Указания по оцениванию развёрнутых ответов участников ЕГЭ для эксперта, проверяющего ответы на задания 22–28 по биологии

(документ предоставляется эксперту при проведении оценивания экзаменационных работ вместе с критериями оценивания)

При проверке заданий с развёрнутым ответом эксперт располагает следующими стандартизированными материалами:

- текстами заданий части 2 экзаменационной работы;
- образцами развёрнутых ответов на каждое задание;
- критериями и шкалами оценивания выполнения каждого задания.

Проверка и оценивание выполнения заданий с развёрнутым ответом осуществляется путём сопоставления работы участника с эталоном на основе поэлементного анализа ответа.

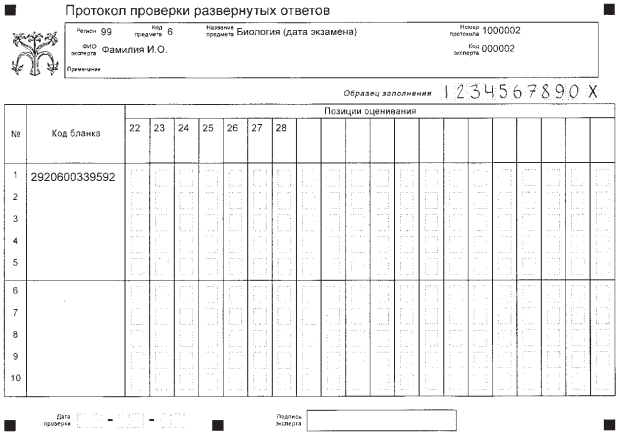
Реализация поэлементного анализа обеспечивает установление оптимального соответствия между условием задания и проверяемыми элементами содержания. Перечень элементов содержания, проверяемых конкретным заданием, согласуется с требованиями федерального компонента государственного стандарта общего образования к уровню усвоения соответствующего учебного материала.

При проверке работы эксперту необходимо в первую очередь сосредоточить внимание на отражении в ответе экзаменуемого ведущих терминов и понятий, а также общеучебных и предметных умений, которые обеспечивают успешное выполнение задания.

Результаты оценивания переносятся в Протокол проверки развёрнутых ответов, при этом баллы по каждому заданию переносятся в колонку, название которой соответствует номеру задания (см. рисунок 1):

- баллы за задание 22 выставляются в графу протокола 22;
- баллы за задание 23 выставляются в графу протокола 23;
- баллы за задание 24 выставляются в графу протокола 24;
- баллы за задание 25 выставляются в графу протокола 25;
- баллы за задание 26 выставляются в графу протокола 26;
- баллы за задание 27 выставляются в графу протокола 27;
- баллы за задание 28 выставляются в графу протокола 28.

Баллы выставляются в протокол проверки развёрнутых ответов гелевой чёрной ручкой.


Протокол проверки развернутых ответов

Регион 99 Код предмета 6 Название предмета Биология (дата экзамена) Номер протокола 1000002

ФИО эксперта Фамилия И.О. Код эксперта 000002

Примечание

Образец заполнения 1234567890 X

№	Код бланка	Позиции оценивания																			
		22	23	24	25	26	27	28													
1	2920600339592																				
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					

Дата проверки – – Подпись эксперта

Рисунок 1. Протокол проверки развёрнутых ответов 2022 г. Образец

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2022
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

Внесение исправлений в бланк оценивания крайне нежелательно. Использование замазок и затирок для исправления записей категорически недопустимо!

Внимание! При выставлении баллов за выполнение задания в протокол проверки развёрнутых ответов следует иметь в виду, что **если ответ отсутствует** (нет никаких записей, свидетельствующих о том, что экзаменуемый приступал к выполнению задания), то в протокол проставляется «Х», а не «0».

Заполнять бланки-протоколы следует, руководствуясь следующими правилами:

- заполнять поля бланка-протокола следует печатными заглавными буквами чёрной гелевой ручкой строго внутри полей бланка-протокола;
- использование карандаша (даже для черновых записей), ручек со светлыми чернилами и корректирующей жидкости для исправления написанного недопустимо (наличие грифеля или корректирующей жидкости на сканируемом бланке может привести к серьёзной поломке сканера);
- внесённые исправления должны однозначно трактоваться, все исправления должны быть зафиксированы и заверены подписью эксперта (соответствующие подписи ставятся внизу в бланке-протоколе);
- если участник ГИА не приступал к выполнению задания, то в поле, в котором должен стоять балл за данный ответ на задание в бланке-протоколе, следует поставить метку «Х»;
- если участник ГИА приступал к выполнению задания, то в соответствующее поле (поля) бланка-протокола следует проставить соответствующий балл (баллы) от нуля до максимально возможного, указанного в критериях оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом;
- после завершения заполнения бланка-протокола следует поставить дату, подпись в соответствующих полях бланка-протокола и передать рабочий комплект председателю ПК для передачи на обработку.

Извлечения из Методических рекомендаций Рособрнадзора по формированию и организации работы предметных комиссий субъекта Российской Федерации при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования

Во время работы экспертам запрещается:

- иметь при себе средства связи, фото-, аудио- и видеоаппаратуру;
- копировать и выносить из помещений, в которых работает ПК, экзаменационные работы, критерии оценивания, протоколы проверки экзаменационных работ;
- разглашать информацию, содержащуюся в указанных материалах.

Также запрещается:

- без уважительной причины покидать аудиторию;
- переговариваться с другими экспертами ПК, если речь не идёт о консультировании с председателем ПК или с экспертом ПК, назначенным по решению председателя ПК консультантом.

Если у эксперта возникают вопросы или проблемы, он должен обратиться к председателю ПК или лицу, назначенному председателем ПК консультантом.

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2022
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

В экзаменационной работе используются два типа критериев оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом: с открытым и закрытым рядом требований.

В заданиях с открытым рядом требований в эталоне предлагается примерный правильный ответ и указано: «**Допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла**». Эталоны определяют наиболее существенное содержание ответа, они сформулированы достаточно подробно, представлен практически весь их возможный веер. В заданиях может быть от 2 до 10 элементов ответа, причём каждое задание содержит свой критерий оценивания.

Критерии оценивания определяются степенью сложности задания и значимостью элементов ответа в каждом конкретном задании. В одной и той же линии критерии оценивания разных заданий могут отличаться. Для предотвращения ошибок при оценивании ответов эксперту необходимо внимательно прочитать критерии оценивания к каждому конкретному заданию. В различных заданиях за несколько элементов выставляется разное число баллов.

Правильный ответ экзаменуемого может отличаться от эталона по форме, последовательности изложения элементов содержания, может быть дан иными словами, содержать дополнительные сведения, отсутствующие в эталоне.

