспечивают:

- 1) актин;
- 2) пепсин;
- 3) миозин;
- 4) овальбумин;
- 5) коллаген;
- 6) тубулин.

Варианты ответов:

- А – 1, 3, 5;
- Б – 2, 3, 4;
- В – 1, 3, 6;**
- Г – 1; 2, 6.

Тест 11

Организмы, расселяющиеся пассивно, часто имеют:

- а) многочисленные выросты тела**
- б) тело гладкое, обтекаемой формы
- в) мощные крылья
- г) маленький размер

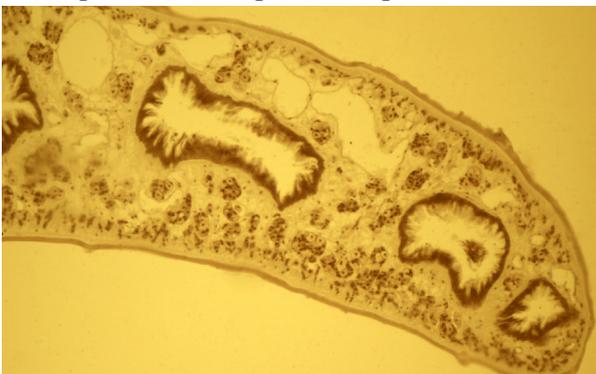
Тест 12

В свободное поле впишите одно слово, являющееся правильным ответом.

Связь строения тела и местообитания млекопитающих и птиц, которая выражается в уменьшении поверхности выступающих частей тела для северных животных и увеличение тех же частей для южных видов, отражена в правиле **Аллена**.

Тест 13

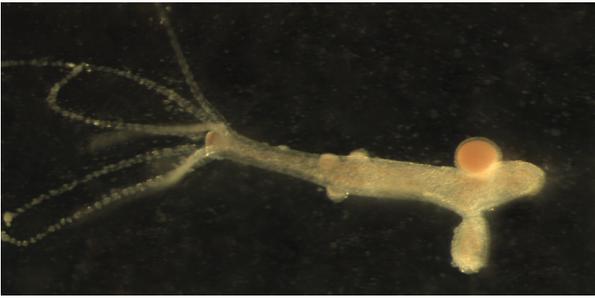
Фрагмент поперечного среза какого животного изображён на этой фотографии?



- А – планарии
- Б – свиного цепня
- В – печёночного сосальщика**
- Г – медузы

Тест 14

Животное поймали в Подмоскowie и сфотографировали в тот же день. В какое время года это было?



- А – зимой
- Б – весной
- В – летом
- Г – осенью**

Тест 15

Что изображено на этой фотографии?



- А – два животных, относящихся к разным типам**
- Б – две стадии жизненного цикла одного и того же вида животных
- В – два животных, относящихся к разным классам из одного и того же типа
- Г – два животных, относящихся к разным типам; одно из них паразитирует на другом

Тест 16

Что изображено на этой фотографии?



- А – два животных, относящихся к разным классам из одного и того же типа
- Б – два животных, относящихся к разным типам
- В – два животных, относящихся к разным классам из одного и того же типа; одно из них паразитирует на другом
- Г – два животных, относящихся к одному и тому же классу

Тест 17

Заболевание пеллагра, которое еще до середины XX века было характерно для жителей южных штатов США, питающихся в основном кукурузой, вызвано дефицитом:

- 1) цинка;
- 2) никотиновой кислоты;**
- 3) липоевой кислоты;
- 4) холина.

Тест 18

Выберите правильное продолжение высказывания.

Восстановление нитрата

- 1) осуществляется растениями;**
- 2) происходит в митохондриях;
- 3) катализируется ферментом нитрогеназой;
- 4) известно как процесс фиксации азота.

Тест 19

Кристы митохондрий представляют собой:

- 1) сложные белковые комплексы;
- 2) комплексы белков с РНК;
- 3) складки внутренней мембраны;**
- 4) складки наружной мембраны.

Задание по ботанике

Участнику предлагается четыре случайно выбранных фотографии плодов. По прилагаемому в задании ключу необходимо определить букву шифра и вписать ее в поле ответа. За каждый правильный ответ участник получал 4 балла (16 за все задание).

Допустим, что из базы данных участнику предложена следующая фотография (см. ниже) Это растение – Гранат обыкновенный (*Punica granatum*). Знать название растения для успешного прохождения теста не обязательно. Предполагается, что строение плода граната известно школьникам из бытового опыта, и, опираясь на эти знания, можно ответить на вопросы теста. Это достаточно специфичный тип плода – гранатина. Название типа плода также не важно для выполнения задания, но оно может помочь. Например, в справочниках можно найти строение для такого плода, из верхней или из нижней завязи он развивается и т.п.



Правильный ход определения показан красным цветом.

1. Околоплодник, возникший из стенки завязи, при полном созревании имеет сочные ткани ... 2
- + Околоплодник при полном созревании состоит только из сухих или кожистых тканей (без сочной мякоти) ... 11**

2. Некоторые ткани околоплодника при созревании становятся твёрдыми за счёт сильного одревеснения или склерификации ... 3
- + Все части околоплодника остаются либо сочными, либо кожистыми, но не одревесневают и не склерифицируются ... 6
3. Плод развивается из нижней завязи **Буква шифра А.**
- + Плод развивается из верхней завязи ... 4
4. Каждая часть, развившаяся из отдельного пестика, содержит одно семя ... 5
- + Каждая часть, развившаяся из отдельного пестика, содержит несколько семян ... **Буква шифра Б.**
5. Цветоложе при плоде сильно разрастается ... **Буква шифра В.**
- + Цветоложе при плодах не разрастается **Буква шифра Г.**
- 6(2). В построении плода участвует один плодолистик 7
- + Плод составлен из нескольких плодолистиков ... 8
7. Плод многосемянный ... **Буква шифра Д.**
- + Плод односемянный ... **Буква шифра Е.**
- 8(6). Гинецей синкарпный. Сочные ткани развиваются в виде выростов эндокарпа ... **Буква шифра Ж.**
- + Гинецей паракарпный. Мезокарп превращается в сочные ткани... 9
9. Плод развивается из нижней завязи ... **Буква шифра З.**
- + Плод развивается из верхней завязи ... 10
10. Зона опадения плода расположена на цветоножке. Чашечка при плоде сильно разрастается ... **Буква шифра И.**
- + Зона опадения плода находится между чашечкой и плодолистиками. Чашечка при плоде не разрастается ... **Буква шифра К.**
- 11(1). При зрелых плодах остаются видоизменённые листья, окружающие цветок: прицветники, прицветнички или листочки обёртки. Эти листья способствуют распространению плодов ... 12
- + **Обычно при зрелых плодах листья, окружающие цветок, не сохраняются. В том случае, когда эти листья сохраняются, они не несут функции распространения плодов ... 14**
12. Распространение плодов зоохорное ... **Буква шифра Л.**
- + Распространение плодов анемохорное ... 13
13. Цветки сидячие ... **Буква шифра М.**
- + Цветки на более-менее длинных цветоножках ... **Буква шифра Н.**
- 14(11). Околоплодник, развившийся из стенки завязи, снабжён выростами, которые приспособлены для распространения ветром ... **Буква шифра О.**
- + **Околоплодник без таких выростов ... 15**
15. Каждая часть плода, возникшая из отдельного пестика, содержит одно семя. Плоды всегда невскрывающиеся ... 16
- + **Каждая часть плода, возникшая из отдельного пестика, содержит несколько семян. Плоды как правило вскрывающиеся, в редких случаях – невскрывающиеся ... 20**
16. При зрелых плодах всегда есть сильно разросшиеся части цветка ... 17
- + При плодах если и сохраняются части цветка, то они не разрастаются ... 18
17. При плодах сохраняется чашечка с подчашием. Разросшаяся часть цветка – цветоложе ... **Буква шифра П.**
- + При плодах сохраняется чашечка без подчашия. Разросшаяся часть цветка – гипантий ... **Буква шифра Р.**
- 18(16). Плоды заключены внутри камеры, образованной разросшимися осями соцветия ... **Буква шифра С.**
- + Плоды лежат свободно, оси соцветия не разрастаются при плодах ... 19
19. Семенная кожура в процессе развития прирастает к стенке завязи и в зрелых плодах не отделяется от околоплодника ... **Буква шифра Т.**
- + В процессе развития покровы семени не прирастают к стенке завязи, в зрелых плодах легко отделяются от околоплодника ... **Буква шифра У.**
- 20(15). В процессе развития внешний покров семязачатка (наружный интегумент) и/или семяножка образуют многочисленные очень длинные мягкие тонкие выросты, которые сохраняются при семенах ... **Буква шифра Ф.**

+ Покровы семени без длинных выростов ... 21

21. Ткани, развившиеся из внешнего покрова семязачатка (наружного интегумента), в зрелых плодах ярко окрашены, поскольку обильно синтезируют антоцианы или каротиноиды ... Буква шифра Х.

+ Семенная кожура серой, коричневой или чёрной окраски, без яркой пигментации ... 22

22. Экзокарп покрыт более-менее выраженными шипами ... **Буква шифра Ц.**

+ Экзокарп без шипов ... 23

23. Каждый пестик образован одним плодолистиком ... 24

+ Каждый пестик составлен из двух и более плодолистиков ... 25

24. Семена снабжены мирмекохорным придатком (элайосомой) ... **Буква шифра Ч.**

+ Семена без мирмекохорного придатка ... **Буква шифра Ш.**

25. Плод разламывается поперечными трещинами на односемянные фрагменты ... **Буква шифра Ц.**

+ Плод вскрывается продольными швами, при этом семена высвобождаются ... **Буква шифра Э.**

Ответ: **Буква шифра Х.**

Задание по зоологии позвоночных

Это задание очень похоже на задание по ботанике. Оно индивидуально. Из общей базы данных для участника случайно подобраны 4 фотографии птиц, иллюстрирующие наиболее характерные признаки этой птицы. Ответ представляет собой одну из букв, набранную в русской раскладке клавиатуры. За каждый правильно определенный образец участник получает по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 16 баллов.

Задание по зоологии построено на том, чтобы в определительном ключе правильным образом расставить фотографии представителей класса Птиц. При создании фотографий использованы тушки птиц из музейной коллекции. На фотографиях изображены такие части тела птицы, как клюв и задние конечности. Эти части тела отражают особенности экологии птиц, и по ним можно определить отряд представленного объекта. В большинстве случаев для правильного расположения объекта в определительном ключе не требуется знать вид животного. В то же время элементы окраски головы, хвоста и тела птицы в ряде случаев достаточно точно позволяют определить и вид птицы. Стоит отметить, что использованные в задании виды птиц обитают на территории России, а большинство являются типичными для европейской части нашей страны. Экзотические тропические виды в задании не представлены.

В качестве важных признаков, на которые стоит обратить внимание при выполнении задания, можно отметить следующие. Для клюва - его пропорции (удлинённый, расширенный в основании и т.п.), наличие загнутого конца, зубцов, поперечных пластин, трубкообразных структур на надклювье, присутствие ямок для механорецепторов. Многие из этих признаков связаны с определённым типом кормодобывания птиц. Для задних конечностей – охват пальцев плавательной перепонкой (все пальцы охвачены общей перепонкой, либо каждый палец по отдельности и т.п.), оперённость ног, форма когтей, общее количество пальцев на конечностях, взаимное расположение пальцев. Эти признаки отражают, как среду обитания птиц, так и способы их кормодобывания. После определения отряда, а в некоторых случаях и вида птицы, может потребоваться знание некоторых особенностей поведения этой группы птиц или характера её пения. Для представления о размере птицы на фотографиях имеется мерная линейка. Для успешного выполнения задания стоит также поинтересоваться, что такое кинетизм черепа.

Допустим, что из базы данных участник получил следующую фотографию (см. след. стр.).

Это Овсянка обыкновенная (*Emberiza citrinella*). Далее красным цветом выделен правильный ход определения данной птицы. Правильный ответ – **буква шифра Ф.**

1. Для черепа характерен ринхокинетизм. Клюв усажен большим количеством механорецепторов ... **Буква шифра А.**

+ Череп не обладает такой подвижностью ... 2.



2. Ротовой аппарат приспособлен для сбора воздушного планктона ... 3.
- + Ротовой аппарат приспособлен для питания более крупной или более грубой пищей ... 4.**
3. Ведут дневной образ жизни. Пальцы задних конечностей приспособлены для удержания на вертикальных поверхностях ... **Буква шифра Б.**
 - + Ведут ночной образ жизни. Очень крупные глаза. Гнездо устраивают на земле ... **Буква шифра В.**
- 4(2). Водоплавающие птицы ... 5.
- + Птицы наземных биотопов ... 10.**
5. Задние конечности приспособлены преимущественно для плавания. В некоторых странах этих птиц используют для охоты на рыбу ... **Буква шифра Г.**
 - + Задние конечности приспособлены как для плавания, так и для хождения по твёрдому субстрату ... 6.
6. Ноги птиц относительно длинные и приспособлены для передвижения по топкому грунту. На каждом пальце задних конечностей имеется своя фестончатая оторочка ... **Буква шифра Д.**
 - + Три из четырёх пальцев задних конечностей одеты в общую плавательную перепонку ... 7.
7. Эти птицы обладают неплохим обонянием и способны по запаху крупных скоплений планктона предвидеть появление рыбы в районе охоты ... **Буква шифра Е.**
 - + Обоняние не играет в жизни этих птиц такого большого значения ... 8.
8. На клюве имеются различные выросты в виде роговых зубчиков или поперечных пластин для удержания пищи ... 9.
 - + Роговых зубчиков и пластин на клюве птиц нет. Питаются преимущественно рыбой, выхватывая её из воды с лёту ... **Буква шифра Ж.**
9. Птицы питаются рыбой или крупными беспозвоночными ... **Буква шифра З.**
 - + Птицы питаются как животными, так и растительными кормами значительно меньшего размера, которые могут отфильтровывать из воды ... **Буква шифра И.**
- 10(4). Хищники, питающиеся позвоночными ... 11.
- + Преимущественно насекомоядные или растительноядные птицы ... 15.**
11. Имеется подобие наружного уха из перьев ввиду ночного образа жизни ... **Буква шифра К.**
 - + Подобие наружного уха из перьев отсутствует ... 12.
12. Охотятся на открытых пространствах ... 13.
- + Охотятся в лесу ... **Буква шифра Л.**
13. Охотятся преимущественно на птиц в полёте ... **Буква шифра М.**
 - + Охотятся преимущественно на наземных позвоночных ... 14.
14. Высматривая добычу, используют парящий полёт ... **Буква шифра Н.**
 - + Высматривая добычу, часто используют зависающий полёт ... **Буква шифра О.**
- 15(10). Кроме крупных насекомых, могут охотиться и на мелких позвоночных ... **Буква шифра П.**
 - + Иной тип питания. Специально на позвоночных не охотятся ... 16.**
16. Преимущественно насекомоядные птицы ... 17.

+ Преимущественно растительноядные птицы ... 20.

17. На задних конечностях два пальца развёрнуты вперёд, и два - назад ... 18.

+ На задних конечностях три пальца развёрнуты вперёд, и один - назад ... 19.

18. Жёсткие перья хвоста помогают при передвижении по вертикальным стволам деревьев ...

Буква шифра Р.

+ Перья хвоста относительно мягкие. Развита гнездовая паразитизм ... Буква шифра С.

19(17). В летний период питается преимущественно насекомыми. Имеет сильные ноги, на которых может подвешиваться вниз головой к тонким концевым ветвям деревьев, собирая таким образом насекомых ... **Буква шифра Т.**

+ В летний период питается не только насекомыми, но и ягодами. Насекомых собирает преимущественно на земле ... **Буква шифра У.**

20(16). Преимущественно зерноядная птица, размером с воробья. Песню сравнивают иногда с фразой: «Мужик, мужик, вези сено, не тряси» ... **Буква шифра Ф.**

+ Растительноядные птицы, размером с голубя или крупнее ... 21.

21. Цевка оперена до пальцев. Имеются все 4 пальца задних конечностей. Размер – крупнее голубя ... **Буква шифра Х.**

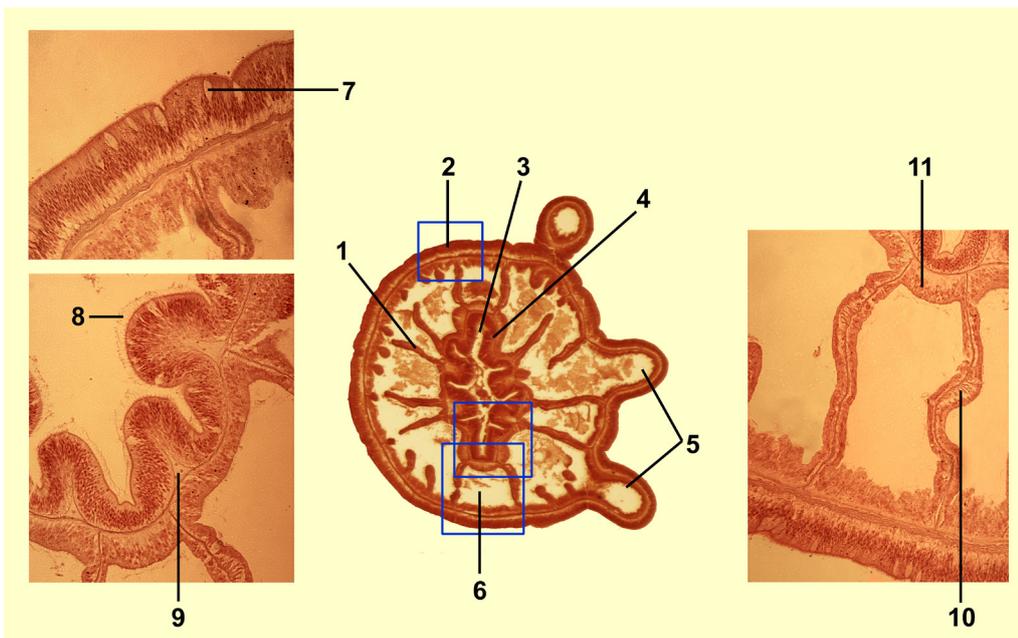
+ Цевка оперена, но первый палец полностью редуцирован, а третий и четвёртый срастаются в основании. Ранее этих птиц относили к голубеобразным ... **Буква шифра Ц.**

Ответ: **Буква шифра Ф.**

Задание 1 по зоологии беспозвоночных

Максимальный балл за задание – 10.

