

Ответ

Плод	А	Б	В	Г	Д	Е
Кулинарное название	чёрный перец	кардамон	маракуйя	гуава	ваниль	звёздчатый анис
Тип гинецея (цифра)	1	3	4	3	4	2

Система оценки: по 1 баллу за клеточку.

3. Классы членистоногих (16 баллов). Заполните таблицу.

Класс	Класс Ракообразные (высшие раки)		
Отделы тела	Головогрудь, брюшко		
Количество ПАР ног	5		
Количество ПАР усиков		1	
Тип(ы) глаз и их количество	Фасеточные – 2 шт		Простые – от 4 до 16 штук, обычно 8
Органы дыхательной системы		Трахеи	
Органы выделительной системы			Мальпигиевы сосуды, коксальные железы (у водных)
Организмы			

В последних строчках таблицы распределите по классам следующие организмы:

Бокоплав Верблюдка Мокрица Ногохвостка Сенокосец Телифон

Ответ

Класс	Класс Ракообразные (высшие раки)	Класс Насекомые	Класс Паукообразные
Отделы тела	Головогрудь, брюшко	Голова, грудь, брюшко	Головогрудь, брюшко
Количество ПАР ног	5	3	4
Количество ПАР усиков	2	1	0
Тип(ы) глаз и их количество	Фасеточные – 2 шт	Фасеточные – 2 шт, простые – 3 шт	Простые – от 4 до 16 шт, обычно 8
Органы дыхательной системы	Жабры (на двуветвистых конечностях)	Трахеи	Трахеи, легкое
Органы выделительной системы	Антеннальные/максиллярные железы, зеленые железы	Мальпигиевы сосуды	Мальпигиевы сосуды, коксальные железы (у водных)
Организмы - по 0.5 б	Бокоплав 0.5	Верблюдка 0.5	Сенокосец 0.5
	Мокрица 0.5	Ногохвостка 0.5	Телифон 0.5

Система оценки: по 1 баллу за клеточку, кроме названий организмов (по 0.5 балла)

(В бланке ответов баллы за это задание были ошибочно указаны, как для младших классов, где за названия ставилось по 1 баллу. На самом деле это задание в старших классах оценивалось максимум в 16 баллов)

4. Позвоночные (12 баллов)

Соотнесите названия животных, количество позвонков в шейном отделе их позвоночника (укажите число) и их органы дыхания (впишите буквы, соответствующие органам дыхания).

Животные:	Количество позвонков шейного отдела позвоночника:		Органы дыхания:
Речной окунь	0	7	К - Кожа
Безлёгочная саламандра	2	8	Ж- Жабры
Прыткая ящерица	6	14	А - Лёгкие (альвеолярные)
Сизый голубь			Г - Лёгкие (губчатые)
Жираф			Я - Лёгкие (ячеистые)
Ламантин			

Ответ

Животное	Речной окунь	Безлегочная саламандра	Прыткая ящерица	Сизый голубь	Жираф	Ламантин
Число шейных позвонков	0	2	8	14	7	6
Органы дыхания (буква)	Ж	К	Я	Г	А	А

Система оценки: по 1 баллу за клеточку.

5. Инфекционные заболевания (20 баллов)

Установите соответствие между названием заболевания и его возбудителем. Если есть переносчик болезни, напишите, к какому классу животных он относится (если переносчика не существует, пишите слово НЕТ)

Возбудители:

А. Чумная палочка	Г. Кошачья двуустка	Ж. Герпесвирус человека 3 типа	И. Ришта
Б. Дизентерийная амеба	Д. Лямблия	З. Малярийный плазмодий	К. Палочка Коха
В. Широкий лентец	Е. Трипаносома		

Ответ

Заболевание	Возбудитель	Класс переносчика (если он есть)	Заболевание	Возбудитель	Класс переносчика (если он есть)
Малярия	З	Насекомые	Дифиллоботриоз	В	Лучеперые (Костные) рыбы
Бубонная чума	А	Насекомые	Туберкулез	К	НЕТ
Сонная болезнь	Е	Насекомые	Дранункулез	И	Веслоногие (Ракообразные)
Ветряная оспа	Ж	НЕТ	Лямблиоз	Д	НЕТ
Дизентерия	Б	НЕТ	Описторхоз	Г	Лучеперые (Костные) рыбы

Система оценки: по 1 баллу за клеточку

Часть 2. Задачи.