На этапе предварительного ознакомления экспертов с заданиями, эталонами ответов и критериями их оценивания **целесообразно**:

- определить полноту отражения в эталоне элементов ответа;
- возможную вариативность ответа;
- дополнить при необходимости эталон, причём внесённые в него дополнения должны учитываться всеми членами предметной комиссии при проверке работ.

В заданиях с закрытым рядом требований в эталоне предлагается единственный правильный вариант ответа, не допускаются иные интерпретации и указано: «**Правильный ответ должен содержать следующие позиции**». Это задания линий 24 – на исправление ошибок в тексте, 27 – задачи по цитологии, 28 – задачи по генетике. В отдельных заданиях линий 22 и 23 также не допускаются иные интерпретации. Для получения максимального балла в ответах участников на такие задания должны обязательно присутствовать все позиции, указанные в эталоне.

При проверке выполнения заданий со свободным ответом следует учитывать указания: «**Объясните наблюдаемое явление**» или «**Ответ поясните или аргументируйте**». Отсутствие пояснения в ответе снижает его качество и, соответственно, понижает баллы. В случае отсутствия пояснения максимальный балл не выставляется.

При оценивании задания эксперту необходимо определить наличие каждого элемента в ответе. Если в ответе имеется только половина элемента, то он не может считаться полным элементом. В отдельных случаях наличие двух неполных элементов в ответе может засчитываться как один полный элемент.

Если в ответе участника на конкретное задание перечисляются функции, признаки, свойства, факты, но при этом отсутствует объяснение (пояснение, аргументация), то необходимо руководствоваться критерием оценивания, в котором прописана соответствующая ситуация. В некоторых случаях за правильный ответ без пояснения может выставляться 1 балл.

В каждом случае эксперт должен объективно установить степень полноты и правильности ответа, сравнить с эталоном, выявить биологические ошибки и неточности, оценить наличие объяснения (пояснения, аргументации), если это требуется в задании. Эксперту необходимо в первую очередь сосредоточить внимание на тех существенных элементах ответа (терминах, понятиях), которые раскрывают суть задания. При выставлении баллов необходимо руководствоваться критериями и шкалой оценивания конкретного задания.

При оценке выполнения задания вначале следует определить наличие правильных элементов. Необходимо соотнести количество правильных элементов в ответе с критерием и определить число баллов. Далее определить наличие ошибок в ответе. Если элемент в ответе участника правильный, значит, он не содержит ошибок, а если элемент содержит ошибку, то не учитывается как правильный. Например, участник приводит дополнительные сведения или

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2022
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

другие признаки, но с ошибкой. Или элемент частично правильный, но есть и ошибочное суждение. За каждую ошибку снимается 1 балл. За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не добавляются.

Предлагаем конкретные рекомендации по оцениванию заданий каждой линии в части 2.

№ задания	Число элементов ответа	Тип критерия оценивания заданий и рекомендации к оцениванию
22 Биологический эксперимент	3	1) «Допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла». 2) «Элементы ответа». В эталоне ответа может быть 3–6 элементов, причём максимальный балл выставляется при наличии всех элементов, указанных в эталоне. Если ответ неполный, высший балл не выставляется. При выставлении итогового балла следует обращать внимание на ответ на первый вопрос. Пример Экспериментатор решил установить зависимость скорости превращения аксолотля в амбистому от концентрации тиреодинина в пище. Для этого было отобрано 30 самцов одного возраста и массы и разделено на три разные группы, которые были помещены в аквариумы при комнатной температуре. Животных экспериментатор кормил пластинками из сырого мяса, в которые тщательно заворачивал 0,2 г препарата тиреоидина (тироксина). Аксолотли заглатывают пищу, поэтому вероятность обнаружения ими таблетки и отказ от корма была минимальна. Первой группе экспериментатор ежедневно давал одну порцию препарата, а второй – три такие же порции. В качестве контроля он использовал группу животных, не получавших тиреоидин. В результате в первой группе метаморфоз произошел за 3–4 месяца, тогда как во второй – за два. Какой параметр в данном эксперименте задавался экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от этого (зависимая переменная)? К какой группе биологически активных веществ следует отнести вещество тиреоидин и почему? Какие морфологические преобразования произойдут у аксолотля при метаморфозе? Назовите не менее двух. Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – количество (концентрация) тиреоидина, потребляемого с пищей; зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) – скорость (время) превращения аксолотля в амбистому (должны быть указаны обе переменные); 2) тиреоидин – это гормон; 3) тиреоидин в небольших количествах (концентрациях) оказывает значительный физиологический эффект на функционирование организма (усиливает энергетические процессы, повышает потребность тканей в кислороде, стимулирует рост и

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2022
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

		дифференцировку тканей в организме); 4) редукция наружных жабр; 5) изменение формы хвоста; 6) изменение пигментации кожи. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*
23 Работа с изображением (рисунком, схемой)	3	1) «Допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла». 2) «Элементы ответа». Если в ответе неверно определён изображённый объект, процесс, но приводятся верные его характеристики, ответ не засчитывается, о чём сказано в критериях оценивания. Пример На рисунке изображено ископаемое животное, которое можно отнести к млекопитающим, в эталоне даны его характеристики. Участник определяет, что изображена рептилия, и приводит признаки, указанные в эталоне для млекопитающего. Такой ответ не засчитывается как правильный. Баллы не выставляются. Указание имеется в критерии оценивания к заданию. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*
24 Работа с биологическим текстом, исправление ошибок в нём	3	1) «Правильный ответ должен содержать следующие позиции». 2) «Элементы ответа». В задании линии 24 каждый текст имеет конкретное название, которое в полной мере соответствует его содержанию, что следует учитывать при оценивании ответов участников. Ошибка не считается исправленной, если в качестве исправления в ответе содержится только отрицание суждения («может – не может», «является – не является», «имеется – не имеется» и т.д.). За такое исправление балл не выставляется. Неверное суждение должно быть исправлено с указанием верного. Дополнения к верному суждению не приравниваются к исправлению ошибки, и баллы не выставляются. Пример 1 Железы внутренней секреции имеют протоки, по которым секрет поступает в полость тела. В эталоне: *Железы внутренней секреции не имеют протоков, а выделяют секрет непосредственно в кровь.* Ответ участника: *Железы внутренней секреции не имеют протоков.* Оценка за элемент – 0 баллов. Пример 2: Слизистая оболочка, выстилающая гортань и другие органы воздухоносных путей, обеспечивает увлажнение и очищение воздуха, поступившего из внешней среды. Ответ участника: *Увлажнение и очищение воздуха, поступившего из внешней среды,*