В задании представлен срез актинии



Правильные ответы:

1 – продольная перегородка

2 – эктодерма

3 – полость глотки

4 – стенка глотки

5 – щупальца

6 – гастральная полость

7 – стрекательная клетка

8 – жгутики

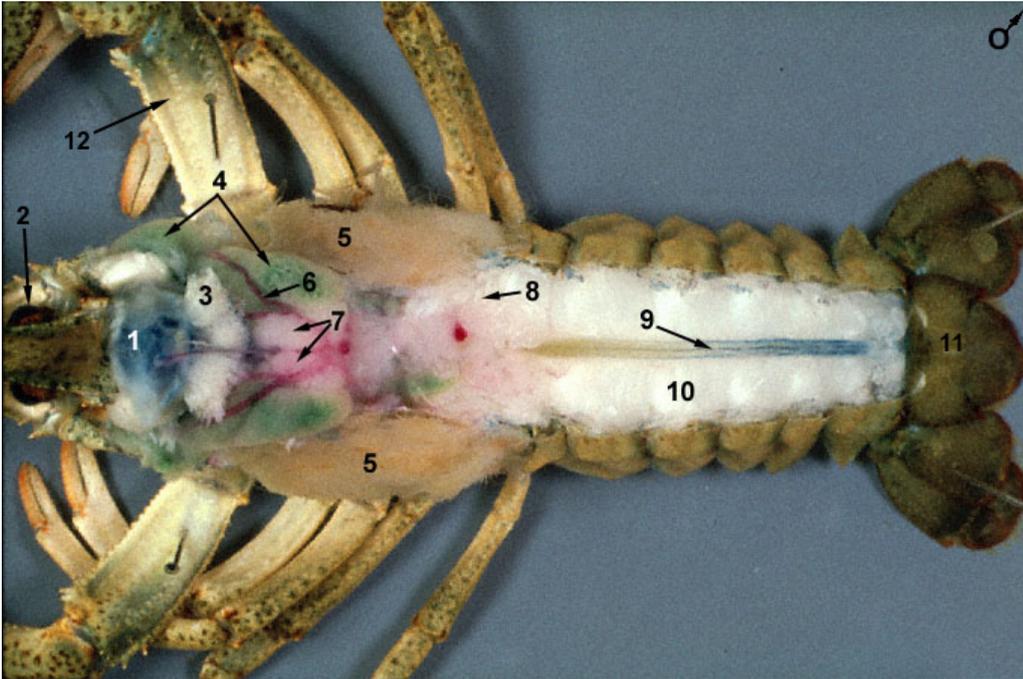
9 – мезогля

10 – мышечный пучок

11 – энтодерма

Задание 2 по зоологии беспозвоночных

Максимальный балл за задание – 6 баллов.

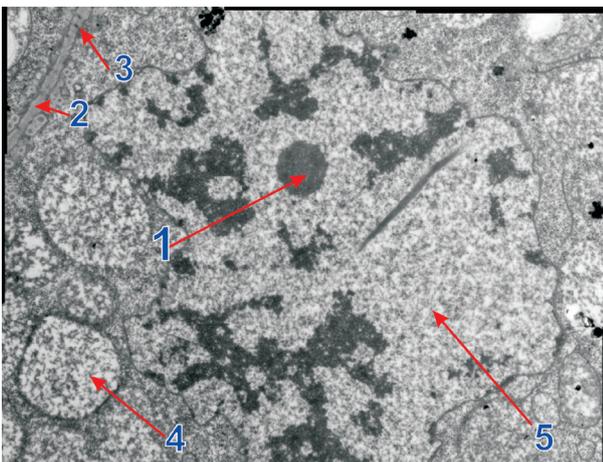


Правильные ответы:

- 1 – желудок
- 2 – глаз
- 3 – жевательные мышцы
- 4 – печень
- 5 – жабры
- 6 – кровеносный сосуд
- 7 – семенник
- 8 – семяпровод
- 9 – задняя кишка
- 10 – мышцы
- 11 – тельсон
- 12 – ходильная нога

Задание по цитологии

Максимальный балл за задание – 5 баллов.



На фотографии представлена меристематическая клетка растения, для которой характерны только формирующиеся вакуоли, пока еще богатые органическими веществами. Необычно строение ядра – оно имеет лопастную форму и довольно рыхлый хроматин.

Правильные ответы:

- 1 – ядрышко
- 2 – клеточная стенка
- 3 – плазмодесма
- 4 – вакуоль
- 5 – ядро

Задание по физиологии животных (эксперимент)

Это задание индивидуально. Из базы данных для вас подбирается 5 случайных высказываний, которые нужно распределить по трём группам.

Максимальный балл за задание – 5 баллов.

А.Ходжкин и А.Хаксли провели серию экспериментов с гигантским аксоном кальмара. Это действительно гигантское нервное волокно с диаметром 0,5–1,0 мм и длиной в несколько десятков сантиметров, что было удобно для различных манипуляций. Учёные измеряли разность потенциалов между внутренней и наружной стороной мембраны гигантского аксона. В качестве регистрирующих электродов они использовали тоненькие проволочки – одну вставляли внутрь волокна, а другую помещали в омывающий раствор (морскую воду). Присоединив провода к усилителю и выведя сигнал на осциллограф (или другой потенциограф), они определяли величину разности потенциалов. Она оказалась равна примерно 60 мВ с отрицательным зарядом внутри аксона (это так называемый потенциал покоя – ПП). Если содержимое аксона заменяли на морскую воду, то никакой разности потенциалов зарегистрировать не удалось. В морской воде много ионов натрия и мало ионов калия. Если аксон наполняли морской водой, а омывающий солевой раствор готовили так, чтобы в нем было много ионов калия, то полярность мембранного потенциала менялась на противоположную. Отрицательный заряд был снаружи, а положительный – внутри. Величина разности потенциалов при этом была пропорциональна разнице в концентрации ионов калия в растворе. Если раздражали аксон электрическим током стимулами маленькой продолжительности, то регистрировали скачки потенциала, которые отличались по форме от раздражающих стимулов, но имели свою характерную форму, которая оставалась неизменной при многочисленных повторяющихся стимуляциях (это потенциал действия – ПД). Мембрана аксона на короткое время меняла заряд с отрицательного (внутри) на положительный, затем исходные значения мембранного потенциала (МП) восстанавливались. В случае замены растворов внутри и снаружи аксона также можно было зарегистрировать скачки МП, но в противоположном направлении – внутренняя сторона из положительной превращалась в отрицательную на столь же короткое время.

Из этих экспериментов можно сделать следующие выводы, которые справедливы и для других нервных клеток.

Все приведённые ниже высказывания разделите на три группы:

- 1 – относятся к проведённому опыту;
- 2 – в принципе верны, но не относятся к поставленному опыту;
- 3 – не верны и не имеют отношения к указанному опыту.

Пример высказываний и правильных ответов:

2 – Токи ионов натрия внутрь клетки, а калия из нее зависят как от концентрационного градиента этих ионов, так и от заряда на мембране (**в принципе верно, но не относится к поставленному опыту**).

1 – Для формирования ПП важно, чтобы клетка омывалась солевым раствором с низким содержанием калия (сходным по составу с морской водой) (**относится к проведённому опыту**).

2 – Восстановление ПП после генерации ПД обусловлено выходом ионов калия из клетки (**в принципе верно, но не относится к поставленному опыту**).

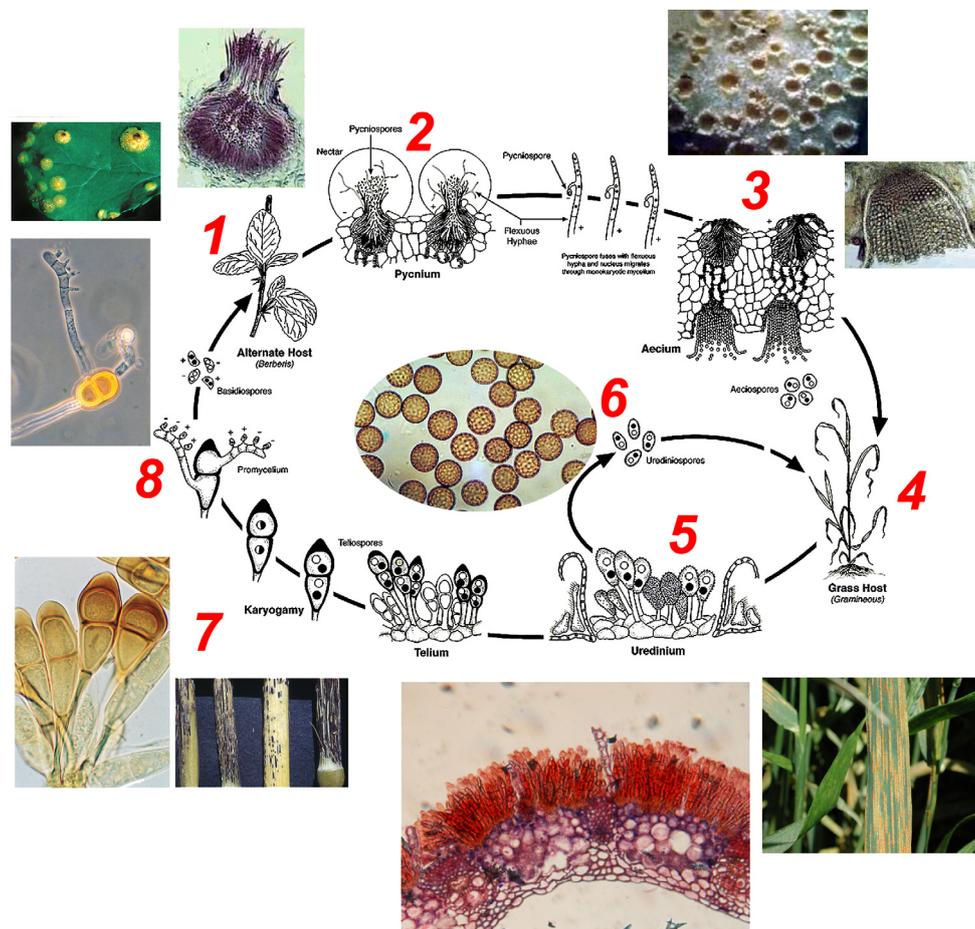
3 – Аксоны нервных клеток способны подобно электрическому кабелю проводить электрический сигнал, подаваемый на них, на большие расстояния без искажений (**не верно и не имеет отношения к указанному опыту**).

3 – Мембранные натриевые и калиевые каналы нуждаются в энергии для переноса ионов через мембрану (**не верно и не имеет отношения к указанному опыту**).

Задача по генетике

Максимальный суммарный балл за задание – 22 балла.

Эта задача требует анализа смены ядерных фаз в жизненном цикле и оценки взаимодействия гриба-паразита с растением-хозяином, которое зависит от генотипов обоих участников. При эффективном иммунном ответе происходит отрицательный отбор некоторых генотипов гриба – они становятся летальными. Решать задачу надо последовательно, продумывая и отвечая на вопросы задания в том порядке, в котором они представлены. Правильные ответы выделены красным цветом.



Жизненный цикл ржавчинных грибов протекает со сменой хозяев (см. рис.). Рассмотрим жизненный цикл *Puccinia graminis*. Ранней весной покоящиеся телиоспоры (7) прорастают в базидию (8). На ней формируется четыре базидиоспоры, которые заражают первого хозяина – барбарис (виды рода *Verberis*). Внутри листа развивается первичный мицелий, а затем на его верхней стороне – пикнидии (1) с новыми спорами (пикниоспорами). Для формирования вторичного мицелия необходимо слияние гифы одного пикнидия со спорой из другого (2). Только после этого из вторичного мицелия с нижней стороны листа образуются эциоспоры (3), которые могут заражать следующего хозяина – различные злаки (4). На злаках в течение лета образуются урениниоспоры, которые могут повторно заражать злаки (5,6). К концу сезона на злаках образуются зимующие телиоспоры (7), и цикл замыкается.

Если на ранних этапах поражения растение-хозяин смогло распознать метаболиты гриба, то возникает **реакция сверхчувствительности**: клетки в зоне заражения погибают вместе с гифами гриба, и растение оказывается устойчивым к болезни.

Среди всех веществ грибного происхождения учёные выделяют **элиситоры** – именно их может распознать растение-хозяин. Клетки растения-хозяина имеют рецепторы, которые связываются со своим элиситором. После связывания в клетку поступает сигнал о заражении, и начинается реакция сверхчувствительности. Если в среде нет элиситора (или у данного растения нет к нему

рецептора), то происходит успешное заражение растения.

Предположим, что один из элизиторов *Puccinia graminis* синтезируется грибом в два этапа.

Предшественник 1 → Предшественник 2 → Элизитор

За превращение предшественника 1 в предшественник 2 отвечает ген **A**. За превращение предшественника 2 собственно в элизитор отвечает ген **B**.

Среди рас *Puccinia graminis* есть такие, которые несут функциональный аллель **A**, а также такие, которые несут мутантный нефункциональный аллель **a**. Аналогично есть расы с функциональным аллелем **B** и с мутантным аллелем **b**. Допустим также, что ген **A** и ген **B** находятся на одной хромосоме на расстоянии 20 морганид.

Среди растений также наблюдается генотипическая изменчивость: они могут нести аллель функционального рецептора **R** (узнаёт элизитор) и нефункциональный мутантный аллель **r** (не узнаёт элизитор).

На лист злака с генотипом **rr** исследователь поместил одну эциоспору с генотипом **AaBb**. В эксперименте удалось получить телиоспоры, базидиоспоры, заразить барбарис и добиться образования пикниоспор и вторичного мицелия [Считайте, что барбарис был полностью восприимчив к инфекции]. Далее новыми эциоспорами заражали лист злака с генотипом **RR**. Выяснилось, что около половины спор не дали инфекции.

Как распределены аллели генов **A** и **B** по хромосомам в исходной эциоспоре?

Ответ (2,5 балла):

в одной из гомологичных хромосом ген **A** присутствует в форме **аллеля A**, а ген **B** – в форме **аллеля b**.

во второй из гомологичных хромосом ген **A** присутствует в форме **аллеля a**, а ген **B** – в форме **аллеля B**.

Рассчитайте более точно % успешных заражений эциоспорами нового поколения. Считайте, что на барбарисе все базидиоспоры дают успешное заражение, а продуктивность пикниоспор и вероятность участия в слиянии одинаковы и не зависят от генотипа.

Ответ: **49%**

Приведите обоснование ваших расчетов

(Эта часть задания оценивается экспертом. За правильный ход решения можно получить 5 баллов)

По условию исходная эциоспора несёт по два разных аллеля каждого гена. При этом функциональные аллели могут располагаться на одной и той же хромосоме (вариант I). Но есть и другая возможность: функциональные аллели находятся на разных хромосомах (вариант II). При образовании урединоспор и телиоспор аллели в хромосомах не могут рекомбинировать (происходит только митоз). Более того, хромосомы находятся в разных ядрах (фаза гетерокариона). Перед прорастанием телиоспор эти ядра сливаются и вступают в мейоз, образуя базидиоспоры. Для начала нужно рассчитать соотношение продуктов мейоза при сцепленном наследовании для двух вариантов и сравнить с наблюдаемыми результатами.

Вариант I.

До мейоза два функциональных аллеля находятся в одной из гомологичных хромосом (**AB**), а два нефункциональных – в другой (**ab**). Продуктов рекомбинации в сумме должно быть 20%. Половина из них (10%) придется на **Ab**, а вторая половина (еще 10%) - на **aB**. Остальные $100 - 20 = 80\%$ – это нерекомбинантные продукты: **AB** (40%) и **ab** (40%).

По условию задачи частота аллелей при образовании первичного мицелия, пикниоспор и эциоспор не должна измениться. Построим решетку для скрещивания в варианте I.

гаметы	40% <i>AB</i>	40% <i>ab</i>	10% <i>Ab</i>	10% <i>aB</i>
40% <i>AB</i>	16% <i>AABB</i>	16% <i>AaBb</i>	4% <i>AABb</i>	4% <i>AaBB</i>
40% <i>ab</i>	16% <i>AaBb</i>	16% <i>aaBb</i>	4% <i>Aabb</i>	4% <i>aaBB</i>
10% <i>Ab</i>	4% <i>AABb</i>	4% <i>Aabb</i>	1% <i>AAbb</i>	1% <i>AaBb</i>
10% <i>aB</i>	4% <i>AaBB</i>	4% <i>aaBb</i>	1% <i>AaBb</i>	1% <i>aaBB</i>

Жёлтой заливкой показаны варианты, в которых синтезируется элиситор (есть по одному функциональному аллелю каждого гена). Эти эциоспоры не будут давать эффективного заражения. Всего в варианте I будет $16 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 = 34\%$ успешных заражений, и $100 - 34 = 66\%$ неэффективных. Эти величины далеко отклоняются от 50% (в условии сказано – около половины). Следовательно, предположение о том, что оба функциональных аллеля находятся на одной хромосоме, неверное.

Вариант II.

До мейоза функциональные аллели находятся в разных гомологичных хромосомах (*Ab* и *aB*). Продуктов рекомбинации в сумме должно быть 20%. Половина из них (10%) придется на *AB*, а вторая половина (еще 10%) – на *ab*. Остальные $100 - 20 = 80\%$ – это нерекомбинантные продукты: *Ab* (40%) и *aB* (40%).

По условию задачи частота аллелей при образовании первичного мицелия, пикниоспор и эциоспор не должна измениться. Построим решетку для скрещивания в варианте I.

