

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО

ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Общеобразовательный предмет: Биология

2011-2012 учебный год

Вариант 1

10-11 класс



ЗАДАНИЕ 1. Выберите **все** правильные ответы из пяти предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. В старину рыбаки обнаруживали косяк сельдей по многочисленным мелким пузырькам газа на поверхности воды. Чем можно объяснить это явление?

- a. Пузырьки выпускает преследуемый сельдями зоопланктон
- b. Сельди круглогодично нерестятся возле поверхности и совершают при этом аэрацию воды
- c. *При заныревании сельди выпускают воздух из плавательного пузыря*
- d. Косяки сельдей держатся возле скопления гниющей органики, выделяющей сероводород
- e. Пузырьки атмосферного воздуха находятся у сельдей под чешуей и при движении отделяются

2. Раскапывая слой породы, содержащий остатки мамонтов, Вы обнаружили разные части растений. Какие из них принадлежат представителям голосеменных?

- a. *Семенные шишки*
- b. *Хвоя*
- c. Семена с крючьями и иголками
- d. *Пыльца с воздушными мешками*
- e. Заростки с архегониями и антеридиями

3. В теле многоклеточных животных и растений могут быть ткани, в состав которых входят мертвые клетки, т.е. клетки, утратившие живое содержимое, но при этом успешно выполняющие свои функции. К числу таких клеток относятся:

- a. *Членики сосудов растений*
- b. Клетки костной ткани человека
- c. *Клетки внешних слоев многослойного ороговевающего эпителия позвоночных.*
- d. *Клетки коры деревьев*
- e. Клетки листовой паренхимы растений

4. Полное окисление трёх молекул глюкозы в ходе аэробного дыхания приводит к выработке:

- a. 6 молекул АТФ
- b. 38 молекул АТФ
- c. 108 молекул АТФ
- d. *114 молекул АТФ*

е. 162 молекул АТФ

5. Какие виды памяти различают у человека?

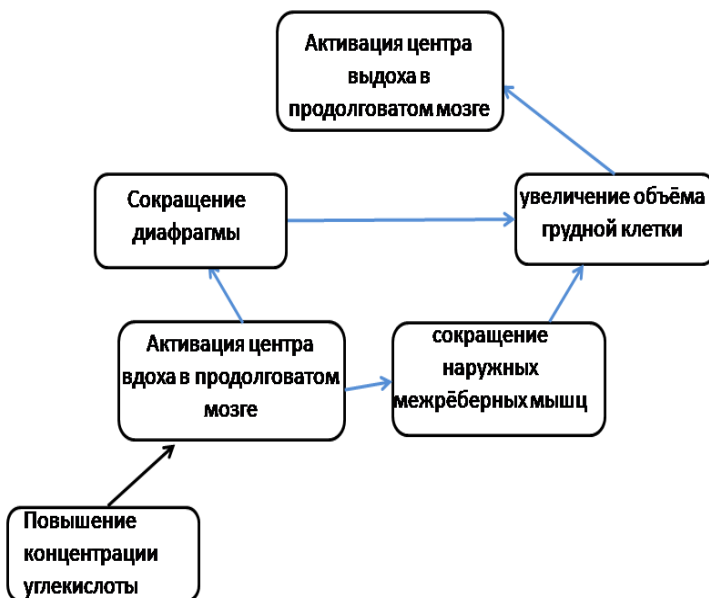
- a. *Генетическую*
- b. *Иммунологическую*
- c. *Долговременную*
- d. Отставленную
- e. *Зрительную*

6. Недавно учёные показали, что китообразные и парнокопытные формируют единую группу плацентарных млекопитающих. Как Вы думаете, на основании чего мог быть сделан этот вывод?

- a. Была показана способность китов и бегемотов скрещиваться между собой и давать плодовитое потомство
- b. *Было выявлено высокое генетическое сходство этих двух групп*
- c. Было выявлено сходство эмбрионов в ранних этапах развития у обеих групп
- d. Был продемонстрирован сходный уровень интеллекта у китов и парнокопытных
- e. *Были обнаружены ископаемые примитивные китообразные, обладавшие общими с парнокопытными чертами строения скелета*