		происходит в носовой полости. Оценка за элемент – 0 баллов. В задании указано «Исправьте три ошибки в тексте». Если в ответе участника исправлено четыре и более предложения, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу. В остальных случаях необходимо следовать рекомендациям в критериях
25, 26	3	1) «Допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла». 2) «Элементы ответа». В заданиях этих линий указано: «Ответ поясните», «Приведите доказательства», «Объясните значение», «Приведите примеры» и т.д. За отсутствие пояснения в ответе баллы снижаются. В эталонах ответа пояснения и аргументы вынесены в отдельные элементы, поэтому число элементов ответа возросло до 4–10. В критериях указано, какое количество приведённых элементов соответствует тому или иному числу баллов. Перечисление признаков без их объяснений, доказательств, примеров не может считаться полным ответом, поэтому за такое перечисление снижаются баллы. Пример задания В чём проявляются усложнения в строении покровов, дыхательной и кровеносной систем пресмыкающихся по сравнению с земноводными? Объясните их значение. Элементы ответа: 1) появление в трёхкамерном сердце неполной перегородки в желудочке; 2) кровь в сердце смешивается частично; 3) сухая кожа без желёз с роговыми образованиями; 4) кожа обеспечивает защиту от потерь влаги в организме; 5) появление ячеистых лёгких (трахеи и бронхов); 6) увеличение площади газообмена (поступления кислорода в кровь); 7) эффективное снабжение органов кислородом повышает уровень обмена веществ. Критерии оценивания: Ответ включает в себя семь названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок – 3 балла. Ответ включает в себя пять-шесть из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок – 2 балла. Ответ включает в себя три-четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок – 1 балл. Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла, ИЛИ ответ неправильный – 0 баллов. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*

27 Задачи по цито-логии	3	1) «Правильный ответ должен содержать следующие позиции». 2) «Элементы ответа». В решении задач с использованием генетического кода при написании последовательности нуклеотидов во фрагментах молекул ДНК, иРНК допускается запись через тире между триплетами или нуклеотидами, так как это соответствует связи нуклеотидов между собой в единую цепь. Недопустимо разделение триплетов в сплошной цепи ДНК или иРНК запятыми. Ошибкой считается запись антикодонов разных молекул тРНК через тире между триплетами, что означает связывание их в единую цепь. Это свидетельствует о непонимании участником экзамена того, что антикодоны принадлежат разным молекулам тРНК и не связаны в единую цепь. За такую ошибку снимается 1 балл. Указание в ответе нуклеотида или кодона в молекуле иРНК как гена считается ошибкой, так как ген – это участок молекулы ДНК. Элемент ответа не засчитывается. Следует помнить, что отсутствие пояснения, если пояснение требуется в задании, не даёт возможность выставить высший балл. В задачах на определение числа хромосом или ДНК в клетках или организме для выставления высшего балла ответ участника должен соответствовать эталону. Пример задания В кариотипе одного из видов рыб 56 хромосом. Определите число хромосом и молекул ДНК в клетках при овогенезе в зоне роста в конце интерфазы и в конце зоны созревания гамет. Объясните полученные результаты. Элементы ответа: 1) в зоне роста в конце интерфазы в клетках число хромосом – 56; 2) в зоне роста в конце интерфазы число молекул ДНК – 112; 3) число молекул ДНК удваивается за счёт репликации; 4) в конце зоны созревания гамет число хромосом – 28; 5) в конце зоны созревания гамет число ДНК – 28; 6) в зоне созревания происходит мейоз, поэтому число хромосом и ДНК уменьшается и выравнивается. Критерии оценивания: Ответ включает пять-шесть названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок – 3 балла. Ответ включает четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок – 2 балла. Ответ включает три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок – 1 балл. Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла – 0 баллов

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2022
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

28 Задачи по генетике	3	1) «Правильный ответ должен содержать следующие позиции». 2) «Схема решения задачи включает…». При оценивании задач по генетике рекомендуется строго следовать эталонам и критериям оценивания. Схема решения задачи в работе должна соответствовать схеме в эталоне. Допускается лишь иная генетическая символика, о чём сказано в критериях оценивания. При отсутствии объяснения результатов скрещивания в ответе высший балл не присваивается даже в случае правильного решения задачи. В задачах на сцепленное наследование в ответе участника обязательно должно быть объяснение, какие гены сцеплены и в каком случае нарушается сцепление генов. Если ответ имеет правильную схему скрещивания, но неверное объяснение сцепления генов, то больше 1 балла за такой ответ не выставляется. Если в схеме скрещивания генотипы показаны через сцепления генов в хромосоме, то такой ответ считается правильным и оценивается соответствующим числом баллов. В тексте задач на сцепленное с полом наследование признаков имеется указание: «*Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы потомства в двух скрещиваниях, пол потомства в каждом скрещивании*». Отсутствие в ответе и генотипа, и фенотипа, и пола потомства считается ошибкой, элемент не засчитывается. Если при решении задачи неправильно определён признак, сцепленный с Х-хромосомой, то решение задачи считается неверным, ответ оценивается в 0 баллов. Данные указания содержатся в конкретных генетических задачах

–

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2022
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Экспериментатор решил изучить процесс образования мочи у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он измерял количество мочи, образуемой у контрольной группы мышей. Параллельно он измерял количество мочи у экспериментальной группы мышей, которым он вводил в кровь гормон вазопрессин, регулирующий объём выделяемой мочи. Результаты эксперимента представлены в таблице.

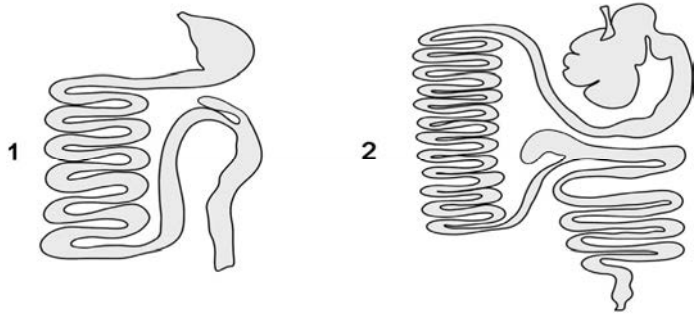
Группа	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Объём мочи (мл/сутки)	0,9	0,031

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Предположите, у мышей из какой группы концентрация солей в моче была выше. Ответ поясните. Почему у мышей из экспериментальной группы концентрация собственного вазопрессина будет понижена?