гаметы	40% <i>Ab</i>	40% <i>aB</i>	10% <i>AB</i>	10% <i>ab</i>
40% <i>Ab</i>	16% <i>AAbb</i>	16% <i>AaBb</i>	4% <i>AABb</i>	4% <i>Aabb</i>
40% <i>aB</i>	16% <i>AaBb</i>	16% <i>aaBB</i>	4% <i>AaBB</i>	4% <i>aaBb</i>
10% <i>AB</i>	4% <i>AABb</i>	4% <i>AaBB</i>	1% <i>AABB</i>	1% <i>AaBb</i>
10% <i>ab</i>	4% <i>Aabb</i>	4% <i>aaBb</i>	1% <i>AaBb</i>	1% <i>aabb</i>

Жёлтой заливкой показаны варианты, в которых синтезируется элиситор (есть по одному функциональному аллелю каждого гена). Эти эциоспоры не будут давать эффективного заражения. Всего в варианте II будет $16 + 16 + 4 + 4 + 4 + 4 + 1 = 49\%$ успешных заражений, и $100 - 49 = 51\%$ неэффективных. Эти величины очень близки к 50% (в условии сказано – около половины). Следовательно, функциональные аллели находятся на разных гомологичных хромосомах.

Далее в расчетах будем использовать только вариант II.

04

Какая доля эциоспор (и развившихся из них мицелиев) может синтезировать:

(4,5 балла)

а) только предшественник 1? Ответ: **25%**

б) только предшественник 2? Ответ: **0%**

в) как предшественник 1, так и предшественник 2 (без элиситора)? Ответ: **24%**

г) предшественник 1, предшественник 2 и элиситор? Ответ: **51%**

Приведите обоснование ваших расчетов

(Эта часть задания оценивается экспертом. За правильный ход решения можно получить 10 баллов)

а) Предшественник 1 без остальных продуктов биосинтеза должен накапливаться в случае нефункционального аллеля *a*. Это соответствует генотипам *aaBB* (16%), *aaBb* ($4 + 4 = 8\%$) и *aabb* (1%). В сумме **25%**.

б) Предшественник 2 образуется из предшественника 1, поэтому не будет эциоспор, у которых

есть только предшественник 2. Ответ: **0%**.

в) Как предшественник 1, так и предшественник 2 образуются в случае нефункционального аллеля *b* при нормально работающем аллеле *A*. Т.е. при генотипах эциоспор *AAbb* (16%) и *Aabb* ($4 + 4 = 8\%$). Итого – **24%**.

г) Полностью синтез элиситора состоится в том случае, если оба аллеля функциональны, т.е. при генотипах *A-B-*. Таких эциоспор образуется 51%. Поскольку генотип растения-хозяина *RR*, лист злака сможет развить реакцию сверхчувствительности в зоне попадания таких эциоспор. Т.е. в **51%** случаев заражение эциоспорами будет неэффективным.

Ответы на задание отборочного этапа Олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии 5–9 классы

Тестовая часть

Разминочное задание состоит из одного вопроса, правильное решение которого оценивалось 2 баллами. После отправки разминочного задания было доступно основное задание. Основное задание открывается в любом случае: как если участник отправил правильный, так и если он отправил неправильный ответ.

Пример разминочного теста (правильный ответ показан красным цветом).

Разминочный тест

У растения, представленного на фотографии, цветок соответствует формуле:

Выберите один ответ:



а) * $\text{Ч}_4 \text{Л}_4 \text{T}_{4+2} \text{П}_{(2)}$

б) * $\text{Ч}_{4+4} \text{Л}_4 \text{T}_\infty \text{П}_\infty$

в) * $\text{Ч}_{4+4} \text{Л}_4 \text{T}_\infty \text{П}_{(2)}$

г) * $\text{Ч}(4) \text{Л}_{4+2} \text{T}_{4+4+4} \text{П}_1$

Это растение – Калган (Лапчатка прямостоячая) из семейства Розовых (Розоцветных). В отличие от многих других представителей семейства, у этого вида число органов в цветке кратно 4. Лепестков точно 4, что видно на фото. Значит, формула (г) в которой указано Л_{4+2} – т.е. в сумме 6 лепестков – не подходит. Тычинок больше 12, что обозначается знаком бесконечности. Значит, формула (а) неправильная, остается выбор между формулами (б) и (в). Пестиков также много, они свободные. Значит, $\text{П}_{(2)}$ – неверный ответ. Остается только формула цветка (б).

Первые 19 вопросов представляют собой тест с выбором одного правильного решения из 4 возможных. За каждый правильный ответ участник получает 2 балла. Вопросы для каждого из участников подбираются индивидуально – случайным образом из общей базы данных.

Ниже даны примеры тестов из основного задания (правильный ответ показан красным цветом).

Тест 1

Выберите растение с мутовчатыми листорасположением:

Выберите один ответ:

а. можжевельник обыкновенный

б. туя западная

с. сосна сибирская

д. лиственница европейская

Тест 2.

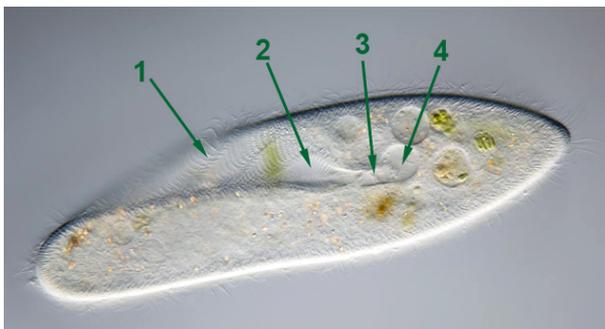
К какому отряду принадлежит животное, представленное на фотографии?
Выберите один ответ:



- a. Пухоеды
- b. Уховёртки
- c. Трипсы**
- d. Блохи

Тест 3.

Какой цифрой обозначена клеточная глотка?



- A – 1
- Б – 2
- В – 3**
- Г – 4

Тест 4.

Представленное на фотографии животное дышит (выберите один ответ):



- a. с помощью лёгкого
- b. с помощью жабр**
- c. с помощью трахей
- d. не имеет специализированных органов дыхания

Тест 5.

Представленное на фотографии растение относится к семейству:



а) к какому-то другому семейству

б) Розовые (Розоцветные)

в) Астровые (Сложноцветные)

г) Бобовые

Тест 6.

Бинокулярное зрение НЕ характерно для:

Выберите один ответ:

а. человека

б. кошки

с. кролика

д. совы

Тест 7.

Какое животное изображено на фотографии (выберите один ответ):



а. личинка жесткокрылых

б. личинка чешуекрылых

с. взрослая многоножка

д. взрослый малощетинковый червь

Тест 9.

На фотографии изображён представитель:



- отряда Прямокрылые
- отряда Перепончатокрылые
- **отряда Богомолы**
- отряда Привидениевые

Тест 10.

На фотографии изображён представитель:



- отряда Богомолы
- **отряда Прямокрылые**
- отряда Перепончатокрылые
- отряда Привидениевые

Тест 11.

На фотографии изображён представитель:



- ракообразных
- пауропод
- двупарноногих многоножек
- **губоногих многоножек**

Тест 12.

На фотографии изображён представитель:



- ракообразных
- паукообразных
- **двупарноногих многоножек**
- губоногих многоножек

Тест 13.

На фотографии изображён представитель:



- малощетинковых червей
- ракообразных
- **двупарноногих многоножек**
- многощетинковых червей

Тест 14.

На фотографии изображён представитель:



- **двустворчатых моллюсков**
- кишечнополостных
- многощетинковых червей
- иглокожих

Тест 15.

Представленное на фотографии растение относится к семейству:



- а) Астровые (Сложноцветные)**
- б) Кактусовые
- в) Аизовые
- г) к какому-то другому семейству

Тест 16.

Представленное на фотографии растение относится к семейству:



- а) к какому-то другому семейству**
- б) Астровые (Сложноцветные)
- в) Сельдерейные (Зонтичные)
- г) Колокольчиковые

Тест 17.

Представленное на фотографии растение относится к семейству:



- а) к какому-то другому семейству**
- б) Мятликовые (Злаковые)
- в) Ситниковые
- г) Лилейные

Тест 18.

У растения, представленного на фотографии, цветок соответствует формуле:



- а) * Ч₄ Л₄ Т₄₊₄ П₍₄₎
- б) * Ч₄ Л₄ Т₄₊₂ П₍₂₎
- в) ↑ Ч₄ Л₄ Т₄₊₂ П₍₂₎
- г) * Ч₍₄₎ Л₄₊₂ Т₄₊₄ П₍₂₎

Тест 19.

У растения, представленного на фотографии, соцветие – это:



- а) Сложный колос
- б) Плотная метёлка из колосков
- в) Простой колос**
- г) Головка

Задание по ботанике

Участнику предлагается две случайно выбранных фотографии плодов. По прилагаемому в задании ключу необходимо определить букву шифра и вписать ее в поле ответа. Далее дан один пример выполнения задания.

Допустим, что из базы данных участнику предложена следующая фотография (см. след. стр.) Это растение – Княженика (*Rubus arcticus*, «Малина арктическая»). Знать название растения для успешного прохождения теста не обязательно. Предполагается, что строение плода малины известно школьникам по другим представителям (по Малине обыкновенной), и, опираясь на эти знания, можно ответить на вопросы теста. Этот тип плода – многокостянка. Название типа плода также не важно для выполнения задания, но оно может помочь. Например, в справочниках можно найти строение для такого плода, из верхней или из нижней завязи он развивается и т.п.



Правильный ход определения показан красным цветом.

1. Околоплодник, возникший из стенки завязи, при полном созревании имеет сочные ткани ... 2

+ Околоплодник при полном созревании состоит только из сухих или кожистых тканей (без сочной мякоти) ... 11

2. Некоторые ткани околоплодника при созревании становятся твёрдыми за счёт сильного одревеснения или склерификации ... 3

+ Все части околоплодника остаются либо сочными, либо кожистыми, но не одревесневают и не склерифицируются ... 6

3. Плод развивается из нижней завязи **Буква шифра А.**

+ Плод развивается из верхней завязи ... 4

4. Каждая часть, развившаяся из отдельного пестика, содержит одно семя ... 5

+ Каждая часть, развившаяся из отдельного пестика, содержит несколько семян ... **Буква шифра Б.**

5. Цветоложе при плоде сильно разрастается .. **Буква шифра В.**

+ Цветоложе при плодах не разрастается **Буква шифра Г.**

6(2). В построении плода участвует один плодолистик 7

+ Плод составлен из нескольких плодолистиков ... 8

7. Плод многосемянный ... **Буква шифра Д.**

+ Плод односемянный ... **Буква шифра Е.**

8(6). Гинецей синкарпный. Сочные ткани развиваются в виде выростов эндокарпа ... **Буква шифра Ж.**

+ Гинецей паракарпный. Мезокарп превращается в сочные ткани... 9

9. Плод развивается из нижней завязи ... **Буква шифра З.**

+ Плод развивается из верхней завязи ... 10

10. Зона опадения плода расположена на цветоножке. Чашечка при плоде сильно разрастается ... **Буква шифра И.**

+ Зона опадения плода находится между чашечкой и плодолистиками. Чашечка при плоде не разрастается ... **Буква шифра К.**

11(1). При зрелых плодах остаются видоизменённые листья, окружающие цветок: прицветники, прицветнички или листочки обёртки. Эти листья способствуют распространению плодов ... 12

+ Обычно при зрелых плодах листья, окружающие цветок, не сохраняются. В том случае, когда эти листья сохраняются, они не несут функции распространения плодов ... 14

12. Распространение плодов зоохорное ... **Буква шифра Л.**

+ Распространение плодов анемохорное ... 13

13. Цветки сидячие ... **Буква шифра М.**

+ Цветки на более-менее длинных цветоножках ... **Буква шифра Н.**

14(11). Околоплодник, развившийся из стенки завязи, снабжён выростами, которые

приспособлены для распространения ветром ... **Буква шифра О.**

+ Околоплодник без таких выростов ... 15

15. Каждая часть плода, возникшая из отдельного пестика, содержит одно семя. Плоды всегда невскрывающиеся ... 16

+ Каждая часть плода, возникшая из отдельного пестика, содержит несколько семян. Плоды как правило вскрывающиеся, в редких случаях – невскрывающиеся ... 20

16. При зрелых плодах всегда есть сильно разросшиеся части цветка ... 17

+ При плодах если и сохраняются части цветка, то они не разрастаются ... 18

17. При плодах сохраняется чашечка с подчашием. Разросшаяся часть цветка – цветоложе ...

Буква шифра П.

+ При плодах сохраняется чашечка без подчашия. Разросшаяся часть цветка – гипантий ...

Буква шифра Р.

18(16). Плоды заключены внутри камеры, образованной разросшимися осями соцветия ...

Буква шифра С.

+ Плоды лежат свободно, оси соцветия не разрастаются при плодах ... 19

19. Семенная кожура в процессе развития прирастает к стенке завязи и в зрелых плодах не отделяется от околоплодника ... **Буква шифра Т.**

+ В процессе развития покровы семени не прирастают к стенке завязи, в зрелых плодах легко отделяются от околоплодника ... **Буква шифра У.**

20(15). В процессе развития внешний покров семязачатка (наружный интегумент) и/или семяножка образуют многочисленные очень длинные мягкие тонкие выросты, которые сохраняются при семенах ... **Буква шифра Ф.**

+ Покровы семени без длинных выростов ... 21

21. Ткани, развившиеся из внешнего покрова семязачатка (наружного интегумента), в зрелых плодах ярко окрашены, поскольку обильно синтезируют антоцианы или каротиноиды ... **Буква шифра Х.**

+ Семенная кожура серой, коричневой или чёрной окраски, без яркой пигментации ... 22

22. Экзокарп покрыт более-менее выраженными шипами ... **Буква шифра Ц.**

+ Экзокарп без шипов ... 23

23. Каждый пестик образован одним плодолистиком ... 24

+ Каждый пестик составлен из двух и более плодолистиков ... 25

24. Семена снабжены мирмекохорным придатком (элайосомой) ... **Буква шифра Ч.**

+ Семена без мирмекохорного придатка ... **Буква шифра Ш.**

25. Плод разламывается поперечными трещинами на односемянные фрагменты ... **Буква шифра Щ.**

+ Плод вскрывается продольными швами, при этом семена высвобождаются ... **Буква шифра Э.**

Ответ: **Буква шифра В.**

Задание по зоологии позвоночных

Это задание очень похоже на задание по ботанике. Оно индивидуально. Из общей базы данных для участника случайно подобраны 2 фотографии птиц, иллюстрирующие наиболее характерные признаки этой птицы. Ответ представляет собой одну из букв, набранную в русской раскладке клавиатуры. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 8 баллов, суммарный балл за это задание не превышает 16 баллов.

Задание по зоологии построено на том, чтобы в определительном ключе правильным образом расставить фотографии представителей класса Птиц. При создании фотографий использованы тушки птиц из музейной коллекции. На фотографиях изображены такие части тела птицы, как клюв и задние конечности. Эти части тела отражают особенности экологии птиц, и по ним можно определить отряд представленного объекта. В большинстве случаев для правильного расположения объекта в определительном ключе не требуется знать вид животного. В то же время элементы окраски головы, хвоста и тела птицы в ряде случаев достаточно точно позволяют

определить и вид птицы. Стоит отметить, что использованные в задании виды птиц обитают на территории России, а большинство являются типичными для европейской части нашей страны. Экзотические тропические виды в задании не представлены.

В качестве важных признаков, на которые стоит обратить внимание при выполнении задания, можно отметить следующие. Для клюва - его пропорции (удлинённый, расширенный в основании и т.п.), наличие загнутого конца, зубцов, поперечных пластин, трубкообразных структур на надклювье, присутствие ямок для механорецепторов. Многие из этих признаков связаны с определённым типом кормодобывания птиц. Для задних конечностей – охват пальцев плавательной перепонкой (все пальцы охвачены общей перепонкой, либо каждый палец по отдельности и т.п.), оперённость ног, форма когтей, общее количество пальцев на конечностях, взаимное расположение пальцев. Эти признаки отражают, как среду обитания птиц, так и способы их кормодобывания. После определения отряда, а в некоторых случаях и вида птицы, может потребоваться знание некоторых особенностей поведения этой группы птиц или характера её пения. Для представления о размере птицы на фотографиях имеется мерная линейка. Для успешного выполнения задания стоит также поинтересоваться, что такое кинетизм черепа.

Допустим, что из базы данных участник получил следующую фотографию.



Это Пустельга обыкновенная (*Falco tinnunculus*). Далее красным цветом выделен правильный ход определения данной птицы. Правильный ответ – буква шифра О.

1. Для черепа характерен ринхокинетизм. Клюв усажен большим количеством механорецепторов ... **Буква шифра А.**

+ Череп не обладает такой подвижностью ... 2.

2. Ротовой аппарат приспособлен для сбора воздушного планктона ... 3.

+ Ротовой аппарат приспособлен для питания более крупной или более грубой пищей ... 4.

3. Ведут дневной образ жизни. Пальцы задних конечностей приспособлены для удержания на вертикальных поверхностях ... **Буква шифра Б.**

+ Ведут ночной образ жизни. Очень крупные глаза. Гнездо устраивают на земле ... Буква шифра В.

4(2). Водоплавающие птицы ... 5.

+ Птицы наземных биотопов ... 10.

5. Задние конечности приспособлены преимущественно для плавания. В некоторых странах этих птиц используют для охоты на рыбу ... **Буква шифра Г.**

+ Задние конечности приспособлены как для плавания, так и для хождения по твёрдому субстрату ... 6.

6. Ноги птиц относительно длинные и приспособлены для передвижения по топкому грунту. На каждом пальце задних конечностей имеется своя фестончатая оторочка ... **Буква шифра Д.**

+ Три из четырёх пальцев задних конечностей одеты в общую плавательную перепонку ... 7.

7. Эти птицы обладают неплохим обонянием и способны по запаху крупных скоплений планктона предвидеть появление рыбы в районе охоты ... **Буква шифра Е.**

+ Обоняние не играет в жизни этих птиц такого большого значения ... 8.

8. На клюве имеются различные выросты в виде роговых зубчиков или поперечных пластин для удержания пищи ... 9.

+ Роговых зубчиков и пластин на клюве птиц нет. Питаются преимущественно рыбой, выхватывая её из воды с лёту ... **Буква шифра Ж.**

9. Птицы питаются рыбой или крупными беспозвоночными ... **Буква шифра З.**

+ Птицы питаются как животными, так и растительными кормами значительно меньшего размера, которые могут отфильтровывать из воды ... **Буква шифра И.**

10(4). Хищники, питающиеся позвоночными ... 11.