1. Экскрет почек (2 балла)

К функциям почек относится фильтрация крови и продукция мочи. Оба процесса осуществляются в нефронах. Жидкость, проникающая в нефроны из крови, называется фильтрат. В нефронах фильтрат преобразуется в экскрет за счет двух механизмов: секреции веществ в фильтрат и реабсорбции веществ из фильтрата.

Вставьте между буквами знаки арифметических действий (+, −, × или /) так, чтобы получилась формула, корректно описывающая получение экскрета: **Ф Р С = Э**

где Э – экскрет, Ф – фильтрат, Р – реабсорбированные вещества, С – секретируемые вещества

Ответ: **Ф – Р + С = Э**

2. Бобовые (8 баллов)

Людам, отказавшимся от употребления продуктов животного происхождения, рекомендуют включать в рацион питания блюда из бобовых культур. Ответьте на вопросы.

- 1) Содержание каких соединений в растительных тканях меньше, чем в животных?
- 2) Как это связано со строением растительных и животных клеток?
- 3) С чем может быть связано большее содержание этих соединений в тканях растений семейства Бобовых по сравнению с представителями большинства других семейств?

Ответ и система оценки.

- 1) белков — 1 б
- 2) в растительных тканях больше углеводов в клеточной стенке (1 б.) и запасается преимущественно крахмал, а не жиры, как в животной (1 б.). Растения неподвижны (1 б.) и их клетки не несут белков, необходимых для движения. белки строятся из аминокислот, для их синтеза нужен азот (1 б.)
- 3) растения из семейства бобовых получают соединения азота от симбиотических (1 б) клубеньковых (1 б.) бактерий, которые усваивают молекулярный азот воздуха и переводят его в доступные для растений формы (1 б.)

Всего 8 баллов

3. Червяги (18 баллов)

Карл Линней в знаменитой “Системе природы” отнёс настоящую червягу *Caecilia tentaculata* к змеям из-за схожего внешнего вида.

На рисунке – вид животного и череп, сбоку и сзади.

К какому классу животных на самом деле относится червяга?

Какие анатомические и физиологические аргументы (в XVIII веке другие применить было бы невозможно) можно было бы привести во времена Линнея, чтобы:

- А. отличить червяг от змей;
- Б. верно определить родство червяг с другими представителями класса, к которому они относятся?

Ответ и система оценки.

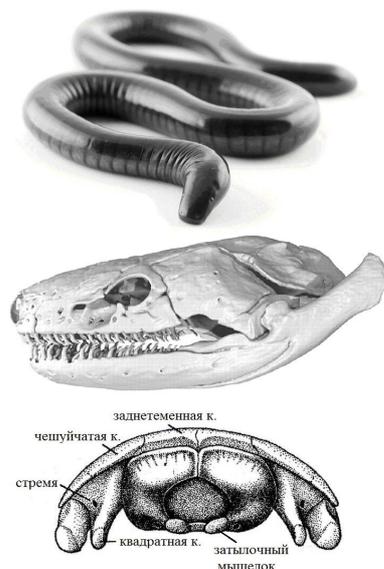
Класс Амфибии (Земноводные) – 2 балла

Примеры аргументов группы А:

- отсутствие чешуи
- анальное отверстие на конце тела (нет хвоста)
- кольцевые сегменты на теле
- язык не раздвоен
- амфицельные (двояковогнутые) позвонки

Примеры аргументов группы Б:

- кожное дыхание
- гулярное дыхание (по форме черепа заметно, очень широкий и плоский, как и у всех амфибий)
- икра без плотной скорлупы или кожистых оболочек (прозрачная)
- личинки с перистыми жабрами (хотя бы в икринках)
- желудочек сердца без перегородок
- стегальный череп (нет височных окон и т.п. по смыслу)
- туловищные почки (отличаются от тазовых у самцов невооруженным глазом по наличию общих с семенниками протоков)
- выделение мочевины (хотя во время Линнея формулы мочевины и мочевой кислоты не знали, по консистенции мочи легко отличить)
- 2 затылочных мышцелка



Примеры аргументов, которые не засчитывались:

- гистологические, цитологические, генетические отличия
- внешнее оплодотворение (оно у червяг тоже внутреннее)
- глаза затянuty кожей (у слепозмеек тоже) или наоборот, наличие век (их нет)
- функционирует только левое лёгкое (у змей также)
- барабанной перепонки снаружи не видно (у змей также)

Система оценки:

по 1-2 балла за каждый верный аргумент.