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – концентрация (наличие/отсутствие) вазопрессина; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – количество (объём) выделяемой мочи *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) в экспериментальной группе мышей концентрация солей в моче была выше; 3) при уменьшении объёма мочи в ней уменьшается объём воды, но возрастает концентрация солей; 4) введение дополнительного вазопрессина снижает выработку собственного (концентрация вазопрессина регулируется по механизму отрицательной обратной связи). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 На рисунках 1 и 2 изображено строение пищеварительной системы у собаки и коровы. На каком рисунке изображена пищеварительная система коровы? Ответ обоснуйте. Как такое строение пищеварительной системы коровы связано с особенностями её питания?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) пищеварительная система коровы изображена на рисунке 2; 2) желудок у коровы по сравнению с желудком собаки увеличен (имеет камеры); 3) кишечник коровы значительно длиннее; 4) корова питается растительной пищей, которую трудно переваривать; 5) для переваривания растительной пищи используются симбиотические микроорганизмы (которые у коровы расположены в основном в многокамерном желудке); 6) длинный кишечник обеспечивает более длительное переваривание пищи. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён объект	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Генетический код». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Расшифровка генетического кода – важнейшее открытие в биологии XX в. (2)Генетический код – это участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре определённого белка. (3)Генетический код обладает определёнными свойствами. (4)Код триплетен; это значит, что каждая аминокислота белка кодируется сочетанием трёх последовательно расположенных нуклеотидов в цепи ДНК (РНК). (5)Каждый триплет кодирует только одну аминокислоту, поэтому код универсален. (6)Большинство аминокислот зашифровано более чем одним кодоном, это избыточность (вырожденность) генетического кода. (7)В генетическом коде все 64 кодона кодируют 20 аминокислот.

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 2 – генетический код – это соответствие аминокислот и триплетов (кодонов) и РНК ИЛИ информацию о первичной структуре белка содержит ген; 2) 5 – каждый триплет кодирует только одну аминокислоту, поэтому код однозначен, ИЛИ универсальность – это единство генетического кода для всех организмов; 3) 7 – 61 кодон кодирует 20 аминокислот, а 3 стоп-кодона не соответствуют аминокислотам. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна-три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Известно, что у прибрежных водорослей, обитающих в арктических морях, концентрация органических веществ (липидов, аминокислот и сахаров) в цитоплазме клеток существенно выше, чем у родственных им групп из экваториальных и субэкваториальных вод. Как можно объяснить такое различие? Температура плавления ненасыщенных жирных кислот ниже, чем у насыщенных. Предположите, в какое время года концентрация ненасыщенных жирных кислот в составе мембранных липидов у водорослей северных морей будет максимальной. Поясните свой ответ. Почему для водорослей опасно изменение агрегатного состояния внутренней среды?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в арктических морях температура воды ниже, чем в экваториальных или субэкваториальных водах; 2) органические вещества при отрицательных температурах окружающей среды поддерживают цитоплазму в жидком состоянии; 3) зимой (в холодное время года) (будет выше концентрация ненасыщенных жирных кислот); 4) при понижении температуры меняется текучесть мембраны («затвердевают» насыщенные жирные кислоты); 5) изменяется (увеличивается) количество ненасыщенных жирных кислот, чтобы сохранить текучесть мембраны; 6) при переходе воды из жидкого состояния в твёрдое (лёд) разрываются клеточные мембраны (разрушаются клеточные органоиды). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все или иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 От культурных растений человек стремится получить максимальный урожай. Каждое сортовое растение пшеницы может дать до 300 семян, что означало бы урожай в 600 ц на 1 га. Однако на практике высоким считается урожай в 40–50 ц на 1 га. Какие биотические факторы влияют на то, что урожайность пшеницы не достигает максимума? Укажите четыре фактора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) на урожай влияют организмы, вызывающие заболевания (возбудители болезней, паразиты); 2) внутривидовая конкуренция при плотном посеве (за территорию, воду, минеральные вещества, свет); 3) межвидовая конкуренция с другими растениями (сорняки); 4) семена (цветки, всходы) частично поедают растительноядные животные. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.
Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ААГЦГЦТААТАГЦАТАТТАГАГЦТА-3′
3′-ТТЦГЦГАТТАТЦГТАТААТЦТЦГАТ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что конечная часть полипептида, кодируемая этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

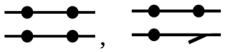
© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-ААГЦГЦУААУАГЦАУАУУАГАГЦУА-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УАГ-3’ (УАГ); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: ала-лей-иле-ала-тир. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает нарушения в развитии скелета. Рецессивный аллель куриной слепоты (ночной слепоты) наследуется сцепленно с полом. Женщина, имеющая нарушения в развитии скелета и страдающая куриной слепотой, родители которой имели нормально развитый скелет, вышла замуж за мужчину без этих заболеваний, мать которого страдала нарушениями в развитии скелета. Родившаяся в этом браке дочь без указанных заболеваний вышла замуж за мужчину, страдающего нарушениями развития скелета, но не имеющего куриной слепоты. Составьте схемы решения задачи. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребёнка, страдающего двумя названными заболеваниями? Ответ поясните.

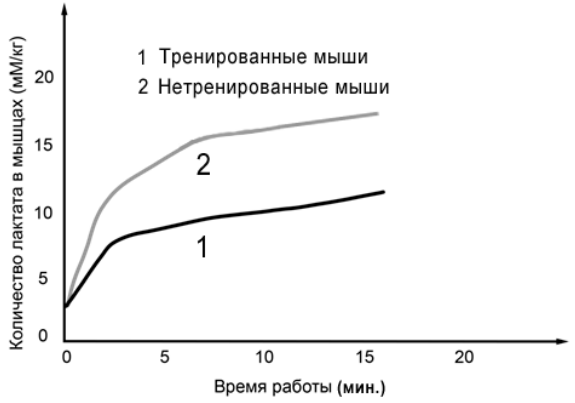
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{ab}X^{ab}$ × ♂ $X^{aB}Y^{A}$ нарушения в развитии скелета, куриная слепота × нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение G X^{ab} X^{aB}, X^{AB}, Y^{A}, Y^{a} F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{ab}X^{AB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{A}$ – нормальное развитие скелета, куриная слепота; $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, куриная слепота; 2) ♀ $X^{ab}X^{AB}$ × ♂ $X^{aB}Y^{a}$ нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение × нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение G X^{ab}, X^{AB}, X^{aB}, X^{Ab} X^{aB}, Y^{a} F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{AB}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; $X^{aB}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{Ab}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, куриная слепота; $X^{AB}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; $X^{aB}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{Ab}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, куриная слепота;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

3) в первом браке возможно рождение сына с нарушениями в развитии скелета и куриной слепотой ($X^{ab}Y^{a}$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская X-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y^{a}-хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде  , и написание сцепленных в X-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Экспериментатор решил изучить процесс работы мышц у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он исследовал состояние мышц тренированных и нетренированных мышей, подвергая их одинаковым нагрузкам. Результаты эксперимента показаны на графике.