+ Преимущественно насекомоядные или растительноядные птицы ... 15.

11. Имеется подобие наружного уха из перьев ввиду ночного образа жизни ...

Буква шифра К.

+ **Подобие наружного уха из перьев отсутствует ... 12.**

12. Охотятся на открытых пространствах ... 13.

+ Охотятся в лесу ... **Буква шифра Л.**

13. Охотятся преимущественно на птиц в полёте ... **Буква шифра М.**

+ **Охотятся преимущественно на наземных позвоночных ... 14.**

14. Высматривая добычу, используют парящий полёт ... **Буква шифра Н.**

+ **Высматривая добычу, часто используют зависающий полёт ... **Буква шифра О.****

15(10). Кроме крупных насекомых, могут охотиться и на мелких позвоночных ...

Буква шифра П.

+ Иной тип питания. Специально на позвоночных не охотятся ... 16.

16. Преимущественно насекомоядные птицы ... 17.

+ Преимущественно растительноядные птицы ... 20.

17. На задних конечностях два пальца развёрнуты вперёд, и два - назад ... 18.

+ На задних конечностях три пальца развёрнуты вперёд, и один - назад ... 19.

18. Жёсткие перья хвоста помогают при передвижении по вертикальным стволам деревьев ...

Буква шифра Р.

+ Перья хвоста относительно мягкие. Развита гнездовая паразитизм ... Буква шифра С.

19(17). В летний период питается преимущественно насекомыми. Имеет сильные ноги, на которых может подвешиваться вниз головой к тонким концевым ветвям деревьев, собирая таким образом насекомых ... **Буква шифра Т.**

+ В летний период питается не только насекомыми, но и ягодами. Насекомых собирает преимущественно на земле ... **Буква шифра У.**

20(16). Преимущественно зерноядная птица, размером с воробья. Песню сравнивают иногда с фразой: «Мужик, мужик, вези сено, не трясии» ... **Буква шифра Ф.**

+ Растительноядные птицы, размером с голубя или крупнее ... 21.

21. Цевка оперена до пальцев. Имеются все 4 пальца задних конечностей. Размер – крупнее голубя ... **Буква шифра Х.**

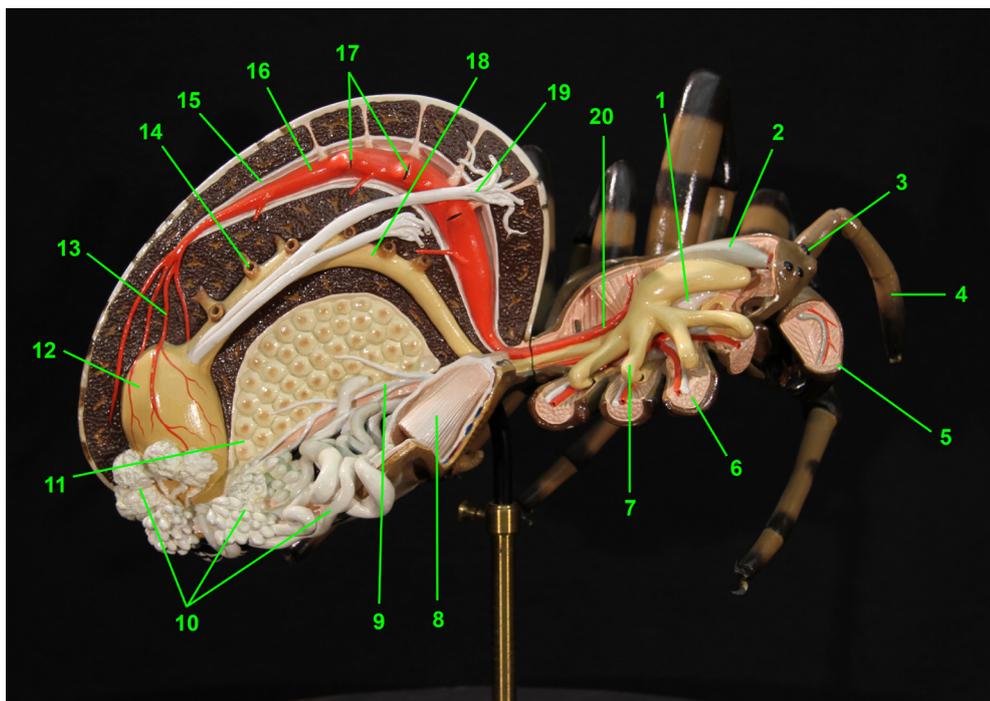
+ Цевка оперена, но первый палец полностью редуцирован, а третий и четвёртый срастаются в основании. Ранее этих птиц относили к голубеобразным ... **Буква шифра Ц.**

Ответ: **Буква шифра О.**

Задание по зоологии беспозвоночных

Максимальный балл за задание – 20 баллов.

В вопросе представлена модель строения паука.



Правильные ответы:

- 1 – нервная система
- 2 – ядовитая железа
- 3 – глаз
- 4 – педипальпа
- 5 – хелицера
- 6 – мышцы
- 7 – вырост кишечника
- 8 – лёгкое
- 9 – трахеи
- 10 – паутинные железы
- 11 – яичник
- 12 – вырост задней кишки (стеркоральный карман)
- 13 – кровеносные сосуды
- 14 – печёночные протоки
- 15 – перикардиальный синус
- 16 – сердце
- 17 – остии
- 18 – кишечник
- 19 – мальпигиевы сосуды
- 20 – передняя аорта

Задание по физиологии животных (эксперимент)

Это задание рассчитано на школьников, которые уже начали изучать физиологию и анатомию человека, имеют начальное представление о проведении биологического эксперимента и начальные сведения по химии. Для школьников более младшего возраста это задание не обязательно для выполнения. Результаты подводились отдельно по каждому классу.

Поскольку нужно разобраться в том, как нервная клетка может дать потенциал действию (ПД), для выполнения задания необходимо было по справочной литературе познакомиться с

механизмами возникновения электрических явлений на мембране.

Задание индивидуально. Из базы данных для вас подбирается 4 случайных высказывания, которые нужно распределить по трём группам.

Максимальный балл за задание – 8 баллов.

А.Ходжкин и А.Хаксли провели серию экспериментов с гигантским аксоном кальмара. Это действительно гигантское нервное волокно с диаметром 0,5–1,0 мм и длиной в несколько десятков сантиметров, что было удобно для различных манипуляций. Учёные измеряли разность потенциалов между внутренней и наружной стороной мембраны гигантского аксона. В качестве регистрирующих электродов они использовали тоненькие проволочки – одну вставляли внутрь волокна, а другую помещали в омывающий раствор (морскую воду). Присоединив провода к усилителю и выведя сигнал на осциллограф (или другой потенциограф), они определяли величину разности потенциалов. Она оказалась равна примерно 60 мВ с отрицательным зарядом внутри аксона (это так называемый потенциал покоя – ПП). Если содержимое аксона заменяли на морскую воду, то никакой разности потенциалов зарегистрировать не удалось. В морской воде много ионов натрия и мало ионов калия. Если аксон наполняли морской водой, а омывающий солевой раствор готовили так, чтобы в нем было много ионов калия, то полярность мембранного потенциала менялась на противоположную. Отрицательный заряд был снаружи, а положительный – внутри. Величина разности потенциалов при этом была пропорциональна разнице в концентрации ионов калия в растворе. Если раздражали аксон электрическим током стимулами небольшой продолжительности, то регистрировали скачки потенциала, которые отличались по форме от раздражающих стимулов, но имели свою характерную форму, которая оставалась неизменной при многочисленных повторяющихся стимуляциях (это потенциал действия – ПД). Мембрана аксона на короткое время меняла заряд с отрицательного (внутри) на положительный, затем исходные значения мембранного потенциала (МП) восстанавливались. В случае замены растворов внутри и снаружи аксона также можно было зарегистрировать скачки МП, но в противоположном направлении – внутренняя сторона из положительной превращалась в отрицательную на столь же короткое время.

Из этих экспериментов можно сделать следующие выводы, которые справедливы и для других нервных клеток.

Все приведённые ниже высказывания разделите на три группы:

- 1 – относятся к проведённому опыту;
- 2 – в принципе верны, но не относятся к поставленному опыту;
- 3 – не верны и не имеют отношения к указанному опыту.

Пример высказываний и правильных ответов:

3 – потенциал покоя на мембране аксона формируется в силу отсутствия отрицательно заряженных ионов в морской воде, омывающей аксон (**не верно и не имеет отношения к указанному опыту**).

1 – ведущая роль в формировании ПП и генерации ПД принадлежит мембране, а не другим структурам клетки (**относятся к проведённому опыту**).

2 – в норме градиент концентрации потенциал-образующих ионов поддерживается натрий-калиевым насосом (**в принципе верно, но не относится к поставленному опыту**).

3 – аксоны нервных клеток способны подобно электрическому кабелю проводить электрический сигнал, подаваемый на них, на большие расстояния без искажений (**не верно и не имеет отношения к указанному опыту**).

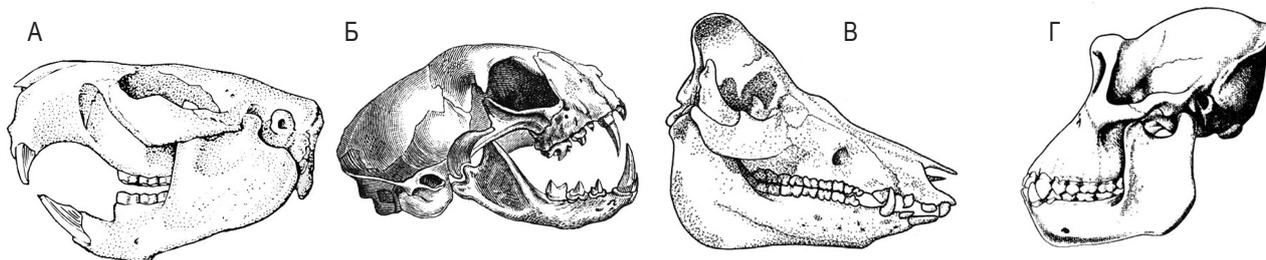
2 – помимо ионов натрия и калия в формировании ПП и генерации ПД могут принимать участие другие неорганические ионы, например, хлорид и кальций (**в принципе верно, но не относится к поставленному опыту**).

Ответы на задание заключительного этапа Олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии 10–11 классы

Вариант 1

Блок 1 [1]

Задание 1 (8 баллов). Сопоставьте к каким отрядам Млекопитающих относятся объекты, черепа которых изображены на рисунках▼. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Непарнокопытные; 2 – Парнокопытные; 3 – Грызуны; 4 – Хищные; 5 – Рукокрылые; 6 – Приматы; 7 – Зайцеобразные; 8 – Насекомоядные; 9 – Ластоногие; 10 – Китообразные



Ответ:

А – 3 (Грызуны)

В – 2 (Парнокопытные)

Б – 4 (Хищные)

Г – 6 (Приматы)

Задание 2 (8 баллов). Для перечисленных растений шифром укажите тип завязи. 1 – завязь нижняя, околоцветник прикреплен на верхушке завязи. 2 – завязь верхняя, околоцветник прикреплен у основания завязи.

а) томат; б) огурец; в) баклажан; г) роза; д) киви; е) подсолнечник; ж) редис; з) абрикос.

Ответ:

а) – 2

в) – 2

д) – 2

ж) – 2

б) – 1

г) – 2

е) – 1

з) – 2

Задание 3 (4 балла). Укажите порядок протекания процессов при фотосинтезе:

а) поглощение света – образование O_2 – фиксация CO_2 – синтез АТФ и НАДФН – синтез сахаров;

б) поглощение света – синтез сахаров – синтез АТФ и НАДФН – фиксация CO_2 – образование O_2 ;

в) поглощение света – фиксация CO_2 – образование O_2 – синтез АТФ и НАДФН – синтез сахаров;

г) поглощение света – образование O_2 – синтез АТФ и НАДФН – фиксация CO_2 – синтез сахаров;

д) поглощение света – синтез АТФ и НАДФН – фиксация CO_2 – образование O_2 – синтез сахаров.

Ответ:

г)

Задание 4 (8 баллов). Для перечисленных растений условным шифром укажите пол цветков.

1 – цветки всегда обоеполые. 2 – есть мужские и женские цветки.

а) салат; б) томат; в) батат; г) огурец; д) мокрица; е) крапива; ж) осот; з) пырей.

Ответ:

а) – 1

в) – 1

д) – 1

ж) – 1

б) – 1

г) – 2

е) – 2

з) – 1



Задание 5 (10 баллов). С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке.

Семейство: А – Розоцветные; Б – Крестоцветные; В – Паслёновые; Г – Бобовые; Д – Лилейные; Е – Злаковые.

Цветок: Ж – актиноморфный; З – зигоморфный; И – неправильный

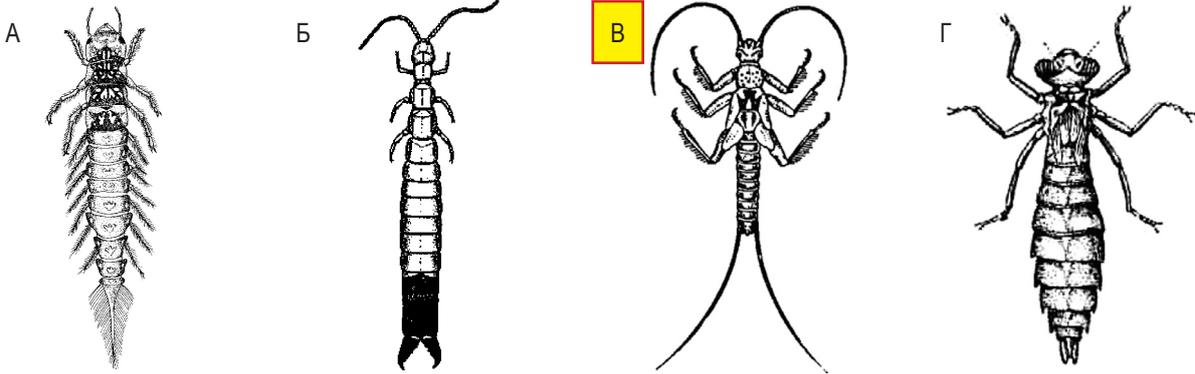
Завязь: К – верхняя; Л – нижняя

Плод: М – ягода; Н – орешек или многоорешек; О – костянка; П – зерновка; Р – семянка; С – стручок или стручочек; Т – боб; У – коробочка

Околоцветник: Ф – двойной; Х – простой; Ц – редуцированный

Ответ: Г, З, К, Т, Ф.

Задание 6 (4 балла). Личинка веснянки изображена на рисунке:

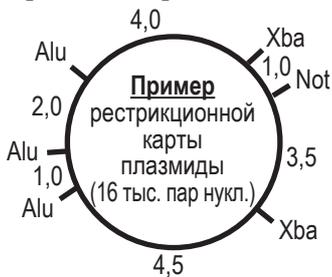


Ответ: В

Блок 2 [10]

Задача 1 (12 баллов). У многих бактерий для защиты от вирусов есть специальные ферменты – рестриктазы. Они расщепляют ДНК по определённым последовательностям, которые в ДНК бактерий данного вида отсутствуют или модифицированы присоединением к основанию метильной группы. Эти ферменты называют по первым буквам латинского названия рода и вида бактерии, например, **Eco** – *Escherichia coli* – рестриктаза из кишечной палочки. При действии такого фермента на очищенную ДНК разрывы происходят в строго определённых местах, и образуются фрагменты ДНК определённой длины. Сравнивая расщепление исследуемой ДНК различными

Рестриктазы	Длины фрагментов в тысячах пар нуклеотидов
Sal	Два по 5
Hind	6 и 4
Ava	5,5 и 4,5
Sal + Hind	4; 3; 2 и 1
Sal + Ava	3,5; 3; 2 и 1,5
Hind + Ava	4; 2,5; 2 и 1,5

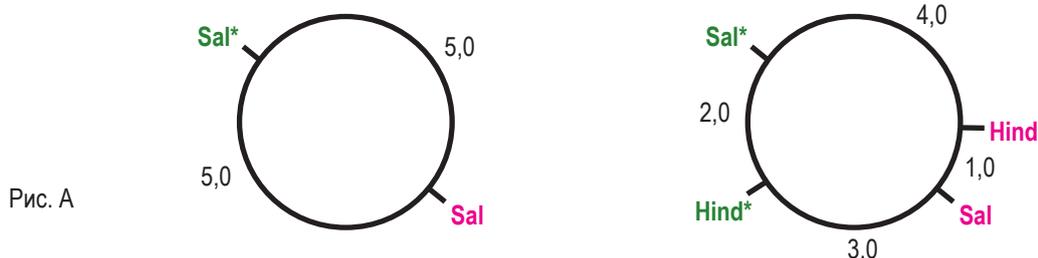


рестриктазами и их комбинациями, можно определить относительное расположение точек расщепления и построить **рестрикционную карту** данной последовательности ДНК. Из клеток бактерий выделили небольшую кольцевую ДНК – плазмиду, несущую ген устойчивости к пенициллину. Расщепление этой плазмиды тремя рестриктазами дало следующие фрагменты (см. таблицу). По этим данным постройте рестрикционную карту плазмиды, расположив на ней все точки расщепления. Ответ обоснуйте и оформите по образцу (как на рис.).

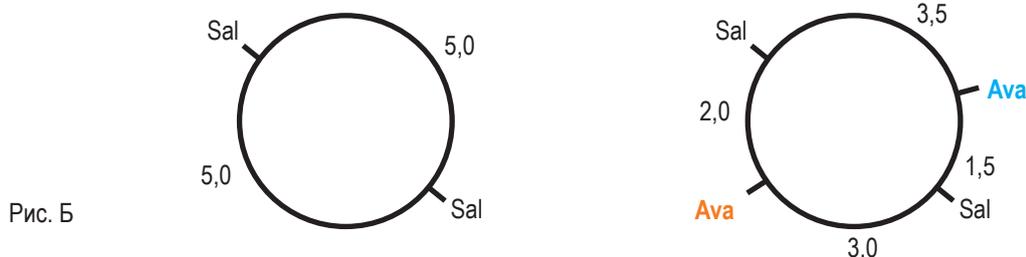
Решение

Для начала можно определить, как на плазмиде располагаются сайты рестрикции Sal и Hind друг относительно друга. Поскольку Sal даёт два фрагмента одинаковой длины (5 тыс. п.н.), а после обработки Sal+Hind получаются фрагменты 4; 3; 2 и 1, то очевидно, что один из фрагментов Sal разрезается Hind на фрагменты 4 и 1 (4 + 1 = 5), а другой – на фрагменты 3 и 2 (3 + 2 = 5).