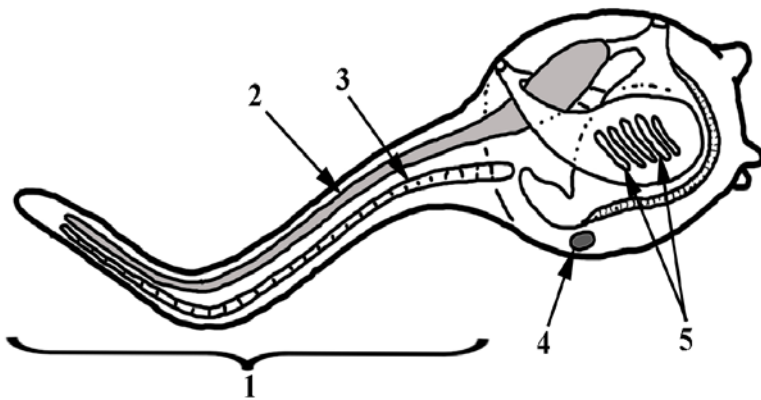
ЗАДАНИЕ 2.

Обозначьте стрелками (→) причинно-следственные связи событий, происходящих во время дыхательных движений грудной клетки человека.



ЗАДАНИЕ 3. Работа с рисунком.

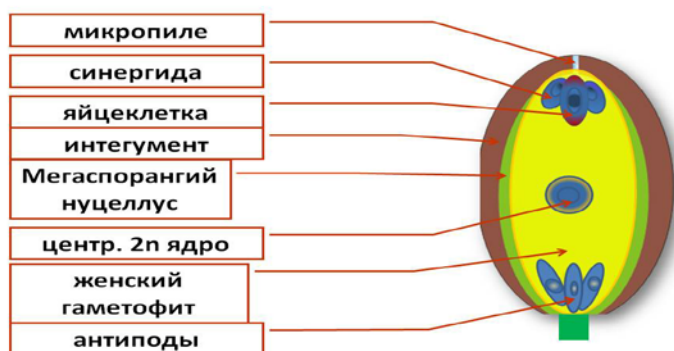
Впишите в таблицу, рядом с соответствующими номерами, названия элементов тела личинки оболочника, обозначенных стрелками и цифрами.



1.	Хвост
2.	Нервная трубка
3.	Хорда
4.	Сердце
5.	Жаберные щели

ЗАДАНИЕ 4. Работа с рисунком.

Дорисуйте и подпишите недостающие элементы на рисунке семязачатка цветкового растения.



ЗАДАНИЕ 5. Биологическая комбинаторика.

Заполните пустые ячейки таблицы словами «**Да**» или «**Нет**». Исправления не допускаются.

Экологическая характеристика двух видов животных.

Признак Вид	Является эндемиком, какого-либо из материков	Хищник по типу питания	В благоприятных условиях популяция способна к неограниченному росту, R-стратег	В экосистеме является консументом 2-3 порядка	Имеет симбиотические взаимоотношения с другими организмами
Кролик	Нет	Нет	ДА	Нет	Да
Снежный барс	Да	Да	Нет	Да	Да

ЗАДАНИЕ 6. Работа с текстом.

Перед Вами текст, содержащий биологические ошибки. Внимательно прочтите его, найдите ошибки, переформулируйте предложения, в которых они содержатся, и впишите новые формулировки в свободные поля таблицы, рядом с соответствующими номерами.

На одном из Интернет-ресурсов, посвященных биологии, был обнаружен текст следующего содержания:

«Современные представления о строении биологической мембраны описываются жидкостно-мозаичной моделью. В соответствии с этой моделью биологическая мембрана представляет собой бислой из липидов, в который погружены белки. Толщина этого бислоя составляет 4-5 нм в зависимости от типа *нуклеотидов*, входящих в состав липидов. Хвосты липидных молекул обращены друг к другу, формируя *гидрофильную* плёнку в толще мембраны, а *гидрофобные* головки остаются снаружи бислоя. Существует два типа мембранных белков: интегральные, пронизывающие мембрану насквозь, и периферические, связанные с мембраной менее прочными связями с наружной или внутренней стороны. И белки, и липиды выполняют структурную функцию. Кроме того, *липиды отвечают за транспорт веществ*, а белки создают прочный барьер, не позволяющий веществам свободно проникать через мембрану».

1.	Толщина слоя не зависит от нуклеотидов, которые не входят в его состав
2.	Хвосты липидных молекул формируют гидрофобный слой в толще мембраны
3.	Головки фосфолипидов гидрофильны
4.	Липиды не отвечают за транспорт веществ
5.	Белки, обычно, не создают барьера для проникновения веществ в клетку

ЗАДАНИЕ 7. Работа с информацией.

Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Фрагмент 1. Процесс формирования костной ткани (остеогенез) у холоднокровных (пойкилотермных) наземных позвоночных идет неравномерно. Обычно раз в год, с наступлением неблагоприятных условий или под влиянием эндогенных процессов остеогенез замедляется или прекращается совсем. На поперечных срезах длинных костей конечностей таких животных прекращение остеогенеза маркируется так называемыми линиями прекращения роста (см. рисунок 1). По количеству этих линий можно приблизительно (а иногда и точно) определить возраст животного. Кроме этого, большое расстояние между линиями прекращения роста свидетельствует о быстром росте, а резкое сокращение дистанции между линиями прекращения роста обычно соответствует достижению животным половозрелости (рисунок1).

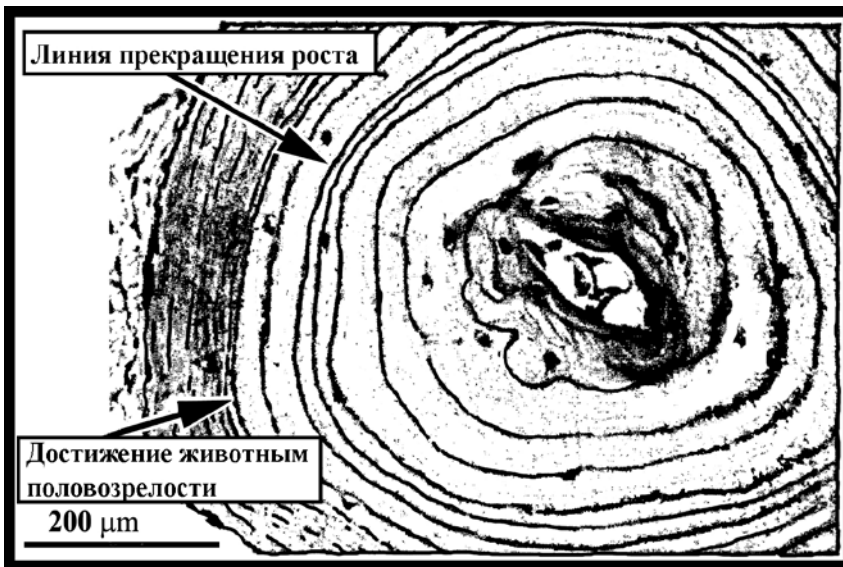


Рисунок 1. Поперечный срез кости конечности хвостатой амфибии *Euproctus asper* (из de Ricqlès et al., 2004, с изменениями).

Фрагмент 2. Рост в течение онтогенеза у различных наземных позвоночных происходит по-разному и зависит, в том числе, от уровня метаболизма. Теплокровные (птицы, млекопитающие) достигают максимальных размеров очень быстро и в дальнейшем не увеличиваются в размерах (рисунок 2). Современные рептилии, например, крокодилы, растут практически в течение всей жизни. Для ископаемых гигантских динозавров завропод, по данным, полученным при изучении гистологических срезов костей, был характерен достаточно быстрый рост молодых особей и постепенное его замедление после достижения половозрелости (рисунок 2). Для хвостатых амфибий характерен рост, сходный с таковым у современных рептилий.