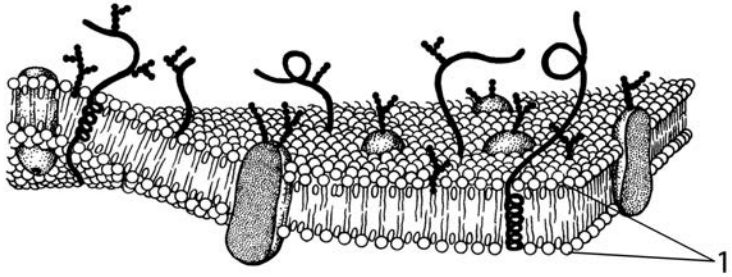


Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Как, согласно графику, влияет степень тренированности мышц на количество лактата (молочной кислоты), образующегося при их работе? Почему лактат (молочная кислота) образуется в мышцах при длительной нагрузке? Ответ поясните.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – степень тренированности (время работы мышцы); зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) в мышцах *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) у тренированной мыши скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) ниже, чем у нетренированной (*или наоборот*); 3) при длительной нагрузке в мышцах возникает недостаток кислорода (мышцы испытывают гипоксию); 4) мышцы переходят на анаэробный (бескислородный) метаболизм (молочнокислое брожение), в ходе которого образуется лактат. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Определите клеточную структуру, модель строения которой изображена на рисунке. Молекулы какого вещества обозначены цифрой 1? Какова его основная функция в этой структуре? Какая особенность строения и какие свойства молекул этого вещества позволяют ему выполнять эту функцию? Как расположены молекулы данного вещества в представленной клеточной структуре?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) плазматическая мембрана (плазмалемма, наружная клеточная мембрана); 2) фосфолипид; 3) функция структурная (барьерная); 4) наличие в фосфолипидах гидрофильных головок и гидрофобных хвостов (радикалов жирных кислот) (*должны быть указаны оба*); 5) гидрофобные хвосты ориентированы внутрь мембраны (гидрофильные головки ориентированы наружу). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определена клеточная структура	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Критерии и структура вида». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Признаки и свойства, отличающие один вид от другого, называют критериями вида. (2)Каждый вид имеет определённый ареал, это географический критерий. (3)Пищевую специализацию животного относят к физиологическому критерию вида. (4)Генетический критерий – это кариотип, характерный для каждого вида. (5)Для установления видовой принадлежности достаточно использовать только морфологический критерий. (6)Каждый вид состоит из одной или нескольких популяций, которые являются структурными единицами вида. (7)У особей разных популяций одного вида существует репродуктивная изоляция.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 3 – пищевую специализацию животного относят к экологическому критерию вида ИЛИ физиологический критерий – это особенности процессов жизнедеятельности; 2) 5 – для установления видовой принадлежности необходимо использовать совокупность критериев вида; 3) 7 – особи разных популяций одного вида скрещиваются между собой (и дают плодовитое потомство) ИЛИ репродуктивная изоляция характерна для особей разных видов. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Глаза птиц и млекопитающих имеют большое анатомическое сходство. Какие особенности строения глазного яблока обеспечивают его светочувствительность? Объясните, в связи с каким образом жизни у большинства птиц отряда Совообразные светочувствительность глаз выше, чем у птиц отряда Соколообразные? Какой вид фоторецепторов обеспечивает высокую светочувствительность глаз у Совообразных?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) большое количество фоторецепторов на сетчатке; 2) способность зрачка расширяться, пропуская больше света; 3) прозрачность компонентов оптической системы глаза; 4) в связи с ночным образом жизни; 5) палочки. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 Отечественный учёный Г.Ф. Гаузе провёл ряд экспериментов с тремя видами инфузорий. Первый и второй виды питались бактериями, находящимися в толще воды, а третий вид питался дрожжевыми клетками, обитающими в донном иле. При совместном выращивании особей первого и второго видов численность первого сократилась. Через некоторое время первый вид был вытеснен вторым видом. Однако отдельно друг от друга оба вида могли жить совместно с третьим видом инфузорий. Какое явление исследовал Г.Ф. Гаузе? Почему при совместном культивировании инфузорий первого и второго видов один из видов был полностью вытеснен, а при культивировании первого и третьего видов обе популяции сосуществовали длительное время? Какие выводы можно сделать на основе проведённого эксперимента?

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) явление межвидовой конкуренции (конкурентного исключения, межвидовой борьбы за существование); 2) так как первый и второй виды инфузорий используют один и тот же жизненно важный ресурс (пищевой); 3) так как первый и третий виды инфузорий используют разные пищевые ресурсы; 4) два первых вида не могут занимать одну экологическую нишу в одном биоценозе; 5) виды могут сосуществовать в одном биоценозе, если занимают разные экологические ниши (используют разные ресурсы). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Какой хромосомный набор характерен для клеток корневища и спор хвоща полевого? Из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в клетках корневища набор хромосом – 2n (диплоидный), 2) в спорах набор хромосом – n (гаплоидный); 3) клетки корневища развиваются из диплоидных клеток зародыша (зиготы); 4) клетки корневища развиваются в результате митоза; 5) споры образуются из клеток спорангия; 6) споры образуются в результате мейоза	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

28 У человека между аллелями генов красно-зелёного дальтонизма и гемофилии типа А происходит кроссинговер. Дигетерозиготная по генам дальтонизма и гемофилии женщина вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний; в семье родился здоровый сын. Этот сын женился на женщине, страдающей дальтонизмом, носительнице гена гемофилии. Составьте схемы решения задачи. Укажите возможные генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках.

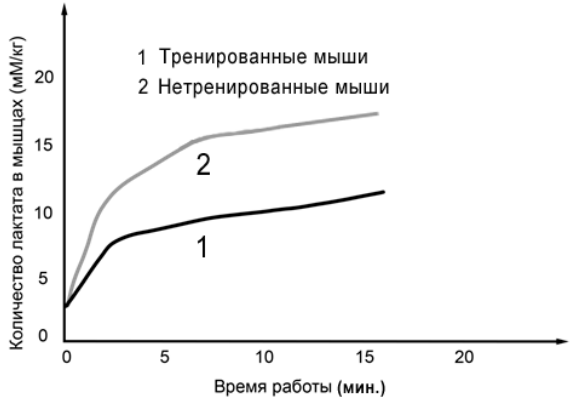
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) первый вариант P ♀ $X^{Dh}X^{dH}$ × ♂ $X^{DH}Y$ отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии × отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{Dh}, X^{dH}, X^{DH}, X^{dh} × X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{DH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Dh}Y$ – отсутствие дальтонизма, гемофилия; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии; $X^{DH}Y$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия; 2) второй вариант P ♀ $X^{DH}X^{dh}$ × ♂ $X^{DH}Y$ отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии × отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{DH}, X^{dh}, X^{Dh}, X^{dH} × X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{DH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{Dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{DH}Y$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия; $X^{Dh}Y$ – отсутствие дальтонизма, гемофилия; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии;	

3) P ♀ $X^{dH}X^{dh}$ × ♂ $X^{DH}Y$ дальтонизм, отсутствие гемофилии × отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{dH}, X^{dh} × X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Экспериментатор решил изучить процесс работы мышц у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он исследовал состояние мышц тренированных и нетренированных мышей, подвергая их одинаковым нагрузкам. Результаты эксперимента показаны на графике.