4 Терморегуляция. (15 баллов)

Известно, что температура внутренней среды человека не зависит от температуры окружающей среды.

- 1) Как называется такое свойство?
- 2) Какие классы животных им обладают?
- 3) Какие процессы происходят в организме человека, если температура окружающей среды высокая (+35 градусов по Цельсию)? Низкая (-35)?
- 4) Какую первую помощь нужно оказать при тепловом ударе и при обморожении?

Ответ и система оценки.

1 и 2. Гомойотермность (теплокровность). Птицы, Млекопитающие – 3 б.

3. **В жару.** Потоотделение, расширение сосудов кожи – 2 б

В холод. Сужение сосудов кожи, сокращение волосковых мышц, дрожь, термогенез в буром жире, увеличение уровня обмена веществ – 4 б

4. **Тепловой удар.** Поместить в прохладное помещение, холодный компресс на голову (обливание водой – зачет), при нарушении сознания – вдыхание паров нашатырного спирта – 3 б

Обморожение. Поместить в теплое помещение, закрыть обмороженный участок сухой повязкой, медленно согревать, обильное теплое питье – 3 б

Минус 1 б за горячую воду и грелки

+ 1 б за растереть при указании I степени обморожения.

5. Задача по генетике (6 баллов)

Изучая один из малых народов, генетики обнаружили, что у него часто встречаются седые волосы из-за раннего поседения. Чтобы установить, как наследуется этот признак, были собраны данные по многим семьям. Результаты представлены в таблице. (Среди потомков включались только те, для кого возраст раннего поседения миновал).

Тип поседения у родителей	Потомки		
	Число семей	Раннее	Нормальное
Раннее × Раннее	52	98	19
Раннее × Нормальное	45	72	33
Нормальное × Нормальное	71	0	128

Как наследуется признак? Запишите генотипы родителей для каждого типа семей. Объясните отклонение частот классов в потомстве от ожидаемых по Менделю.

Ответ и система оценки.

Раннее поседение – доминантный признак. 1б

Соотношения отклоняются, поскольку у родителей в разных семьях могли быть разные сочетания генотипов (например, в первом случае Aa × Aa, Aa × AA и AA × AA).

по 2 б за семьи в первых двух строках (если записаны генотипы) и 1 б за последнюю. Всего 5 б за генотипы.

Если не определено, что доминантный признак – 0 баллов за эту часть.

Если приведено конкретное значение, но без вычислений, ответ не засчитываем.

6. Клеточный цикл (3 балла)

Продолжительность S-стадии клеточного цикла изучают, вводя в клетки нуклеотиды, содержащие радиоактивную метку (¹⁴C или ³H). Через небольшой промежуток времени метку, которая не успела включиться в ДНК, удаляют, а затем, фиксируя клетки через разные интервалы времени, определяют, когда меченые клетки вступают в деление. Какой нуклеотид следует для этого использовать? Почему?

Ответ и система оценки.

Тимидиловый (1б), дезокси (1б) т.к. он входит только в ДНК (1б)

7. Мутации и генетический код (8 баллов)

Гидроксилламин – химический мутаген, который взаимодействует в ДНК с цитозином (Ц), превращая его в тимин (Т). Этот мутаген очень специфичен и никаких других замен, кроме Ц → Т не дает.

Студенту поставили задачу получить у бактерии мутации, превращающие СТОП-кодона некоторых ее генов в кодоны аминокислот. Для решения этой задачи он взял гидроксилламин, как единственный мутаген, имевшийся в то время в лаборатории и обработал им бактерий.