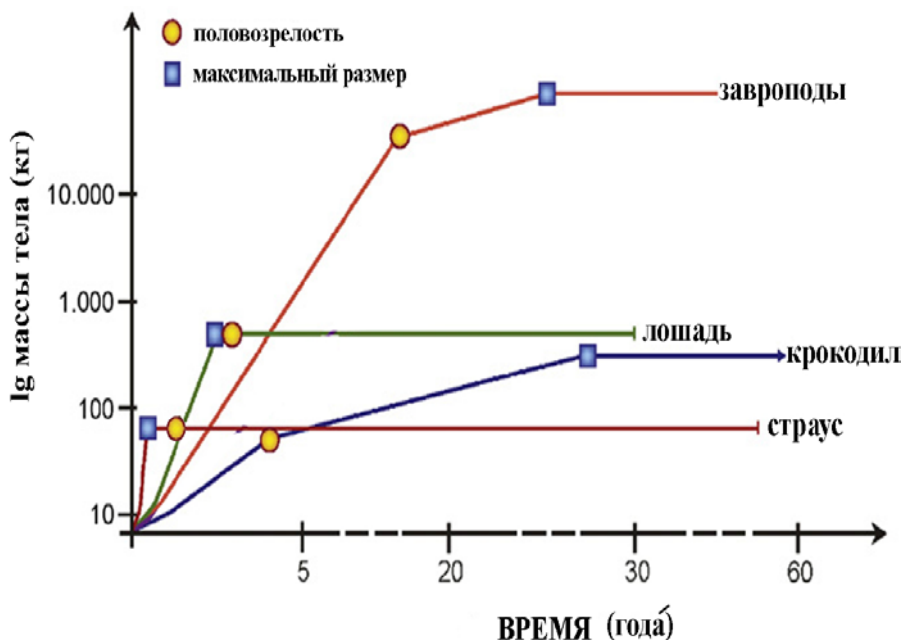


Рисунок 2. Схематическая диаграмма кривых роста различных амниот (из Sheyer et al., 2010, с изменениями).

Выберите **все** правильные ответы из предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Выберите правильный вариант ответа на вопрос: как Вы думаете, когда хвостатая амфибия, поперечный срез кости конечности которой изображен на рисунке 1, достигла половозрелости?

- a) На 1-2 году жизни
- b) На 3-6 году жизни
- c) На 7-8 году жизни**
- d) На 9-11 году жизни

2. Прочитайте фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2. Выберите правильные утверждения, учитывая представленную в них информацию.

- a) Среди наземных позвоночных наиболее быстрый рост на ранних этапах онтогенеза характерен для форм с высоким уровнем метаболизма**
- b) Кривые роста завропод и крокодилов не различаются между собой
- c) Для плацентарных млекопитающих не характерен рост после достижения половозрелости**
- d) Информацию об особенностях роста ископаемых наземных позвоночных можно получить при исследовании гистологических срезов костей**

3. Основываясь на информации, представленной во фрагментах текста и на рисунках, выберите правильные утверждения.

- a) После достижения половозрелости для хвостатой амфибии *Euproctus asper* характерно резкое замедление роста**
- b) Максимальные размеры тела достигаются хвостатой амфибией *Euproctus asper* в момент достижения половозрелости
- c) Для современных рептилий характерно замедление роста после достижения половозрелости**
- d) Для половозрелых птиц характерно отсутствие роста**

4. Учитывая информацию, представленную во фрагментах текста и на рисунках, укажите, для каких из перечисленных ниже позвоночных будет характерен медленный рост?

- a) Слоновая черепаха**
- b) Черный коршун
- c) Исполинская саламандра**
- d) Гаттерия**

5. Кривая роста хвостатой амфибии *Euproctus asper* (согласно информации, содержащейся во фрагментах текста и рисунках) должна быть сходной по форме с таковой у

- a) завропод
- b) лошади
- c) крокодила**
- d) страуса

ЗАДАНИЕ 8. Решите задачу по генетике и поясните ход ее решения. Используйте для ответа специально отведенное поле.

У домашней кошки окраска шерсти зависит от наличия клеток-меланоцитов, способных вырабатывать черный пигмент меланин. У обладателей доминантного аллеля *W* меланоциты в волосяных сумках отсутствуют, поэтому их шерсть оказывается совершенно белой, у гомозигот *ww* меланоциты имеются, и черный пигмент может вырабатываться. Другой ген, наследуемый независимо от первого, определяет распределение пигментов по длине волоса. У носителей доминантного аллеля этого гена (*A*-) волос имеет чередующиеся кольца черного и оранжевого пигмента, что придает им серую окраску. У гомозигот *aa* волос заполнен только черным пигментом, такие кошки, соответственно, черные. Какое расщепление по фенотипу следует ожидать у потомства, полученного при многократном скрещивании двух дигетерозиготных особей? Изменится ли окраска особей и расщепление по фенотипу, если обе особи будут еще и гомозиготны по рецессивному аллелю *b*, который вызывает нарушение формы гранул черного пигмента меланина, что приводит к появлению коричневой окраски? Данный ген наследуется независимо от первых двух. Все гены – аутосомные.

Ответ.

1. Согласно условию, гены наследуются независимо, т.е. локализованы в разных парах гомологичных хромосом. Поэтому дигетерозиготы *WwAa* образуют 4 типа гамет. При их слиянии в F_1 появляются те же генотипы, что и в классических опытах Менделя по дигибриднему скрещиванию. А вот расщепление по фенотипу будет иным. Обратите внимание: у носителей аллеля *W* меланин вообще не вырабатывается, так как в волосяных сумках отсутствуют специальные клетки-меланоциты. Следовательно такие кошки будут белого цвета, независимо от того, какие из аллелей второго гена им достанутся. Наличие окраски (серой или черной) возможно только у гомозигот по рецессивному аллелю *ww*. Соответственно, ожидаемое расщепление по фенотипу:

12 белых (*W---*) : 3 серых (*wwA-*) 1 черная (*wwaa*). В данном случае наблюдается один из вариантов взаимодействия генов - доминантный эпистаз.