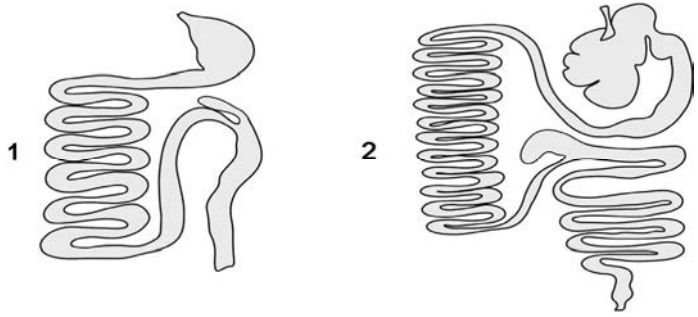


Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Как, согласно графику, влияет степень тренированности мышц на количество лактата (молочной кислоты), образующегося при их работе? Почему лактат (молочная кислота) образуется в мышцах при длительной нагрузке? Ответ поясните.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – степень тренированности (время работы мышцы); зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) в мышцах *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) у тренированной мыши скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) ниже, чем у нетренированной (*или наоборот*); 3) при длительной нагрузке в мышцах возникает недостаток кислорода (мышцы испытывают гипоксию); 4) мышцы переходят на анаэробный (бескислородный) метаболизм (молочнокислое брожение), в ходе которого образуется лактат. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 На рисунках 1 и 2 изображено строение пищеварительной системы у собаки и коровы. На каком рисунке изображена пищеварительная система коровы? Ответ обоснуйте. Как такое строение пищеварительной системы коровы связано с особенностями её питания?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) пищеварительная система коровы изображена на рисунке 2; 2) желудок у коровы по сравнению с желудком собаки увеличен (имеет камеры); 3) кишечник коровы значительно длиннее; 4) корова питается растительной пищей, которую трудно переваривать; 5) для переваривания растительной пищи используются симбиотические микроорганизмы (которые у коровы расположены в основном в многокамерном желудке); 6) длинный кишечник обеспечивает более длительное переваривание пищи. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён объект	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Генетический код». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Расшифровка генетического кода – важнейшее открытие в биологии XX в. (2)Генетический код – это участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре определённого белка. (3)Генетический код обладает определёнными свойствами. (4)Код триплетен; это значит, что каждая аминокислота белка кодируется сочетанием трёх последовательно расположенных нуклеотидов в цепи ДНК (РНК). (5)Каждый триплет кодирует только одну аминокислоту, поэтому код универсален. (6)Большинство аминокислот зашифровано более чем одним кодоном, это избыточность (вырожденность) генетического кода. (7)В генетическом коде все 64 кодона кодируют 20 аминокислот.

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 2 – генетический код – это соответствие аминокислот и триплетов (кодонов) и РНК ИЛИ информацию о первичной структуре белка содержит ген; 2) 5 – каждый триплет кодирует только одну аминокислоту, поэтому код однозначен, ИЛИ универсальность – это единство генетического кода для всех организмов; 3) 7 – 61 кодон кодирует 20 аминокислот, а 3 стоп-кодона не соответствуют аминокислотам. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна-три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Известно, что у прибрежных водорослей, обитающих в арктических морях, концентрация органических веществ (липидов, аминокислот и сахаров) в цитоплазме клеток существенно выше, чем у родственных им групп из экваториальных и субэкваториальных вод. Как можно объяснить такое различие? Температура плавления ненасыщенных жирных кислот ниже, чем у насыщенных. Предположите, в какое время года концентрация ненасыщенных жирных кислот в составе мембранных липидов у водорослей северных морей будет максимальной. Поясните свой ответ. Почему для водорослей опасно изменение агрегатного состояния внутренней среды?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в арктических морях температура воды ниже, чем в экваториальных или субэкваториальных водах; 2) органические вещества при отрицательных температурах окружающей среды поддерживают цитоплазму в жидком состоянии; 3) зимой (в холодное время года) (будет выше концентрация ненасыщенных жирных кислот); 4) при понижении температуры меняется текучесть мембраны («затвердевают» насыщенные жирные кислоты); 5) изменяется (увеличивается) количество ненасыщенных жирных кислот, чтобы сохранить текучесть мембраны; 6) при переходе воды из жидкого состояния в твёрдое (лёд) разрываются клеточные мембраны (разрушаются клеточные органоиды). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все или иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 Отечественный учёный Г.Ф. Гаузе провёл ряд экспериментов с тремя видами инфузорий. Первый и второй виды питались бактериями, находящимися в толще воды, а третий вид питался дрожжевыми клетками, обитающими в донном иле. При совместном выращивании особей первого и второго видов численность первого сократилась. Через некоторое время первый вид был вытеснен вторым видом. Однако отдельно друг от друга оба вида могли жить совместно с третьим видом инфузорий. Какое явление исследовал Г.Ф. Гаузе? Почему при совместном культивировании инфузорий первого и второго видов один из видов был полностью вытеснен, а при культивировании первого и третьего видов обе популяции сосуществовали длительное время? Какие выводы можно сделать на основе проведённого эксперимента?