Получит ли он желаемый результат? Свой ответ объясните.

Для справки: в генетическом коде есть три СТОП-кодона: УАА, УАГ и УГА.

Ответ

Гидроксилламин вызывает только переходы Ц → Т, поэтому он может вызвать мутации в кодонах, содержащих Г-Ц пары. Такие пары есть только в двух из СТОП-кодонов: УАГ и УГА.

При этом в смысловой (нетранскрибируемой) цепи ДНК стоит Г (как в мРНК), а в матричной цепи ДНК – Ц. Посмотрим, что произойдет, если эти Ц промутируют в Т.

Исходный СТОП (немутантный)	Смысловая	ТАГ	ТГА
	Матричная	АТЦ	АЦТ
Мутация Ц → Т в матричной цепи	Матричная *	АТТ	АТТ
	Смысловая*	ТАА	ТАА

Мы видим, что в обоих возможных случаях результат мутации – снова СТОП-кодон (УАА в мРНК).

ОТВЕТ: нет, этот мутаген не может привести к мутации СТОП → а.к.

Система оценки:

За часто встречавшийся ответ «Не получит, потому что в СТОП-кодонах нет цитозина» ставилось 0 баллов (непонимание того, что кодоны приведены в РНК, а мутации происходят в ДНК).

Почти никто не записывал вторую цепь ДНК – за это снималось 2 балла.

Также баллы снимались за наличие биологических ошибок (например, запись антикодона т-РНК комплементарного СТОП-кодону или за ДНК с урацилом в составе), за отсутствие указания, в каких молекулах записаны кодоны.

Учитывалась логичность и полнота обоснования ответа.

Ошибка, за которую мы баллы не снимали, но она встречалась очень часто: матричную цепь ДНК называли кодирующей. (Кодирующая в общепринятом смысле – это смысловая цепь, комплементарная матричной).

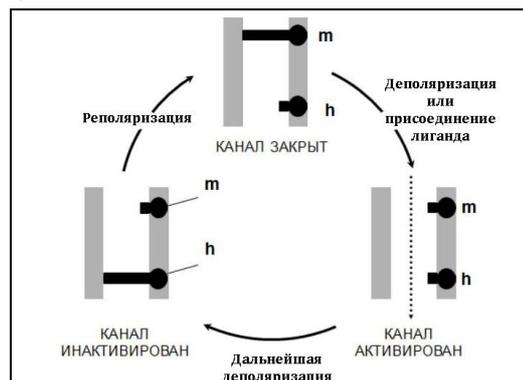
8. Потенциал действия (18 баллов)

Если подействовать раздражителем на нервную клетку, изменяется ее мембранный потенциал (МП), клетка возбуждается. Потенциал действия (ПД) возникает в результате повышения проницаемости мембраны для ионов Na⁺ и входом их в клетку. Происходит деполяризация мембраны. При определенной величине потенциала процесс переноса Na⁺ прекращается, повышается проницаемость для ионов K⁺ и калий выходит из клетки. Эта фаза реполяризации приводит к восстановлению исходного мембранного потенциала.

Ионы натрия входят в клетку через специальные каналы.

В зависимости напряжения на мембране Na⁺ канал может находиться в трёх разных состояниях (см. рис.)

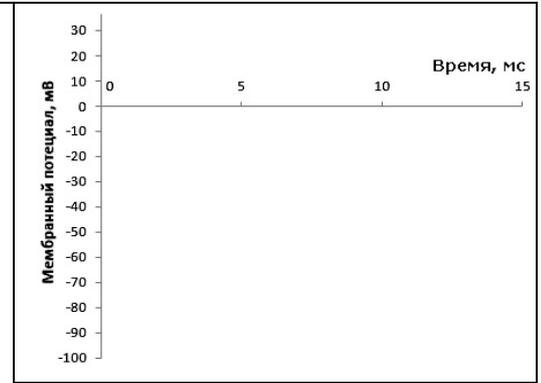
- 1) **Неактивное**, при потенциале покоя, закрыта m-створка (активационные ворота), открыта h-створка (инактивационные ворота).
- 2) **Активное**, при деполяризации мембраны, открыты и m- и h-створки.
- 3) **Инактивированное**, при длительной деполяризации, больше 2 мс; закрыта h-створка, m-створка открыта.