P: генотипы родительского поколения (согласно условию задачи)	<i>WwAa</i>	x	<i>WwAa</i>
P: фенотипы родительского поколения	белые		белые
G (гаметы)	<i>WA, Wa, wA, wa</i>		<i>WA, Wa, wA, wa</i>

Решетка Пеннета:

Гаметы родителей	<i>WA</i>	<i>Wa</i>	<i>wA</i>	<i>wa</i>
<i>WA</i>	<i>WWAA</i> белые	<i>WWAa</i> белые	<i>WwAA</i> белые	<i>WwAa</i> белые
<i>Wa</i>	<i>WWAa</i> белые	<i>WWaa</i> белые	<i>WwAa</i> белые	<i>Wwaa</i> белые
<i>wA</i>	<i>WwAA</i> белые	<i>WwAa</i> белые	<i>wwAA</i> серые	<i>wwAa</i> серые
<i>wa</i>	<i>WwAa</i> белые	<i>Wwaa</i> белые	<i>wwAa</i> серые	<i>wwaa</i> черные

F₁: генотипы потомства	<i>W---</i> ; <i>wwA-</i> ; <i>wwaa</i>
F₁: фенотипы потомства	белые : серые : черные
F₁: соотношение фенотипических классов	12 : 3 : 1

2. Теперь представим, что обе скрещивающиеся особи являются гомозиготными по аллелю *b*. Очевидно, что все их потомство также гомозиготно по данному аллелю. Согласно условию, кошки *bb* могут обладать измененными гранулами черного пигмента и поэтому иметь коричневую окраску, но это возможно только при наличии самого этого пигмента. Нетрудно заметить, что носители аллеля *W* по-прежнему будут белыми (они не вырабатывают меланин), а тригомозиготы *wwaabb* – коричневыми (их волос целиком заполнен измененными пигментными гранулами). Кошки *wwA-bb* будут иметь волос с чередующимися кольцами пигментов, и их окраска будет несколько светлее, чем в предыдущем случае. Соотношение фенотипических классов не изменится.

ЗАДАНИЕ 9. Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.

В молекулах ДНК имеются последовательности нуклеотидов, не несущие информацию о строении белков. Какие функции могут выполнять такие участки ДНК?

Ответ:

В составе молекул ДНК имеется много таких последовательностей, причем их функции различны. Ниже приведем основные случаи, упомянутые в ответах участников.

1. Генетический код включает несколько триплетов, играющих роль стоп-сигнала (УАА, УАГ, УГА – генетический код чаще всего представляют на «языке» РНК). Этим триплетам не соответствует ни одна аминокислота, поэтому они, строго говоря, не несут информации о строении белков, а являются своего рода «знаками препинания». Их иногда называют нонсенс-кодонами или бессмысленными кодонами. Существует и стартовый кодон (АУГ), с которого начинается синтез аминокислотной цепочки, но он кодирует аминокислоту метионин.

2. Некоторые гены несут информацию не о иРНК (которая содержит информацию о белках), а о т.н. «некодирующих РНК», т.е. РНК, не транслируемых в белки (рРНК, тРНК, малые РНК и др.). Эти РНК играют важную роль в трансляции (функции рРНК и тРНК широко известны) и других клеточных процессах. Например, малые ядерные РНК обеспечивают сплайсинг иРНК, созревание рРНК. Некоторые РНК входят в состав ферментов или сами обладают каталитической активностью (рибозимы).

3. Внутри генов эукариот и некоторых прокариот имеются экзоны и интроны. Экзоны – кодирующие участки ДНК, информация с которых при транскрипции переписывается на зрелую молекулу РНК. Они, как правило, несут информацию о структуре белков или о структуре некодирующих РНК. Интроны – некодирующие участки генов, не содержащие информации об аминокислотной последовательности. Эти участки транскрибируются, но затем удаляются из иРНК при ее созревании в процессе сплайсинга. Иногда длина интронов даже больше, чем экзонов.