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) явление межвидовой конкуренции (конкурентного исключения, межвидовой борьбы за существование); 2) так как первый и второй виды инфузорий используют один и тот же жизненно важный ресурс (пищевой); 3) так как первый и третий виды инфузорий используют разные пищевые ресурсы; 4) два первых вида не могут занимать одну экологическую нишу в одном биоценозе; 5) виды могут сосуществовать в одном биоценозе, если занимают разные экологические ниши (используют разные ресурсы). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Какой хромосомный набор характерен для клеток корневища и спор хвоща полевого? Из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в клетках корневища набор хромосом – 2n (диплоидный), 2) в спорах набор хромосом – n (гаплоидный); 3) клетки корневища развиваются из диплоидных клеток зародыша (зиготы); 4) клетки корневища развиваются в результате митоза; 5) споры образуются из клеток спорангия; 6) споры образуются в результате мейоза	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает нарушения в развитии скелета. Рецессивный аллель куриной слепоты (ночной слепоты) наследуется сцепленно с полом. Женщина, имеющая нарушения в развитии скелета и страдающая куриной слепотой, родители которой имели нормально развитый скелет, вышла замуж за мужчину без этих заболеваний, мать которого страдала нарушениями в развитии скелета. Родившаяся в этом браке дочь без указанных заболеваний вышла замуж за мужчину, страдающего нарушениями развития скелета, но не имеющего куриной слепоты. Составьте схемы решения задачи. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребёнка, страдающего двумя названными заболеваниями? Ответ поясните.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{ab}X^{ab}$ × ♂ $X^{aB}Y^{A}$ нарушения в развитии скелета, куриная слепота — нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение G X^{ab} — X^{aB}, X^{AB}, Y^{A}, Y^{a}	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{ab}X^{AB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{A}$ – нормальное развитие скелета, куриная слепота; $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, куриная слепота; 2) ♀ $X^{ab}X^{AB}$ × ♂ $X^{aB}Y^{a}$ нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение — нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение G X^{ab}, X^{AB}, X^{aB}, X^{Ab} — X^{aB}, Y^{a} F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{AB}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; $X^{aB}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{Ab}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, куриная слепота; $X^{AB}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; $X^{aB}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{Ab}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, куриная слепота; 3) в первом браке возможно рождение сына с нарушениями в развитии скелета и куриной слепотой ($X^{ab}Y^{a}$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская X-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y^{a}-хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде ●—●, ●—● и написание сцепленных в X-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Экспериментатор решил изучить процесс образования мочи у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он измерял количество мочи, образуемой у контрольной группы мышей. Параллельно он измерял количество мочи у экспериментальной группы мышей, которым он вводил в кровь гормон вазопрессин, регулирующий объём выделяемой мочи. Результаты эксперимента представлены в таблице.

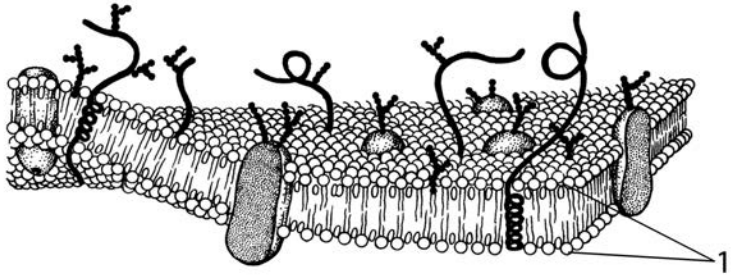
Группа	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Объём мочи (мл/сутки)	0,9	0,031

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Предположите, у мышей из какой группы концентрация солей в моче была выше. Ответ поясните. Почему у мышей из экспериментальной группы концентрация собственного вазопрессина будет понижена?

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – концентрация (наличие/отсутствие) вазопрессина; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – количество (объём) выделяемой мочи *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) в экспериментальной группе мышей концентрация солей в моче была выше; 3) при уменьшении объёма мочи в ней уменьшается объём воды, но возрастает концентрация солей; 4) введение дополнительного вазопрессина снижает выработку собственного (концентрация вазопрессина регулируется по механизму отрицательной обратной связи). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Определите клеточную структуру, модель строения которой изображена на рисунке. Молекулы какого вещества обозначены цифрой 1? Какова его основная функция в этой структуре? Какая особенность строения и какие свойства молекул этого вещества позволяют ему выполнять эту функцию? Как расположены молекулы данного вещества в представленной клеточной структуре?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) плазматическая мембрана (плазмалемма, наружная клеточная мембрана); 2) фосфолипид; 3) функция структурная (барьерная); 4) наличие в фосфолипидах гидрофильных головок и гидрофобных хвостов (радикалов жирных кислот) (*должны быть указаны оба*); 5) гидрофобные хвосты ориентированы внутрь мембраны (гидрофильные головки ориентированы наружу). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определена клеточная структура	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Критерии и структура вида». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Признаки и свойства, отличающие один вид от другого, называют критериями вида. (2)Каждый вид имеет определённый ареал, это географический критерий. (3)Пищевую специализацию животного относят к физиологическому критерию вида. (4)Генетический критерий – это кариотип, характерный для каждого вида. (5)Для установления видовой принадлежности достаточно использовать только морфологический критерий. (6)Каждый вид состоит из одной или нескольких популяций, которые являются структурными единицами вида. (7)У особей разных популяций одного вида существует репродуктивная изоляция.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 3 – пищевую специализацию животного относят к экологическому критерию вида ИЛИ физиологический критерий – это особенности процессов жизнедеятельности; 2) 5 – для установления видовой принадлежности необходимо использовать совокупность критериев вида; 3) 7 – особи разных популяций одного вида скрещиваются между собой (и дают плодовитое потомство) ИЛИ репродуктивная изоляция характерна для особей разных видов. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Глаза птиц и млекопитающих имеют большое анатомическое сходство. Какие особенности строения глазного яблока обеспечивают его светочувствительность? Объясните, в связи с каким образом жизни у большинства птиц отряда Совообразные светочувствительность глаз выше, чем у птиц отряда Соколообразные? Какой вид фоторецепторов обеспечивает высокую светочувствительность глаз у Совообразных?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) большое количество фоторецепторов на сетчатке; 2) способность зрачка расширяться, пропуская больше света; 3) прозрачность компонентов оптической системы глаза; 4) в связи с ночным образом жизни; 5) палочки. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 От культурных растений человек стремится получить максимальный урожай. Каждое сортовое растение пшеницы может дать до 300 семян, что означало бы урожай в 600 ц на 1 га. Однако на практике высоким считается урожай в 40–50 ц на 1 га. Какие биотические факторы влияют на то, что урожайность пшеницы не достигает максимума? Укажите четыре фактора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) на урожай влияют организмы, вызывающие заболевания (возбудители болезней, паразиты); 2) внутривидовая конкуренция при плотном посеве (за территорию, воду, минеральные вещества, свет); 3) межвидовая конкуренция с другими растениями (сорняки); 4) семена (цветки, всходы) частично поедают растительноядные животные. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ААГЦГЦТААТАГЦАТАТТАГАГЦТА-3′
3′-ТТЦГЦГАТТАТЦГТАТААТЦТЦГАТ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что конечная часть полипептида, кодируемая этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

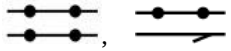
© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-ААГЦГЦУААУАГЦАУАУУАГАГЦУА-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УАГ-3’ (УАГ); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: ала-лей-иле-ала-тир. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 У человека между аллелями генов красно-зелёного дальтонизма и гемофилии типа А происходит кроссинговер. Дигетерозиготная по генам дальтонизма и гемофилии женщина вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний; в семье родился здоровый сын. Этот сын женился на женщине, страдающей дальтонизмом, носительнице гена гемофилии. Составьте схемы решения задачи. Укажите возможные генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках.