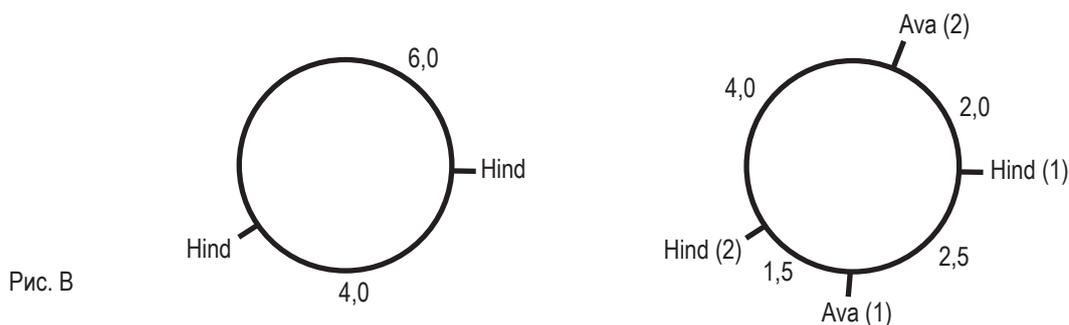
Рестриктаза *Hind* даёт фрагменты 6 и 4 тыс. п. н. После обработки *Sal*+*Hind* фрагмент 6 тыс. п.н. разрезается на фрагменты 4 и 2 тыс. п. н., а фрагмент 4 тыс. п.н. – на 3 и 1 соответственно. Исходя из этого можно начать строить рестрикционную карту плазмиды. Отметим, что сайты рестрикции *Sal* несимметричны (показано цветом). Ближайший сайт рестрикции *Hind* также обозначим соответствующим цветом.



Теперь нужно расставить сайты рестрикции *Ava*. При совместном действии *Sal*+*Ava* получается четыре фрагмента: 3,5 тыс. п. н.; 3 тыс. п. н., 2 тыс. п. н. и 1,5 тыс. п. н. Очевидно, что один из фрагментов *Sal* разрезается *Ava* на 3,5 и 1,5 тыс. п. н. ($3,5 + 1,5 = 5$), а второй – на 3 и 2 тыс. п. н. ($3 + 2 = 5$) соответственно. Аналогично можно построить карту для *Sal* и *Ava*.



Теперь построим еще одну вспомогательную карту для *Hind* и *Ava*. Очевидно, что фрагмент *Hind* длиной 6 тыс. п. н. разрезается *Ava* на фрагменты 4 и 2 тыс. п. н., а фрагмент *Hind* 4 тыс. п. н. разрезается *Ava* на фрагменты 2,5 и 1,5 тыс. п. н. При этом фрагменты 4 и 1,5 должны оказаться рядом (как и фрагменты 2 и 2,5). Это следует из данных по обработке плазмиды только *Ava*. Карта по *Hind* и *Ava* выглядит следующим образом.



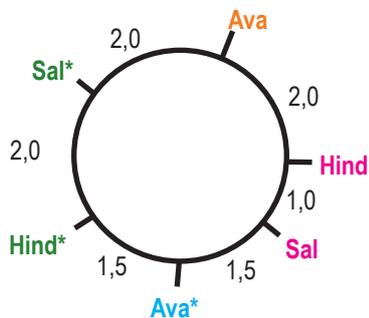
Для окончательного решения необходимо совместить все полученные рестрикционные карты. При этом мы можем столкнуться с ситуацией, когда одну из карт придётся либо симметрично отобразить, либо повернуть на некоторый угол. Есть две возможности такого совмещения.

- 1) Сайт **Hind (1)** на рис. В соответствует сайту **Hind***, помеченному зелёным цветом на рис. А.
 - 2) Сайт **Hind (1)** на рис. В соответствует сайту **Hind**, помеченному розовым цветом на рис. А.
- Рассмотрим обе возможности.

1) В случае **Hind (1)=Hind*** сайты рестрикции *Sal* должны находиться на расстоянии 2 (**Sal***) и 3 тыс. п. н. (**Sal**). Тогда точка рестрикции *Sal* окажется на расстоянии 0,5 тыс. п. н. от **Ava (1)** (см. рис. В). При совместном действии на ДНК плазмиды *Sal*+*Ava* должен получиться фрагмент длиной 0,5 тыс. п. н. Однако это противоречит условию: самый маленький фрагмент – 1,5 тыс. п. н.

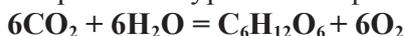
2) В случае **Hind (1)=Hind** сайты рестрикции Sal должны находиться на расстоянии 1 (**Sal**) и 4 тыс. п. н. (**Sal***). В этом случае сайт **Sal** окажется на расстоянии 1,5 от сайта **Ava (1)**, а сайт **Sal*** – на расстоянии 2,0 от сайта **Ava (2)**. Таким образом, сопоставляя рис. Б и рис. В, мы находим, что **Ava (1) = Ava***, тогда как **Ava (2) = Ava**, и мы должны отобразить карту на рис. Б зеркально. Итоговая рестрикционная карта выглядит следующим образом.

Ответ:



Если карта зеркально симметрична приведенной в ответе, и/или повернута на некоторый угол, это не является ошибкой. Задачу также можно было начинать решать с построения начальной карты для любой рестриктазы.

Задача 2 (10 баллов). Чтобы определить скорость продукции и деструкции органического вещества в водоёмах экологи используют **метод светлых и тёмных склянок**. Три склянки равного объёма заполняют водой из водоёма. В пробу попадают различные планктонные организмы (фитопланктон, бактериопланктон и др.). В первой из светлых склянок (из прозрачного стекла) определяют начальную концентрацию O_2 . Вторую светлую и тёмную (светонепроницаемую) склянку помещают в естественную среду на 24 часа, а затем в обеих склянках определяют концентрацию O_2 . Далее производят пересчёт по уравнению фотосинтеза:



Найдем соотношение масс продуктов этой химической реакции.

Масса глюкозы $C_6H_{12}O_6 = 12 \times 6 + 1 \times 12 + 6 \times 16 = 180$ г. Масса $6O_2 = 16 \times 2 \times 6 = 192$ г.

Таким образом, на один грамм выделившегося кислорода приходится 0,94 г образовавшегося органического вещества $[C_{орг}] - 180 : 192 = 0,9375$. Для дальнейшего пересчёта от кислорода к органическому веществу округлим этот коэффициент до **0,94**.

Пусть начальное содержание $O_2 - 9,25$ мг/л;

в темной склянке после экспозиции в течение 24 часов содержание $O_2 - 8,65$ мг/л;

а в светлой склянке после экспозиции в течение 24 часов содержание $O_2 - 11,85$ мг/л.

Рассчитайте чистую и валовую продукцию в пробе по органическому веществу ($C_{орг}$ мг/л).

Решение

Чистая продукция = валовая продукция – дыхание

Валовая продукция, оцененная по кислороду, равна

$$11,85(O_2 \text{ мг/л}) - 8,65(O_2 \text{ мг/л}) = 3,2(O_2 \text{ мг/л})$$

Для перехода к органическому углероду необходимо умножить полученное значение на 0,94:

$$3,2 \times 0,94 = 3,01(C_{орг} \text{ мг/л})$$

$$\text{Дыхание (деструкция)} = 9,25(O_2 \text{ мг/л}) - 8,65(O_2 \text{ мг/л}) = 0,6(O_2 \text{ мг/л})$$

$$\text{Чистая продукция} = 3,2(O_2 \text{ мг/л}) - 0,6(O_2 \text{ мг/л}) = 2,6(O_2 \text{ мг/л})$$

Для перехода к органическому углероду необходимо умножить полученное значение на 0,94:

$$2,6 \times 0,94 = 2,44(C_{орг} \text{ мг/л}).$$

Ответ:

Чистая продукция = 2,44 ($C_{орг}$ мг/л)

Валовая продукция = 3,01($C_{орг}$ мг/л)

Задача 3 (10 баллов). Какие изменения должны произойти в строении электрических органов у африканского электрического сома (*Malapterurus electricus*), если в молодом возрасте он давал разряд с напряжением 150 В и мощностью 30 Вт; повзрослев, он смог дать разряд с напряжением 350 В и мощностью 70 Вт? Рассчитайте, во сколько раз должно измениться общее число электроцитов (клеток, генерирующих электрический разряд), число электроцитов в отдельном столбике, и число столбиков, в которые они собраны, если считать, что свойства электроцитов с возрастом изменяются незначительно.

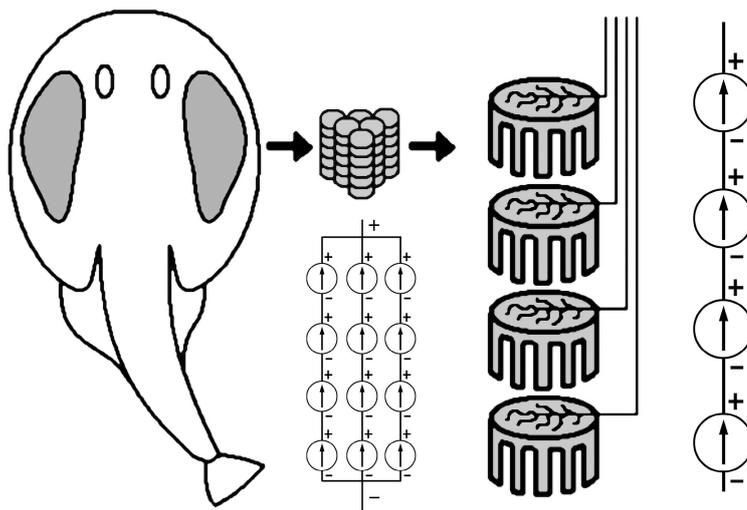


Схема расположения электроцитов у электрических рыб

Решение

Мощность электрического разряда выражается формулой:

$$W = U \times I,$$

где U – напряжение, а I – сила тока.

Рассчитаем силу тока, которая возникает при разряде у молодой и у взрослой рыбы.

Молодой сом:

$$30 \text{ Вт} : 150 \text{ В} = 0,2 \text{ А}$$

Взрослый сом:

$$70 \text{ Вт} : 350 \text{ В} = 0,2 \text{ А}$$

Таким образом, с возрастом сила тока, генерируемого рыбой, не изменилась, но при этом напряжение увеличилось в $2\frac{1}{3}$ раза. Чтобы возросло напряжение при той же силе тока в цепь необходимо добавить новые электрогенные элементы, причём они должны соединяться последовательно. Если считать, что свойства электроцитов не изменились, то в каждом столбике число электроцитов должно увеличиться в $2\frac{1}{3}$ раза, но число самих столбиков (соединённых параллельно!) должно остаться тем же самым. Общее число электроцитов возрастёт в $2\frac{1}{3}$ раза.

Ответ:

Общее число электроцитов возросло в $2\frac{1}{3}$ раза.

Число электроцитов в каждом столбике возросло в $2\frac{1}{3}$ раза.

Число столбиков с возрастом не изменилось.

Блок 3 [1]

Задача 4 (8 баллов). Некоторые сорта бананов (*Musa*) – триплоидные (именно поэтому у них нет семян). Предположим, что за красную окраску отвечает ген A , аллель a не даёт окрашенного пигмента. Интенсивность окраски зависит от того, сколько аллелей A несет данный организм. Сколько градаций красной окраски плодов теоретически возможно у бананов? Своё мнение обоснуйте.

Решение

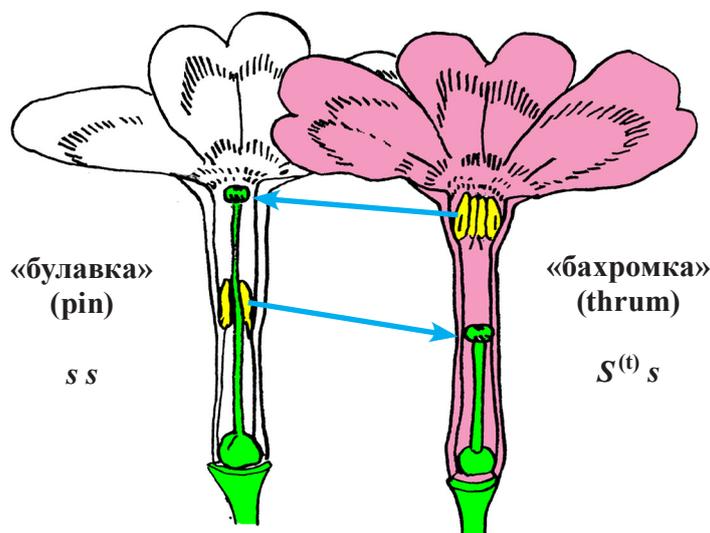
Поскольку бананы триплоидны, в каждой клетке находится по три гомологичных хромосомы, и, соответственно, по три аллеля каждого гена. Наиболее выраженная красная окраска (тёмно-красная) должна наблюдаться, если все три аллеля отвечают окрашенный пигмент – генотип AAA . Возможно, что в генотипе только два таких аллеля, а третий не даёт окраски – Aa . Тогда окраска будет более светлой, красной. В случае только одного функционального аллеля в геноме – Aaa – окраска будет розовой. Если все аллели представлены нефункциональным вариантом – aaa – окраска плодов будет белой. (Возможно наложение красной окраски на жёлтый фон.)

Ответ: У бананов теоретически возможно три градации красной окраски плодов, а также плоды без красного пигмента.

Задача 5 (18 баллов). У примул (*Primula*) есть две расы, отличающиеся строением цветка (см. рисунок):

- 1) «булавки» (pin), у которых длинный столбик, а тычинки короткие;
- 2) «бахромки» (thrum), у которых короткий столбик, а тычинки длинные.

Семена завязываются либо когда пыльца с коротких тычинок попадает на пестик с коротким столбиком, либо когда пыльца с длинных тычинок попадает на пестики с длинным столбиком (обозначено стрелками). Если перенести пыльцу с длинных тычинок на пестик с коротким столбиком, или с коротких тычинок на пестик с длинным столбиком, то семян не образуется.



Стрелками показаны варианты опыления, при которых завязываются семена

Строение цветка контролирует генетический локус S . «Булавки» – гомозиготная раса с генотипом $s s$. У «бахромки» есть доминантный аллель $S^{(t)}$, который всегда встречается в гетерозиготе. Таким образом, генотип «бахромки» – $S^{(t)} s$.

Цвет лепестков у примул определяется геном красной окраски – A . Гомозиготы по рецессивному аллелю a – белые. Наблюдается кодоминирование.

После скрещивания розовой примулы-«бахромки» с белой примулой-«булавкой» в потомстве первого поколения получилось 697 белых примул-«бахромки» и 706 розовых примул-«булавок».

- А.** Выдвиньте гипотезу о наследовании гена окраски.
- Б.** Предложите генотипы родительской пары и всех потомков первого поколения.
- В.** Рассчитайте расщепление по генотипам и фенотипам во втором поколении, если дать гибридам первого поколения свободно опыляться между собой.
- Г.** В каком поколении можно ожидать появления красных примул-«бахромки»? Красных примул-«булавок»? Свое мнение обоснуйте.

Решение

А. Поскольку среди потомков все примулы-«бахромки» оказались белыми, а все примулы-«булавки» розовыми, и при этом расщепление оказалось близким к $1 : 1$, можно предположить, что ген A наследуется сцепленно с локусом S .

Б. Начнём с генотипов потомков первого поколения.

Белые примулы-«бахромки» с генотипом aa по окраске получили одну из хромосом, содержащую аллель a и локус $S^{(t)}$, от родителя-«бахромки», а вторую хромосому с аллелем a и локусом s – от родителя-«булавки». Этот генотип можно обозначить $S^{(t)a} s^a$.

Розовые примулы-«булавки» обладают генотипом Aa и несут аллель A , сцепленный с локусом s , от розового родителя-«бахромки», а второй аллель a с локусом s – от белого родителя-«булавки». Этот генотип можно обозначить $s^A s^a$.

После этого легко предложить генотипы родителей.

Белая примула-«булавка»: $s^a s^a$.

Розовая примула-«бахромка»: $S^{(t)a} s^A$.

В. В случае гибридов первого поколения опыление возможно только между расами, опыление внутри рас не происходит.

Раса розовых примул-«булавок» ($s^A s^a$) даст гаметы s^A и s^a .

Раса белых примул-«бахромки» ($S^{(t)a} s^a$) даст гаметы $S^{(t)a}$ и s^a .

гаметы	$S^{(t)a}$	s^a
s^A	$S^{(t)a} s^A$ розовые «бахромки»	$s^A s^a$ розовые «булавки»
s^a	$S^{(t)a} s^a$ белые «бахромки»	$s^a s^a$ белые «булавки»

Таким образом, во втором поколении (F_2) будет следующее расщепление:

25% $S^{(t)a} s^A$ розовые «бахромки»

25% $s^A s^a$ розовые «булавки»

25% $S^{(t)a} s^a$ белые «бахромки»

25% $s^a s^a$ белые «булавки»

Г. Фенотип «бахромки» определяется локусом $S^{(t)}$, а он тесно сцеплен с аллелем a , дающим белую окраску. Таким образом, примулы-«бахромки» будут либо белыми ($S^{(t)a} s^a$), либо розовыми ($S^{(t)a} s^A$). Красная окраска не возникнет ни в одном из последующих поколений.

Во втором поколении получились как розовые «булавки», так и розовые «бахромки», причём в обоих случаях аллель A сцеплен с локусом s . При скрещивании этих потомков можно получить примулы-«булавки» с генотипом $s^A s^A$. При кодоминировании окраска будет красной. Итак, красные примулы-«булавки» получатся уже в третьем поколении (F_3).