В изучении функций интронов остается много неясного. Иногда они считаются даже чем-то вроде «генетического мусора», хотя в некоторых случаях это явно не соответствует истине. Например, известно явление альтернативного сплайсинга – процесса, при котором экзоны комбинируются при созревании иРНК различным образом, что приводит к появлению различных вариантов транскриптов (и, соответственно, белков). Иногда при этом экзоны рассматриваются метаболическим аппаратом клетки как интроны и наоборот, что также может приводить к появлению других форм белка. Также показано, что интроны могут выполнять регуляторную функцию, влияя на экспрессию гена, в котором находятся. В эволюционном плане интроны могут быть источником своего рода эволюционной пластичности, обеспечивая возможность (при участии рекомбинации) появления новых белковых молекул.

4. Некоторые участки ДНК выполняют регуляторную функцию. Многим известны промоторы, операторы и терминаторы – специальные регуляторные последовательности нуклеотидов в составе оперона. Промотор – последовательность нуклеотидов ДНК, которую «узнает» фермент РНК-полимераза, использующий ее в качестве стартовой площадки в начале транскрипции. Оператор – участок ДНК, с которым связывается специальный регуляторный белок, способный активировать или, напротив, подавлять процесс транскрипции. Терминатор – участок, который распознается РНК-полимеразой как сигнал о прекращении процесса транскрипции. Данные регуляторные последовательности располагаются в непосредственной близости от генов и регулируют их транскрипцию.

5. Другие регуляторные последовательности нуклеотидов - энхансеры и сайленсеры – могут находиться на значительном удалении от регулируемых генов, даже входить в состав другой хромосомы. С ними, как и с оператором, связываются специальные регуляторные белки. Энхансер – усилитель активности гена, сайленсер же подавляет транскрипцию при связывании с ним белка-репрессора.

6. Между генами могут располагаться спейсеры – последовательности нуклеотидов, разделяющие гены. Они не несут значимой информации и обычно не транскрибируются.

7. Теломеры (концевые участки линейных хромосом) несут особые последовательности нуклеотидов (т.н. теломерные последовательности), для которых характерно повторение однотипных участков. При репликации ДНК теломерные последовательности укорачиваются, т.к. ДНК-полимераза (фермент, играющий центральную роль в репликации) не способна синтезировать концевые участки. Поэтому в ряду клеточных делений молекулы ДНК укорачиваются, что часто считают одной из причин старения организмов. Впрочем, некоторые клетки синтезируют

специальный фермент – теломеразу, функция которого состоит в удлинении теломерных участков.

8. В составе генома обнаруживаются т.н. «молчащие гены», которые по каким-то причинам не функционируют у данного организма или у представителей всего таксона. Строго говоря, их последовательности содержат информацию о белках, но она не используется клеткой.

Отметим, что не один из представленных участниками олимпиады ответов не содержал одновременно все перечисленные выше положения. Однако все они были так или иначе упомянуты разными участниками.

ЗАДАНИЕ 10. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Прочитайте задание. Составьте схему исследования, укажите последовательность необходимых действий.

Яснотка белая и крапива двудомная - очень похожие растения, которые нередко путают даже люди. Крапива имеет стрекательные волоски и, в отличие от безобидной яснотки, может серьезно постоять за себя перед травоядными млекопитающими. Этот пример нередко рассматривают как мимикрию в мире растений. А как это можно проверить? Предложите схему эксперимента. Укажите материалы и оборудование, необходимые для его проведения.

Ответ:

Примеров мимикрии в животном мире описано очень много, а среди растений их почти нет. Однако при всей кажущейся очевидности преимуществ подражания одного вида (имитаторов) другому (модели), экспериментальные доказательства практически отсутствуют. Для нашего конкретного случая, кажется разумным, предложить следующее:

1. Установить наблюдение за поведением травоядных млекопитающих в природе в местах совместного произрастания крапивы и яснотки с использованием фото и видеотехники. Если удастся столкнуться с примерами массового их поедания, провести количественные подсчеты.
2. Провести лабораторные исследования на разных группах подопытных животных с целью выяснения:
 - способности животных различать указанные виды растений
 - возможности выработки у них условного рефлекса на крапиву, и оценить длительность его сохранения
3. Проанализировать палеоботанические данные о времени появления крапивы и яснотки (возможно также проведение специальных молекулярно-генетических исследований для достижения этой цели).
4. Провести статистическую обработку результатов лабораторных исследований, сопоставить и проанализировать все полученные данные.

Материалы и оборудование: фото и видеотехника, осветительное оборудование, клетки, садки для животных, лабораторные животные и живые растения крапивы и яснотки.