Задание.

1. Нарисуйте график 1 изменения МП во времени при потенциале действия в нервной клетке. Укажите фазы ПД.
2. Как изменится ПД нервной клетки при действии **тетродотоксина** – яда, который блокирует m-створку в закрытом состоянии? Нарисуйте график 2 для этого случая. Ответ объясните.
3. Как изменится ПД нервной клетки при действии **вератридина** – яда, который блокирует h-створку в открытом состоянии? Покажите это на графике 3. Ответ объясните.

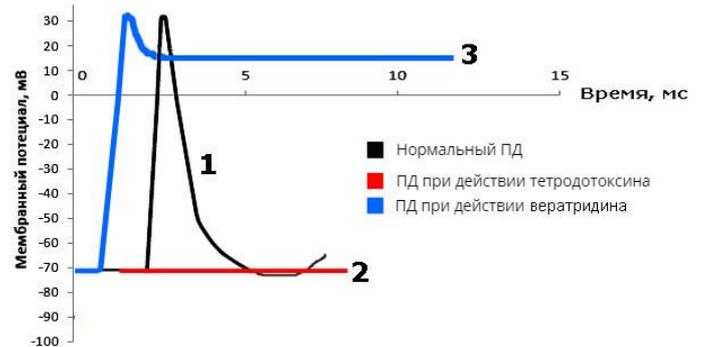
Перенесите на бланк ответа оси координат и нарисуйте на одном поле графики для вопросов 1-3.



Ответ и система оценки.

1. Мембранный потенциал (МП) покоя нейрона находится в области -70 - -80 мв. В натриевом канале открыта створка h, но закрыта створка m, так что канал закрыт для движения ионов.

При действии порогового раздражителя достигается критическое значение потенциала (Екр), открывается створка m, канал открывается, натрий лавиной входит в клетку, вызывая быструю деполяризацию.



Деполяризация – это первая фаза потенциала действия (ПД). После достижения нулевого значения МП дальнейшая деполяризация приводит к смене отрицательного заряда мембраны на положительный (овершут). ПД достигает пика (=30 - +40 мв), створка h при этом закрывается (натриевая инактивация), и дальнейшее перемещение ионов натрия прекращается.

При таком значении МП создаются идеальные условия для выхода из клетки ионов калия. Число открытых калиевых каналов максимально. Происходит реполяризация, МП возвращается к исходному уровню.

3 балла за правильную форму и подписи фаз (наличия фаз ПП, деполяризации, реполяризации). 1 балл за правильное положение потенциала покоя в районе -70 - -100мВ. 1 балл за правильную ширину (в общей сложности ширине ПД должна быть не больше 5мс, если больше, то балл не ставится). 1 балл за правильную высоту (важно, чтобы овершут был выше нуля на 20-40 мв; если овершут не превышает ноль, балл не ставится.) Всего за график нормального ПД – 6 баллов.

2. Если m-створка не открывается, то Na⁺ не может войти в клетку и деполяризовать мембрану. Поскольку деполяризация не происходит, генерация ПД невозможна. Поэтому на мембране сохраняется потенциал покоя.

2 балла за правильный рисунок (прямая линия на уровне потенциала покоя). Всего 6 баллов.

3. Так как вератридин блокирует закрытие h-створки, то фаза деполяризации ПД пройдет как обычно, но при этом Na⁺ - канал не сможет инактивироваться и останется в открытом состоянии. В соответствии с принципом «всё или ничего», достигнув пика, ПД дальше не увеличивается не только из-за закрытия канала, но и потому, что мембрана заряжена положительно и это препятствует движению ионов натрия в клетку. Однако, создаются благоприятные условия для движения ионов калия из клетки. При выходе ионов калия мембранный потенциал начнет снижаться и при открытом натриевом канале натрий продолжит входить в клетку. Токи натрия и калия уравниваются, поэтому реполяризация будет невозможна и на мембране установится новый уровень «потенциала покоя».

2 балла за правильный рисунок. Всего 6 баллов.