Дополнение к решению. Можно также высказать гипотезу, что, несмотря на сцепление, происходит кроссинговер между локусом S и геном A . Исходя из условия, расстояние между ними округлённо составит меньше 0,035 сантиморган ($1 : 1403$ особи) : 2.

Если мы увеличим выборку, то уже во втором поколении есть вероятность обнаружить красную примулу-«бахромку». Гаметы $S^{(t)A}$ образуются с вероятностью $0,01 m/2$, где m – расстояние между локусом S и геном A в сантиморганах. Соответственно, доля красных примул-«бахромки» среди потомков F_2 составит $(0,5 - 0,005m) \times 0,005m$.

Ответ:

А. Ген окраски наследуется сцепленно с локусом S .

Б. Генотипы родителей (P):

Белая примула-«булавка»: $s^a s^a$.

Розовая примула-«бахромка»: $S^{(t)a} s^A$.

Генотипы потомков F_1 :

Розовая примула-«булавка»: $s^A s^a$.

Белая примула-«бахромка»: $S^{(t)a} s^a$.

В. Расщепление во втором поколении (F_2):

25% $S^{(t)a} s^A$ розовые «бахромки»

25% $s^A s^a$ розовые «булавки»

25% $S^{(t)a} s^a$ белые «бахромки»

25% $s^a s^a$ белые «булавки»

Г. Красные примулы-«булавки» получатся в третьем поколении (F_3). Красные примулы-«бахромки» не должны возникнуть ни в одном из последующих поколений.

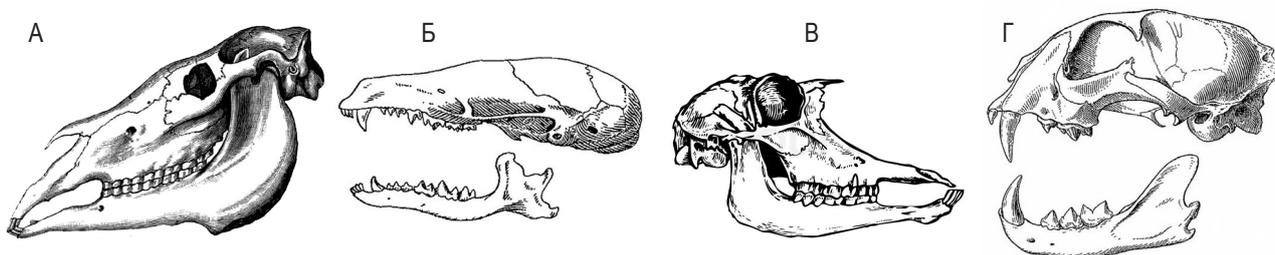
[Или уже во втором поколении, если между локусом S и геном A возможен кроссинговер – но тогда для обнаружения красных примул-«бахромки» нужно увеличить выборку растений во втором поколении.]

Ответы на задание заключительного этапа Олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии 10–11 классы

Вариант 2

Блок 1 [10]

Задание 1 (8 баллов). Сопоставьте к каким отрядам Млекопитающих относятся объекты, черепа которых изображены на рисунках▼. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Непарнокопытные; 2 – Парнокопытные; 3 – Грызуны; 4 – Хищные; 5 – Рукокрылые; 6 – Приматы; 7 – Зайцеобразные; 8 – Насекомоядные; 9 – Ластоногие; 10 – Китообразные



Ответ:

A – 1 (Непарнокопытные)

B – 2 (Парнокопытные)

B – 8 (Насекомоядные)

Г – 4 (Хищные)

Задание 2 (8 баллов). Для перечисленных растений шифром укажите тип завязи. 1 – завязь нижняя, околоцветник прикреплен на верхушке завязи. 2 – завязь верхняя, околоцветник прикреплен у основания завязи.

а) пшеница; б) миндаль; в) вишня; г) лилия; д) огурец; е) дыня; ж) тыква; з) арбуз.

Ответ:

а) – 2

в) – 2

д) – 1

ж) – 1

б) – 2

г) – 2

е) – 1

з) – 1

Задание 3 (4 балла). Укажите порядок расположения тканей листа С-3 растений (сверху вниз):

а) эпидерма – губчатый мезофилл – столбчатый мезофилл – ксилема – флоэма;

б) эпидерма – столбчатый мезофилл – ксилема – флоэма – губчатый мезофилл;

в) эпидерма – столбчатый мезофилл – флоэма – ксилема – губчатый мезофилл;

г) столбчатый мезофилл – ксилема – эпидерма – флоэма – губчатый мезофилл;

д) эпидерма – столбчатый мезофилл – флоэма – губчатый мезофилл – ксилема.

Ответ:

б)

Задание 4. Для перечисленных растений условным шифром укажите пол цветков.

1 – цветки всегда обоеполые. 2 – есть мужские и женские цветки.

а) одуванчик; б) табак; в) крапива; г) дыня; д) тополь; е) кукуруза; ж) овёс; з) ячмень.

Ответ:

а) – 1

в) – 2

д) – 2

ж) – 1

б) – 1

г) – 2

е) – 2

з) – 1



Задание 5 (10 баллов). С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке.

Семейство: А – Розоцветные; Б – Крестоцветные; **В – Паслёновые;**
Г – Бобовые; Д – Лилейные; Е – Злаковые.

Цветок: **Ж – актиноморфный;** З – зигоморфный; И – неправильный

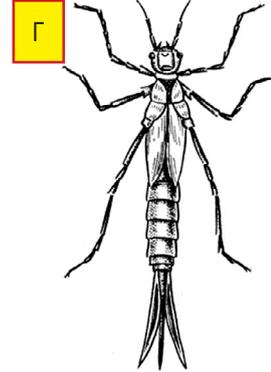
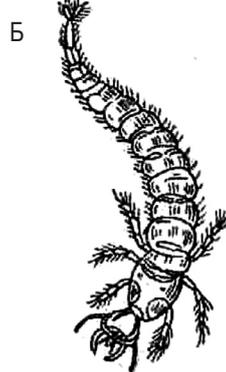
Завязь: **К – верхняя;** Л – нижняя

Плод: М – ягода; Н – орешек или многоорешек; О – костянка; П – зерновка;
Р – семянка; С – стручок или стручочек; Т – боб; **У – коробочка**

Околоцветник: **Ф – двойной;** Х – простой; Ц – редуцированный

Ответ: В, Ж, К, У, Ф.

Задание 6 (4 балла). Личинка стрекозы изображена на рисунке:

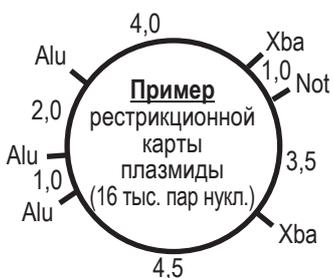


Ответ: Г

Блок 2 [9]

Задача 1 (12 баллов). У многих бактерий для защиты от вирусов есть специальные ферменты – рестриктазы. Они расщепляют ДНК по определённым последовательностям, которые в ДНК бактерий данного вида отсутствуют или модифицированы присоединением к основанию метильной группы. Эти ферменты называют по первым буквам латинского названия рода и вида бактерии, например, **Eco** – *Escherichia coli* – рестриктаза из кишечной палочки. При действии такого фермента на очищенную ДНК разрывы происходят в строго определённых местах, и образуются фрагменты ДНК определённой длины. Сравнивая расщепление исследуемой ДНК различными

Рестриктазы	Длины фрагментов в тысячах пар нуклеотидов
Sal	Два по 5
Hind	6 и 4
Ava	6 и 4
Sal + Hind	4; 3; 2 и 1
Sal + Ava	4; 3; 2 и 1
Hind + Ava	4 и три по 2

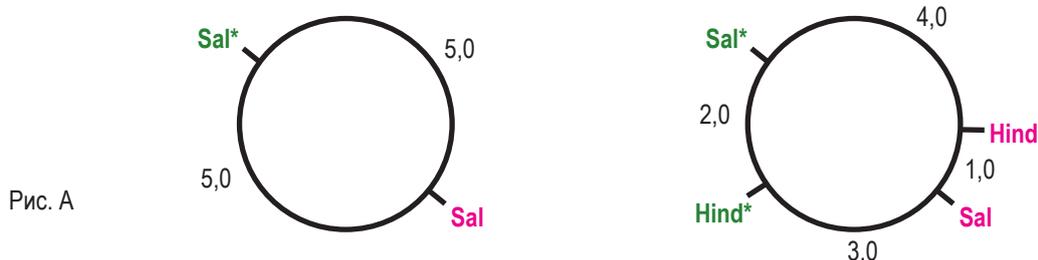


рестриктазами и их комбинациями, можно определить относительное расположение точек расщепления и построить **рестрикционную карту** данной последовательности ДНК. Из клеток бактерий выдели небольшую кольцевую ДНК – плазмиду, несущую ген устойчивости к пенициллину. Расщепление этой плазмиды тремя рестриктазами дало следующие фрагменты (см. таблицу). По этим данным постройте рестрикционную карту плазмиды, расположив на ней все точки расщепления. Ответ обоснуйте и оформите по образцу (как на рис.).

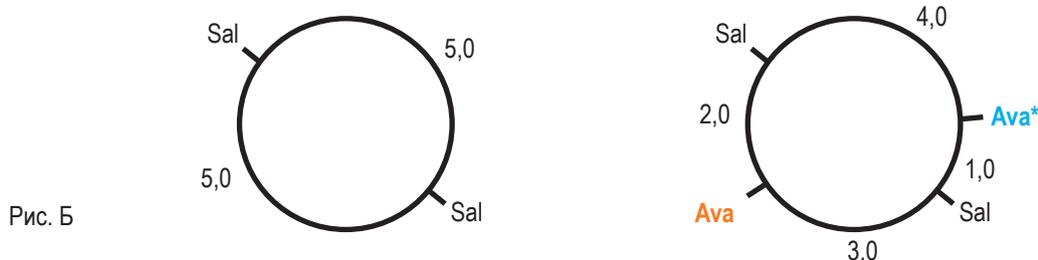
Решение

Для начала можно определить, как на плазмиде располагаются сайты рестрикции Sal и Hind друг относительно друга. Поскольку Sal даёт два фрагмента одинаковой длины (5 тыс. п.н.), а после обработки Sal+Hind получаются фрагменты 4; 3; 2 и 1, то очевидно, что один из фрагментов Sal разрезается Hind на фрагменты 4 и 1 ($4 + 1 = 5$), а другой – на фрагменты 3 и 2 ($3 + 2 = 5$).

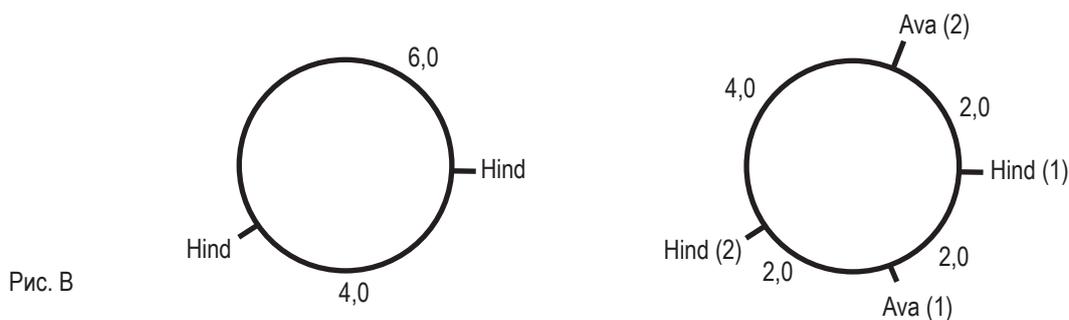
Рестриктаза *Hind* даёт фрагменты 6 и 4 тыс. п. н. После обработки *Sal+Hind* фрагмент 6 тыс. п.н. разрезается на фрагменты 4 и 2 тыс. п. н., а фрагмент 4 тыс. п.н. – на 3 и 1 соответственно. Исходя из этого можно начать строить рестрикционную карту плазмиды. Отметим, что сайты рестрикции *Sal* несимметричны (показано цветом). Ближайший сайт рестрикции *Hind* также обозначим соответствующим цветом.



Теперь нужно расставить сайты рестрикции *Ava*. При совместном действии *Sal+Ava* получается четыре фрагмента: 4 тыс. п. н.; 3 тыс. п. н., 2 тыс. п. н. и 1 тыс. п. н. Очевидно, что один из фрагментов *Sal* разрезается *Ava* на 4 и 1 тыс. п. н. ($4 + 1 = 5$), а второй – на 3 и 2 тыс. п. н. ($3 + 2 = 5$) соответственно. Аналогично можно построить карту для *Sal* и *Ava*.



Теперь построим еще одну вспомогательную карту для *Hid* и *Ava*. Очевидно, что фрагмент *Hind* длиной 6 тыс. п. н. разрезается *Ava* на фрагменты 4 и 2 тыс. п. н., а фрагмент *Hind* 4 тыс. п. н. разрезается *Ava* на два фрагмента по 2 тыс. п. н. каждый.



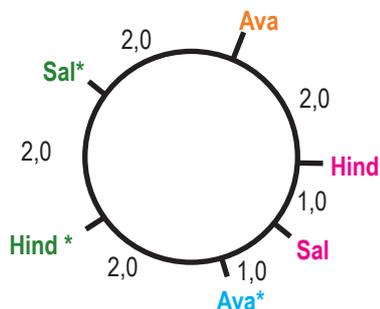
Для окончательного решения необходимо совместить все полученные рестрикционные карты. При этом мы можем столкнуться с ситуацией, когда одну из карт придётся либо симметрично отобразить, либо повернуть на некоторый угол. Есть две возможности такого совмещения.

- 1) Сайт **Hind (1)** на рис. В соответствует сайту **Hind***, помеченному зелёным цветом на рис. А.
 - 2) Сайт **Hind (1)** на рис. В соответствует сайту **Hind**, помеченному розовым цветом на рис. А.
- Рассмотрим обе возможности.

1) В случае **Hind (1)=Hind*** сайты рестрикции *Sal* должны находиться на расстоянии 2 (**Sal***) и 3 тыс. п. н. (**Sal**). Тогда точка рестрикции *Sal* совпадёт (окажется на очень близком расстоянии) с точкой рестрикции **Ava (1)** (см. рис. В). При совместном действии на ДНК плазмиды *Sal+Ava* должно получиться только три фрагмента (четвёртый – слишком маленький, чтобы его учитывать). Однако это противоречит условию: образуется четыре фрагмента заметной длины: один – 4 тыс. п. н., а три другие – по 2 тыс. п. н.

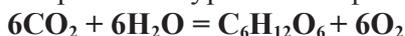
2) В случае **Hind (1)=Hind** сайты рестрикции Sal должны находиться на расстоянии 1 (**Sal**) и 4 тыс. п. н. (**Sal***). В этом случае сайт **Sal** окажется на расстоянии 1,0 от сайта **Ava (1)**, а сайт **Sal*** – на расстоянии 2,0 от сайта **Ava (2)**. Таким образом, сопоставляя рис. Б и рис. В, мы находим, что **Ava (1) = Ava***, тогда как **Ava (2) = Ava**, и мы должны отобразить карту на рис. Б зеркально. Итоговая рестрикционная карта выглядит следующим образом.

Ответ:



Если карта зеркально симметрична приведенной в ответе, и/или повернута на некоторый угол, это не является ошибкой. Задачу также можно было начинать решать с построения начальной карты для любой другой рестриктазы.

Задача 2 (10 баллов). Чтобы определить скорость продукции и деструкции органического вещества в водоёмах экологи используют **метод светлых и тёмных склянок**. Три склянки равного объёма заполняют водой из водоёма. В пробу попадают различные планктонные организмы (фитопланктон, бактериопланктон и др.). В первой из светлых склянок (из прозрачного стекла) определяют начальную концентрацию O_2 . Вторую светлую и тёмную (светонепроницаемую) склянку помещают в естественную среду на 24 часа, а затем в обеих склянках определяют концентрацию O_2 . Далее производят пересчёт по уравнению фотосинтеза:



Найдем соотношение масс продуктов этой химической реакции.

Масса глюкозы $C_6H_{12}O_6 = 12 \times 6 + 1 \times 12 + 6 \times 16 = 180$ г. Масса $6O_2 = 16 \times 2 \times 6 = 192$ г.

Таким образом, на один грамм выделившегося кислорода приходится 0,94 г образовавшегося органического вещества $[C_{орг}] - 180 : 192 = 0,9375$. Для дальнейшего пересчёта от кислорода к органическому веществу округлим этот коэффициент до **0,94**.

Пусть начальное содержание $O_2 - 9,64$ мг/л;

в темной склянке после экспозиции в течение 24 часов содержание $O_2 - 8,84$ мг/л;

а в светлой склянке после экспозиции в течение 24 часов содержание $O_2 - 12,32$ мг/л.

Рассчитайте чистую и валовую продукцию в пробе по органическому веществу ($C_{орг}$ мг/л).

Решение

Чистая продукция = валовая продукция – дыхание

Валовая продукция, оцененная по кислороду, равна

$$12,32(O_2 \text{ мг/л}) - 8,84(O_2 \text{ мг/л}) = 3,48(O_2 \text{ мг/л})$$

Для перехода к органическому углероду необходимо умножить полученное значение на 0,94:

$$3,48 \times 0,94 = 3,27(C_{орг} \text{ мг/л})$$

$$\text{Дыхание (деструкция)} = 9,64(O_2 \text{ мг/л}) - 8,84(O_2 \text{ мг/л}) = 0,8(O_2 \text{ мг/л})$$

$$\text{Чистая продукция} = 3,48(O_2 \text{ мг/л}) - 0,8(O_2 \text{ мг/л}) = 2,68(O_2 \text{ мг/л})$$

Для перехода к органическому углероду необходимо умножить полученное значение на 0,94:

$$2,68 \times 0,94 = 2,52(C_{орг} \text{ мг/л}).$$

Ответ:

Чистая продукция = 2,52 ($C_{орг}$ мг/л)

Валовая продукция = 3,27($C_{орг}$ мг/л)

Задача 3 (8 баллов). Африканский электрический сом (*Malapterurus electricus*) при охоте на мелких рыб выдал разряд с напряжением 350 В. Мощность разряда составила 140 Вт. Рассчитайте возникшую силу тока и суммарное сопротивление в возникшей электрической цепи.

Решение

Мощность электрического разряда выражается формулой:

$$W = U \times I,$$

где U – напряжение, а I – сила тока.

Рассчитаем силу тока, которая возникает при разряде у африканского электрического сома.

$$140 \text{ Вт} : 350 \text{ В} = 0,4 \text{ А}$$

Сила тока прямо пропорциональна напряжению, и обратно пропорциональна сопротивлению, что отражается формулой:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\text{Отсюда } R = U : I = 350 \text{ В} : 0,4 \text{ А} = 875 \text{ Ом}$$

Ответ:

875 Ом.

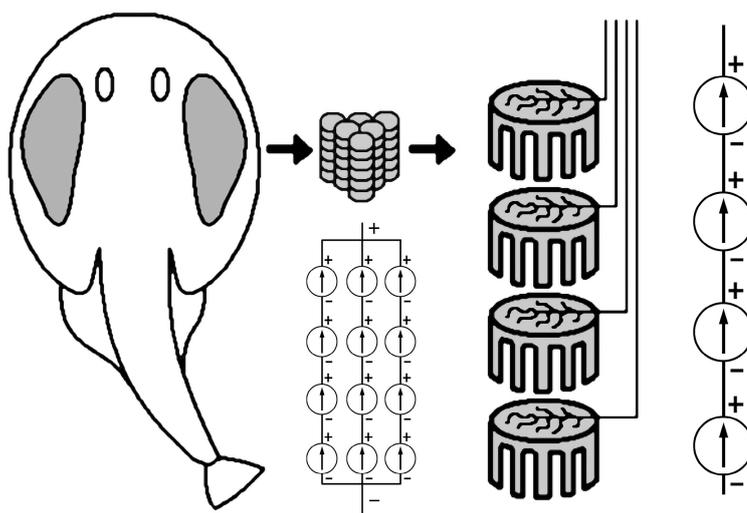


Схема расположения электроцитов у электрических рыб

Блок 3 [6]



Лилейник рыжий (*Hemerocallis fulva* 'Kwanso')

Задача 4 (8 баллов). Лилейник рыжий (*Hemerocallis fulva*) – триплоид культурного происхождения. Предположим, что за оранжевую окраску отвечает ген A , аллель a не даёт окрашенного пигмента. Интенсивность окраски зависит от того, сколько аллелей A несет данный организм. Сколько градаций оранжевой окраски цветков теоретически возможно у лилейника рыжего? Своё мнение обоснуйте.

Решение

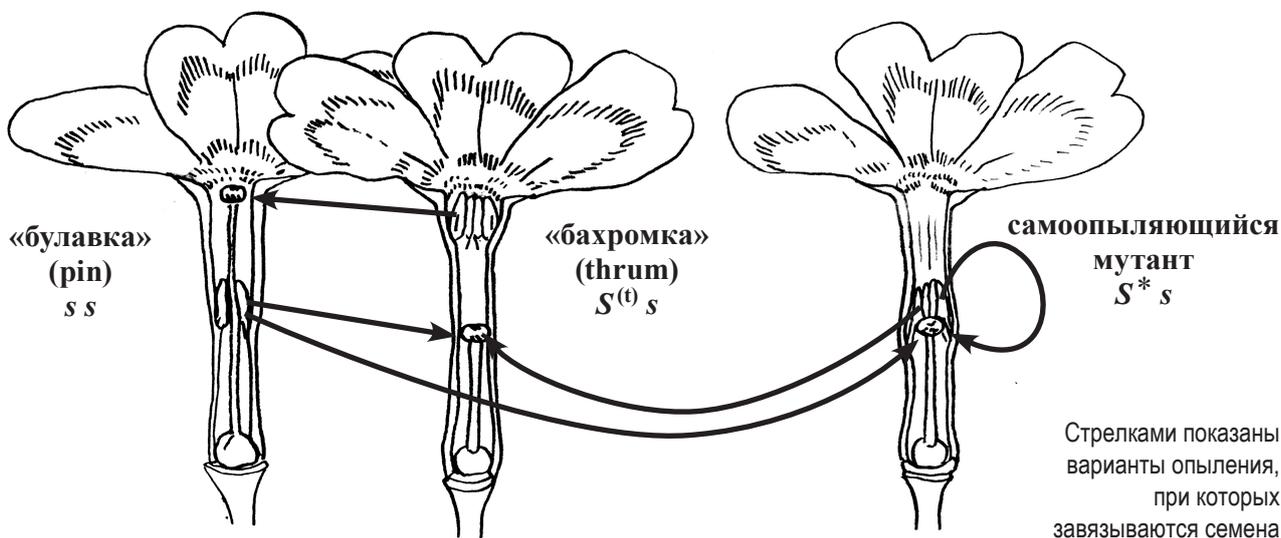
Поскольку лилейник рыжий – триплоид, в каждой клетке находится по три гомологичных хромосомы, и, соответственно, по три аллеля каждого гена. Наиболее выраженная оранжевая окраска (кирпично-оранжевая) должна наблюдаться, если все три аллеля отвечают окрашенный пигмент – генотип AAA . Возможно, что в генотипе только два таких аллеля, а третий не даёт окраски – AaA . Тогда окраска будет более светлой, оранжевой. В случае только одного функционального аллеля в геноме – Aaa – окраска будет светло-абрикосовой (=персиковой; =кремовой). Если все три аллеля представлены нефункциональным вариантом – aaa – окраска цветков будет белой.

Ответ: У лилейника рыжего возможно три градации оранжевой окраски цветков, а также белые цветки.

Задача 5 (20 баллов). У примул (*Primula*) есть две расы, отличающиеся строением цветка (см. рисунок):

- 1) «булавки» (pin), у которых длинный столбик, а тычинки короткие;
- 2) «бахромки» (thrum), у которых короткий столбик, а тычинки длинные.

Семена завязываются либо когда пыльца с коротких тычинок попадает на пестик с коротким столбиком, либо когда пыльца с длинных тычинок попадает на пестики с длинным столбиком (обозначено стрелками). Если перенести пыльцу с длинных тычинок на пестик с коротким столбиком, или с коротких тычинок на пестик с длинным столбиком, то семян не образуется.



Строение цветка контролирует генетический локус S . «Булавки» – гомозиготная раса с генотипом $s s$. У «бахромки» есть доминантный аллель $S^{(t)}$, который всегда встречается в гетерозиготе. Таким образом, генотип «бахромки» – $S^{(t)} s$.

Получен мутант примулы, способный к самоопылению (и тычинки, и столбик пестика короткие). Такой фенотип определяется аллелем S^* , который доминирует над s , но рецессивен по отношению к $S^{(t)}$ ($S^{(t)} > S^* > s$).

Пыльцу растения с генотипом $S^* s$ нанесли на рыльце нормальной примулы-«бахромки» и собрали семена.

А. Предложите генотипы всех потомков первого поколения.

Б. Рассчитайте соотношение по генотипам и фенотипам в первом поколении.

В. Рассчитайте расщепление по генотипам и фенотипам во втором поколении, если дать гибридам первого поколения свободно опыляться между собой (считайте опыление пыльцой различных генотипов равновероятным).

Г. Как изменится расщепление в первом поколении, если посадить рядом примулу-«бахромку» и мутант, а затем после свободного опыления собрать семена с обоих растений? (Считайте при этом семенную продуктивность растений одинаковой.)

Решение

А. Растение-мутант с генотипом ($S^* s$) даст гаметы S^* и s .

Примула-«бахромка» ($S^{(t)} s$) даст гаметы $S^{(t)}$ и s .

гаметы	$S^{(t)}$	s
S^*	$S^{(t)} S^*$	$S^* s$
s	$S^{(t)} s$	$s s$

Б. Выпишем из решётки Пеннета генотипы и, исходя из условия, предложим фенотипы для потомков первого поколения.

$S^{(t)} S^*$ и $S^{(t)} s$ «бахромки» (50%)

$S^* s$ мутантный фенотип (25%)

$s s$ «булавки» (25%)

В. Оценим, какие из растений второго поколения смогут скрещиваться друг с другом.

Мужской родитель ► ▼ Женский родитель	$S^{(t)} S^*$ «бахромка»	$S^{(t)} s$ «бахромка»	$S^* s$ мутант	$s s$ «булавка»
$S^{(t)} S^*$ «бахромка»	Нет	Нет	Скрещ. 2	Скрещ. 3
$S^{(t)} s$ «бахромка»	Нет	Нет	Скрещ. 4	Norma
$S^* s$ мутант	Нет	Нет	Скрещ. 5	Скрещ. 6
$s s$ «булавка»	Скрещ. 1	Norma	Нет	Нет

«Нет» стоит в тех ячейках таблицы, где потомство не будет получено,

Словом «Norma» обозначено скрещивание между обычными «булавками» и «бахромками».

Оно даёт расщепление 1: 1 и по генотипу, и по фенотипу (встречается в таблице дважды).

Обратим внимание, что **Скрещивание №1** и **Скрещивание №3** дадут одинаковый результат. При этом получится половина «бахромок» и половина особей с мутантным фенотипом.

Скрещивание №6 даст половину «булавок» и половину мутантных особей

Скрещивание №4 аналогично скрещиванию исходной родительской пары: половина «бахромок», четверть мутантов и четверть «булавок».

Скрещивание №2 даст половину «бахромок» и половину мутантов, но при этом каждый фенотип будет представлен двумя генотипами.

Скрещивание №5 мутантных особей на самих себя даст классическое менделевское расщепление 3 (мутанты) : 1 («булавки»).

Для подведения итогов необходимо аккуратно просуммировать результаты всех этих скрещиваний.

Скрещивание ► ▼ Генотип		№1	№2	№3	№4	№5	№6	Norma	Norma	Итого	
$S^{(t)} S^*$	«бахромка»		0,25		0,25					0,5	1
$S^{(t)} s$		0,5	0,25	0,5	0,25			0,5	0,5	2,5	5
$S^* S^*$	мутанты		0,25			0,25				0,5	1
$S^* s$		0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5			2,5	5
$s s$	«булавки»				0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	2	4

Теперь просуммируем расщепление по фенотипам.

«Бахромки» – 6

Мутантный фенотип – 6

«Булавки» – 4

Можно сократить, и тогда получится расщепление:

3 «Бахромки» : 3 мутантный фенотип : 2 «Булавки»

Г. Если мы считаем, что опыляться будут только «бахромки» и мутанты, то семена на «бахромках» завяжутся только от опыления пылью мутантов, а у мутантов будет самоопыление (пыльца с «бахромок» не сможет опылить мутантов). Таким образом, нам нужно будет учесть потомство от «бахромок» (0,5 «бахромок»; 0,25 «булавок» и 0,25 мутантов) и потомство от самоопыления мутантов (0,75 мутантов и 0,25 «булавок»). В итоге получится 0,5 «бахромок»; 0,5 «булавок» и 1 мутантов, или 1 : 1 : 2. Доля мутантов повысится, а доля «бахромок» снизится.

Ответы на задание заключительного этапа Олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии 5–9 классы

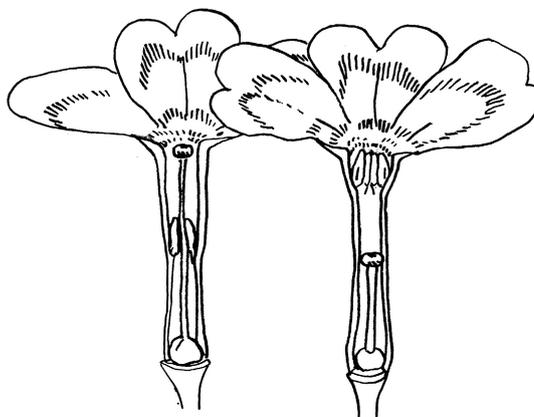
Вариант 1

Задание 1 (10 баллов). У примулы (*Primula*) есть две расы, отличающиеся строением цветка (см. рис. ►):

- 1) «булавки», у которых длинный столбик, а тычинки короткие;
- 2) «бахромки», у которых короткий столбик, а тычинки длинные.

На основании строения цветка опишите особенности опыления у примул.

Чего позволяет избежать наличие двух рас?



Ответ

При опылении примул насекомые в поисках нектара могут измазывать пылью «булавок» голову (переднюю часть), а пылью «бахромок» – другие части тела (например, ходильные ноги). В результате пыльца «бахромок» попадёт на высоко посаженные рыльца «булавок», а пыльца «булавок» – на спрятанные в глубине цветка рыльца «бахромок». Такое строение цветка позволяет избегать самоопыления. Примулы – перекрёстно опыляемые растения.



Задание 2 (15 баллов). Перед вами – рисунок корневой системы одного из растений (в норме, ◀ см. рис.).

А. Предположите, к какому семейству относится данное растение. Дайте обоснование вашему предположению.

Б. Как можно полнее опишите строение цветков, типичных для этого семейства.

В. Приведите формулы этих цветков.

Ответ

А. Данное растение может относиться к семейству Бобовых (Мотыльковых). Об этом можно догадаться по особым образованиям на корнях – клубенькам. Они образуются в результате симбиоза бобовых с ризобиями (почвенными

бактериями). Этот симбиоз позволяет растению получать азотное питание из воздуха (фиксация атмосферного азота).

Б. Цветок зигоморфный, через него можно провести только одну плоскость симметрии. У цветка бобовых есть чашечка с пятью чашелистиками и венчик из 5 лепестков. Верхний крупный лепесток называют *парусом*, два боковых получили название *вёсла*, а два нижних срослись, образовав *лодочку*. Тычинок 10, при этом 9 как правило срастаются друг с другом, а одна – свободная. Завязь верхняя, пестик один. Из завязи развивается сухой вскрывающийся многосемянный плод с одной камерой – боб.

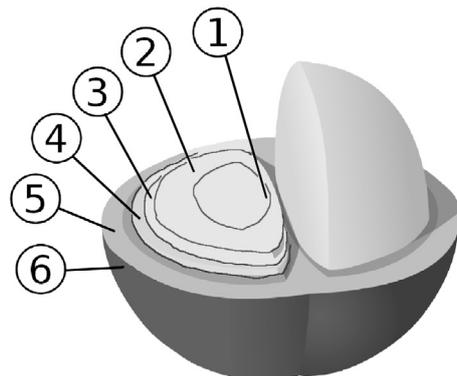
В. $\uparrow C_5 L_{1,2,(2)} T_{(5+4),1} \Pi_1$.

Задание 3 (20 баллов). На рисунке справа ► представлено схематическое строение плода одного из тропических растений.

А. Плод какого растения изображён?

Б. Подпишите части плода и семени, обозначенные номерами (семя с эндоспермом!).

В. Укажите родину этого растения.



Ответ

А. Схематически нарисован плод кофе. Об этом можно догадаться по двум семенам, лежащим вплотную друг к другу. Плод кофе – двусемянная ягода.

Б. Семя кофе содержит запасную ткань – эндосперм. Но об этом можно догадаться, если начинать подписывать не с цифры 1, а с цифры 6. Тогда-то и выяснится, что центральная часть представлена двумя разными структурами. Только одна из них – зародыш. Значит, вторая – эндосперм. Итак:

6 – кожистый экзокарп (наружный слой тканей околоплодника)

5 – сочный мезокарп (средний слой тканей околоплодника)

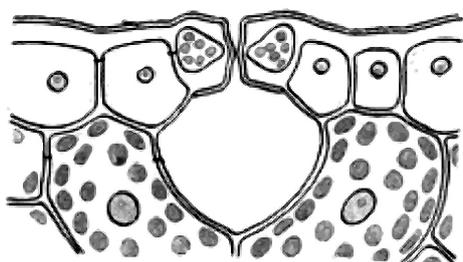
4 – плёнчатый эндокарп (внутренний слой тканей околоплодника)

3 – семенная кожура

2 – эндосперм

1 – зародыш семени

В. Родина кофе – Африка. Аравийский кофе сначала в диком виде рос в районе Эфиопии, а затем его стали культивировать на юге Аравийского полуострова. Кофе робуста родом из Конго и Заира (экваториальная Африка). Кофе либерийский родом из Либерии (западное побережье Африки).

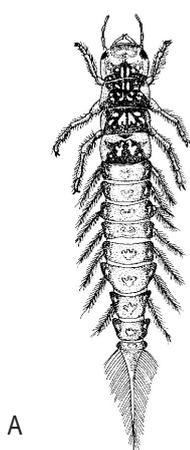


Задание 4 (5 баллов). Перед вами – схематический разрез устьица одного из растений (см. рис. ◀). Предположите, к какой группе по отношению к воде это растение относится (гигрофит, мезофит или ксерофит)? Дайте обоснование вашему выбору.

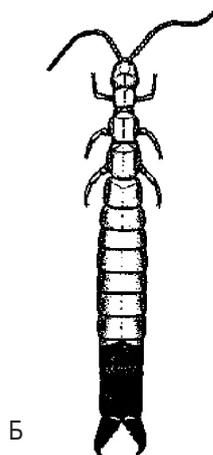
Ответ

На рисунке представлено устьице растения из влажных мест обитания. Устьичные клетки приподняты над поверхностью листа, что усиливает испарение. Скорее всего, данный лист принадлежит гигрофиту.

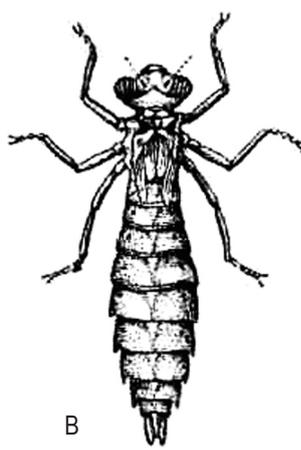
Задание 5 (5 баллов). Определите, на каком из рисунков изображена личинка веснянки ▼



А



Б



В



Г

Ответ

На рисунке Г.

Задание 6 (10 баллов). У пресноводного электрического угря (*Electrophorus electricus*) и морского электрического ската (*Torpedo torpedo*) мощность электрического разряда примерно одинакова и составляет 1 кВт. Общее число электроцитов (клеток, дающих электрический импульс) также примерно равно, и их способность создавать электрический разряд одинакова. При этом у угря число электроцитов в одном столбике (батарее) примерно в 10 раз больше, чем у ската. Зато у ската число столбиков (батарей) в 10 раз больше, чем у угря. Какая из рыб сможет создать большее **напряжение** электрического импульса? Наибольшую **силу тока** (при том же сопротивлении)? Ответ обоснуйте.

Ответ

Напряжение возрастает, если в цепь последовательно включено много источников тока. Это соответствует ситуации, когда много электроцитов собираются в один столбик. Значит, электрический угорь может создать большее напряжение, чем электрический скат.

Силу тока можно увеличить, если соединить источники тока в цепи параллельно. Это аналогично ситуации, когда у рыбы много столбиков (см. рис. ►). Это означает, что электрический скат может создать большую силу тока, чем электрический угорь.

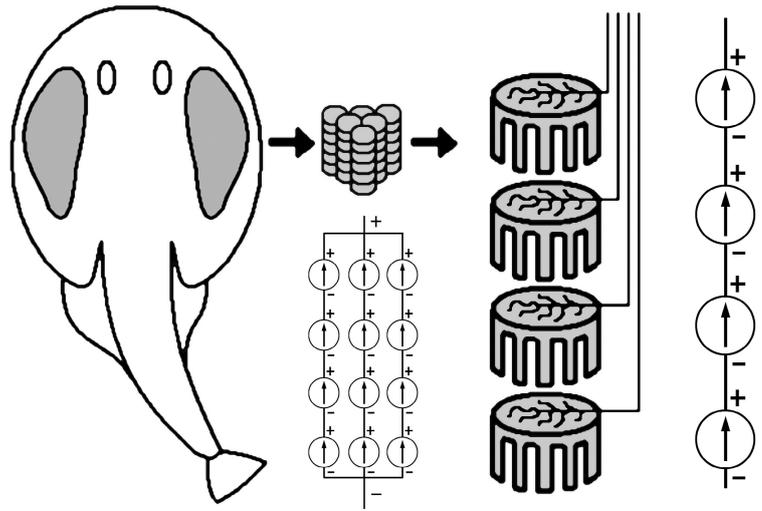
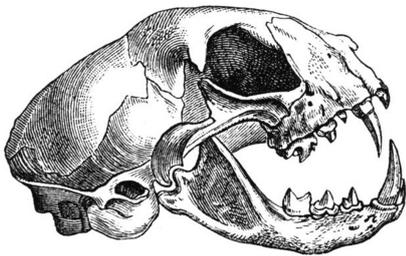


Схема расположения электроцитов у электрических рыб

Задание 7 (35 баллов). Сопоставьте к каким отрядам Млекопитающих относятся объекты, черепа которых изображены на рисунках▼. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Непарнокопытные; 2 – Парнокопытные; 3 – Грызуны; 4 – Хищные; 5 – Рукокрылые; 6 – Приматы; 7 – Зайцеобразные; 8 – Насекомоядные; 9 – Ластоногие; 10 – Китообразные

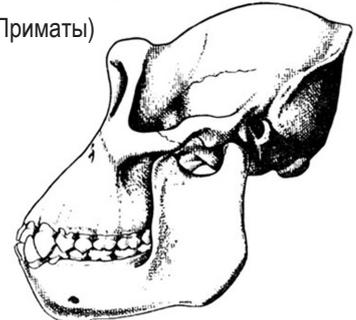
А – 4 (Хищные)



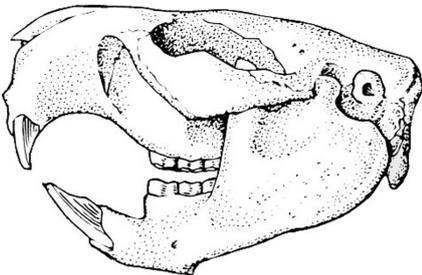
Б – 2 (Парнокопытные)



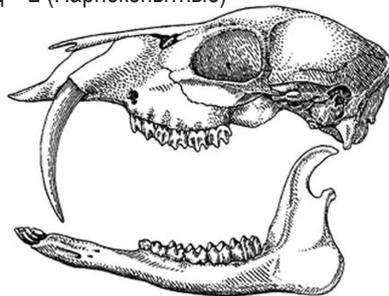
В – 6 (Приматы)



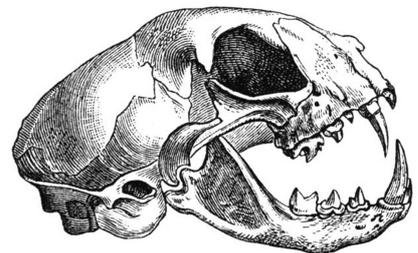
Г – 3 (Грызуны)



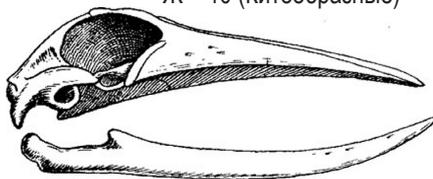
Д – 2 (Парнокопытные)



Е – 4 (Хищные)



Ж – 10 (Китообразные)



З – 10 (Китообразные)



Ответ: А – 4; Б – 2; В – 6; Г – 3; Д – 2; Е – 4; Ж – 10; З – 10

Ответы на задание заключительного этапа Олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии 5–9 классы

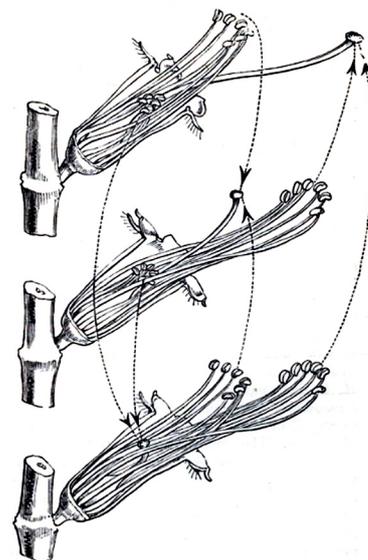
Вариант 2

Задание 1 (10 баллов). У дербенника (*Lythrum*) есть три расы, отличающиеся строением цветка (см. рис. ►):

- 1) длинностолбиковая с короткими тычинками и тычинками средней длины;
- 2) со средним столбиком, длинными и короткими тычинками;
- 3) короткостолбиковая с длинными и средними тычинками.

На основании строения цветка опишите особенности опыления у дербенника.

Чего позволяет избежать наличие трёх рас?



Ответ

При опылении дербенника насекомые в поисках нектара могут измазывать пылью коротких тычинок голову (переднюю часть), а пылью длинных тычинок – другие части тела (например, ходильные ноги). Пыльца со средних по длине тычинок также должна попадать на определённую часть насекомого-опылителя. Возможно также, что до длинных и до коротких тычинок могут добраться разные опылители. В результате пыльца с длинных тычинок попадёт на высоко посаженные рыльца, а пыльца с коротких тычинок – на спрятанные в глубине цветка рыльца короткие рыльца, а пыльца со средних по длине тычинок попадает на средние рыльца.

Такое строение цветка позволяет избегать самоопыления. Дербенник – перекрёстно опыляемое растение.



Задание 2 (15 баллов). Перед вами – рисунок цветков одного из растений (в норме, ◀ см. рис.).

А. Предположите, к какому семейству относится данное растение. Дайте обоснование вашему предположению.

Б. Опишите строение подземных органов, типичных для этого семейства. Видоизменением каких органов являются запасные части?

В. Приведите формулу этого цветка.

Ответ

А. Представленное на рисунке растение – лилия, которая относится к семейству Лилейных. Цветок правильный, актиноморфный. У лилии простой околоцветник из ярких листочков, всего их 6, они расположены двумя кругами (это видно на рисунке). Тычинок также 6. Пестик 1.

Б. Под землёй у лилии находится луковица, которая состоит из донца (видоизменённого стебля) и запасных чешуй (видоизменённые листья). Чешуи сравнительно узкие, не охватывают луковицу целиком. Кроме того, от донца и от подземной части побега отходят придаточные корни. Они формируют мочковатую корневую систему.

В. * $O_{3+3}T_{3+3}P_1$. Не считается ошибкой, если вместо числа пестиков указано число плодолистиков. Тогда формула будет выглядеть так:

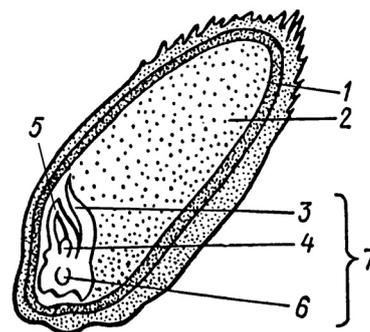
* $O_{3+3}T_{3+3}P_{(3)}$

Задание 3 (20 баллов). На рисунке справа ► представлено схематическое строение плода одного из растений.

А. К какому семейству принадлежит это растение?

Б. Подпишите части плода и семени, обозначенные номерами.

В. Какой тип корневой системы характерен для этого растения?

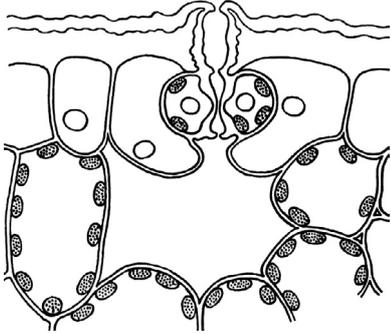


Ответ

А. На рисунке показан плод-зерновка. Такой тип плода характерен для семейства Злаковые (Мятликовые).

Б. 1 – алейроновый слой эндосперма; 2 – крахмалистый эндосперм; 3 – щиток (в некоторых источниках – семядоля); 4 – почечка (апекс побега); 5 – колеоптиль; 6 – корешок; 7 – зародыш. Близкое (хотя и не совсем правильное) решение для п. 1 – семенная кожура. На данном рисунке нет подробной прорисовки тканей семенной кожуры и околоплодника, поэтому ответ «семенная кожура» также будет засчитан.

В. Для взрослых представителей семейства Злаковых характерна мочковатая корневая система.

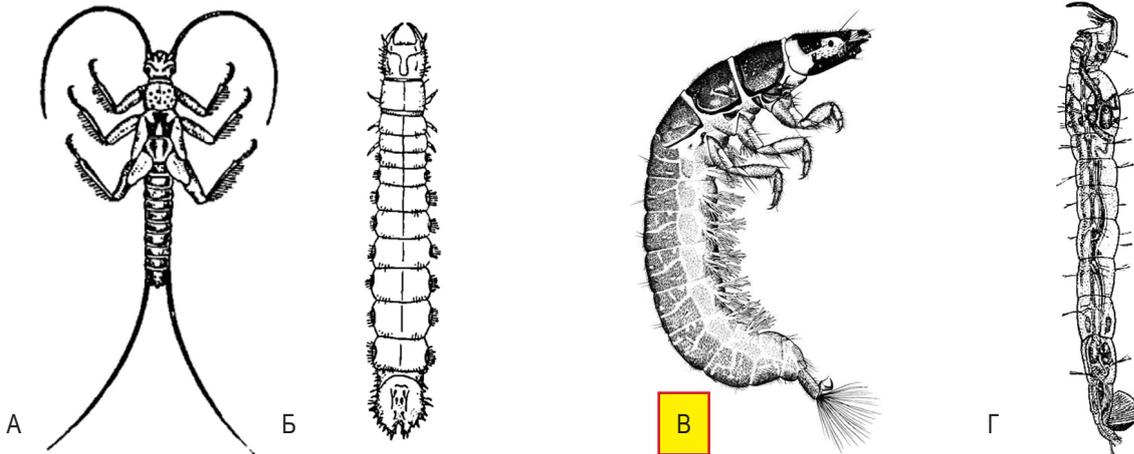


Задание 4 (5 баллов). Перед вами – схематический разрез устьица одного из растений (см. рис. ◀). Предположите, к какой группе по отношению к воде это растение относится (гигрофит, мезофит или ксерофит)? Дайте обоснование вашему выбору.

Ответ

Поскольку лист и устьица покрыты мощным слоем кутикулы (воскоподобных веществ), можно сделать вывод, что растение старается уменьшить испарение. Устьица погружены в глубину слоя кутикулы, что также является приспособлением для снижения затрат на испарение воды. Таким образом, скорее всего, нарисован лист ксерофита.

Задание 5 (5 баллов). Определите, на каком из рисунков изображена личинка ручейника ▼



Ответ

На рисунке **В**.

Задание 6 (10 баллов). У пресноводного электрического угря (*Electrophorus electricus*) и морского электрического ската (*Torpedo torpedo*) мощность электрического разряда примерно одинакова и составляет 1 кВт. Общее число электроцитов (клеток, дающих электрический импульс) также примерно равно, и их способность создавать электрический разряд одинакова. При этом у угря создаётся импульс с напряжением около 500 В, а у ската – только около 50 В. Как это различие связано с особенностями

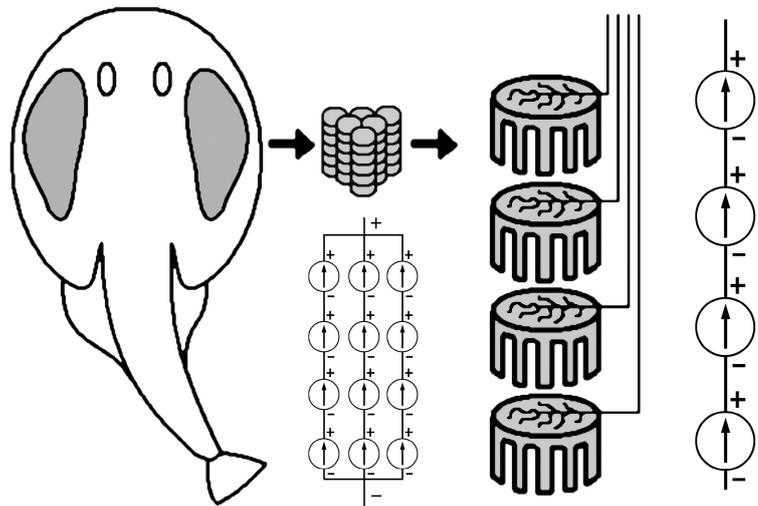


Схема расположения электроцитов у электрических рыб

экологии этих рыб? У какой из рыб больше число электроцитов в одном столбике (батарее)? Больше число самих столбиков? Ответ обоснуйте.

Ответ

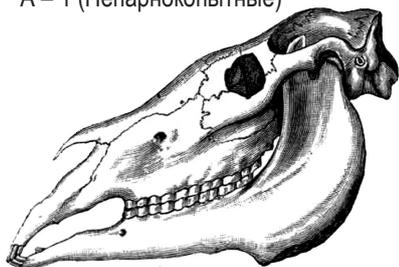
Электрический скат обитает в морях (солёной воде), а электрический угорь – в пресной воде. Электропроводность морской воды выше. Поэтому даже при небольшом напряжении возникает большая сила тока и, соответственно, повышается мощность электрического импульса.

Электрический угорь встречается с большим сопротивлением окружающей среды (пресная вода хуже проводит электрический ток, чем морская). Сила тока будет маленькой. Поэтому, чтобы достичь высокой мощности разряда, электрический угорь развивает большее напряжение электрического импульса.

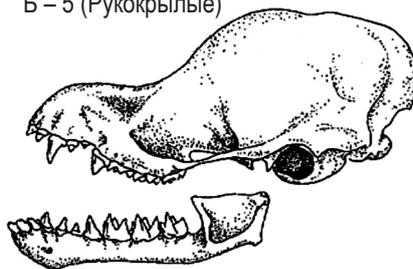
Чем больше электрических клеток соединено последовательно в одном столбике, тем выше напряжение. Таким образом, число электроцитов в одном столбике выше у той рыбы, которая даёт большее напряжение, т. е. у электрического угря. Раз мы знаем, что общее число электроцитов примерно одинаково, а число электроцитов в каждом столбике выше у угря, то у ската будет больше число самих столбиков.

Задание 7 (35 баллов). Сопоставьте к каким отрядам Млекопитающих относятся объекты, черепа которых изображены на рисунках▼. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Непарнокопытные; 2 – Парнокопытные; 3 – Грызуны; 4 – Хищные; 5 – Рукокрылые; 6 – Приматы; 7 – Зайцеобразные; 8 – Насекомоядные; 9 – Ластоногие; 10 – Китообразные

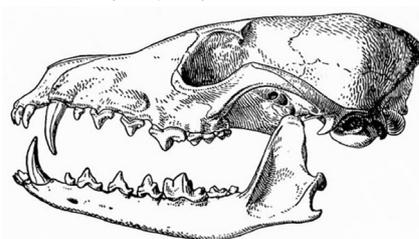
А – 1 (Непарнокопытные)



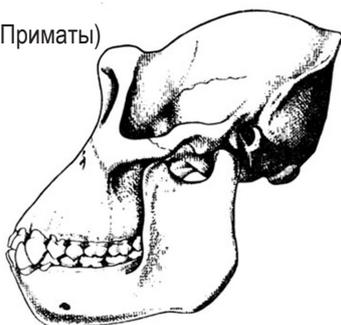
Б – 5 (Рукокрылые)



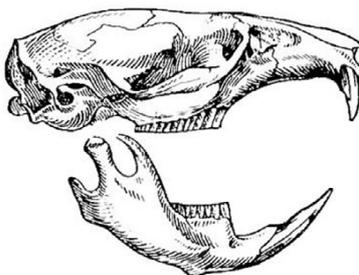
В – 4 (Хищные)



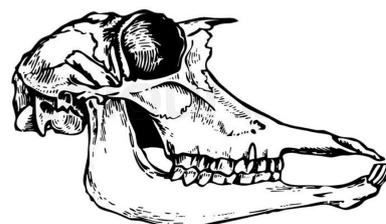
Г – 6 (Приматы)



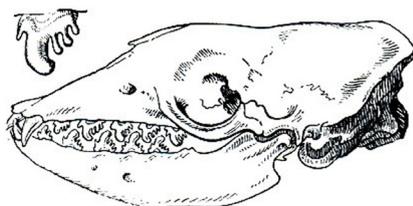
Д – 3 (Грызуны)



Е – 2 (Парнокопытные)



Ж – 9 (Ластоногие)



З – 10 (Китообразные)



Ответ: А – 1; Б – 5; В – 4; Г – 6; Д – 3; Е – 2; Ж – 9; З – 10