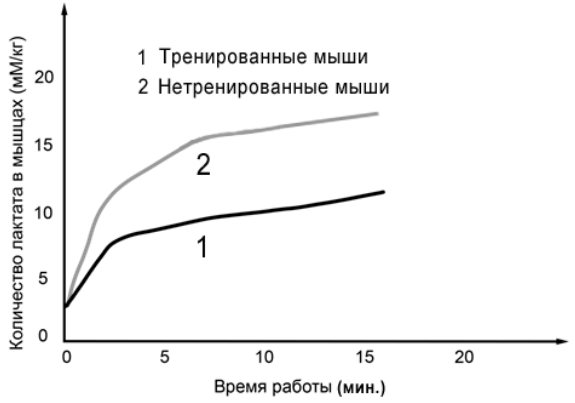
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) первый вариант P ♀ $X^{Dh}X^{dH}$ × ♂ $X^{DH}Y$ отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии × отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{Dh}, X^{dH}, X^{DH}, X^{dh} × X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{DH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Dh}Y$ – отсутствие дальтонизма, гемофилия; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии; $X^{DH}Y$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия; 2) второй вариант P ♀ $X^{DH}X^{dh}$ × ♂ $X^{DH}Y$ отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии × отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{DH}, X^{dh}, X^{Dh}, X^{dH} × X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{DH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{Dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{DH}Y$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия; $X^{Dh}Y$ – отсутствие дальтонизма, гемофилия; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

3) P ♀ $X^{dH}X^{dh}$ × ♂ $X^{DH}Y$ дальтонизм, отсутствие гемофилии × отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{dH}, X^{dh} × X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде  , и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Экспериментатор решил изучить процесс работы мышц у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он исследовал состояние мышц тренированных и нетренированных мышей, подвергая их одинаковым нагрузкам. Результаты эксперимента показаны на графике.

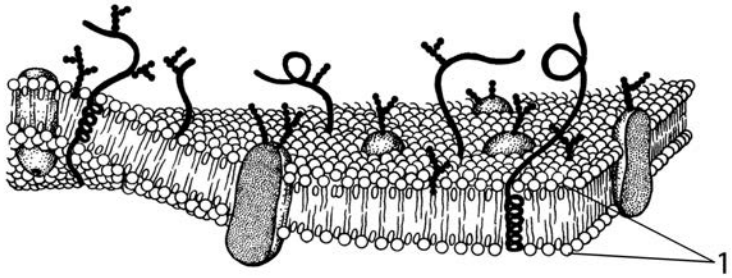


Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Как, согласно графику, влияет степень тренированности мышц на количество лактата (молочной кислоты), образующегося при их работе? Почему лактат (молочная кислота) образуется в мышцах при длительной нагрузке? Ответ поясните.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – степень тренированности (время работы мышцы); зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) в мышцах *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) у тренированной мыши скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) ниже, чем у нетренированной (*или наоборот*); 3) при длительной нагрузке в мышцах возникает недостаток кислорода (мышцы испытывают гипоксию); 4) мышцы переходят на анаэробный (бескислородный) метаболизм (молочнокислое брожение), в ходе которого образуется лактат. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Определите клеточную структуру, модель строения которой изображена на рисунке. Молекулы какого вещества обозначены цифрой 1? Какова его основная функция в этой структуре? Какая особенность строения и какие свойства молекул этого вещества позволяют ему выполнять эту функцию? Как расположены молекулы данного вещества в представленной клеточной структуре?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) плазматическая мембрана (плазмалемма, наружная клеточная мембрана); 2) фосфолипид; 3) функция структурная (барьерная); 4) наличие в фосфолипидах гидрофильных головок и гидрофобных хвостов (радикалов жирных кислот) (*должны быть указаны оба*); 5) гидрофобные хвосты ориентированы внутрь мембраны (гидрофильные головки ориентированы наружу). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определена клеточная структура	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Генетический код». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Расшифровка генетического кода – важнейшее открытие в биологии XX в. (2)Генетический код – это участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре определённого белка. (3)Генетический код обладает определёнными свойствами. (4)Код триплетен; это значит, что каждая аминокислота белка кодируется сочетанием трёх последовательно расположенных нуклеотидов в цепи ДНК (РНК). (5)Каждый триплет кодирует только одну аминокислоту, поэтому код универсален. (6)Большинство аминокислот зашифровано более чем одним кодоном, это избыточность (вырожденность) генетического кода. (7)В генетическом коде все 64 кодона кодируют 20 аминокислот.

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 2 – генетический код – это соответствие аминокислот и триплетов (кодонов) и РНК ИЛИ информацию о первичной структуре белка содержит ген; 2) 5 – каждый триплет кодирует только одну аминокислоту, поэтому код однозначен, ИЛИ универсальность – это единство генетического кода для всех организмов; 3) 7 – 61 кодон кодирует 20 аминокислот, а 3 стоп-кодона не соответствуют аминокислотам. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна-три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Известно, что у прибрежных водорослей, обитающих в арктических морях, концентрация органических веществ (липидов, аминокислот и сахаров) в цитоплазме клеток существенно выше, чем у родственных им групп из экваториальных и субэкваториальных вод. Как можно объяснить такое различие? Температура плавления ненасыщенных жирных кислот ниже, чем у насыщенных. Предположите, в какое время года концентрация ненасыщенных жирных кислот в составе мембранных липидов у водорослей северных морей будет максимальной. Поясните свой ответ. Почему для водорослей опасно изменение агрегатного состояния внутренней среды?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в арктических морях температура воды ниже, чем в экваториальных или субэкваториальных водах; 2) органические вещества при отрицательных температурах окружающей среды поддерживают цитоплазму в жидком состоянии; 3) зимой (в холодное время года) (будет выше концентрация ненасыщенных жирных кислот); 4) при понижении температуры меняется текучесть мембраны («затвердевают» насыщенные жирные кислоты); 5) изменяется (увеличивается) количество ненасыщенных жирных кислот, чтобы сохранить текучесть мембраны; 6) при переходе воды из жидкого состояния в твёрдое (лёд) разрываются клеточные мембраны (разрушаются клеточные органоиды). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все или иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 От культурных растений человек стремится получить максимальный урожай. Каждое сортовое растение пшеницы может дать до 300 семян, что означало бы урожай в 600 ц на 1 га. Однако на практике высоким считается урожай в 40–50 ц на 1 га. Какие биотические факторы влияют на то, что урожайность пшеницы не достигает максимума? Укажите четыре фактора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) на урожай влияют организмы, вызывающие заболевания (возбудители болезней, паразиты); 2) внутривидовая конкуренция при плотном посеве (за территорию, воду, минеральные вещества, свет); 3) межвидовая конкуренция с другими растениями (сорняки); 4) семена (цветки, всходы) частично поедают растительноядные животные. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ААГЦГЦТААТАГЦАТАТТАГАГЦТА-3′
3′-ТТЦГЦГАТТАТЦГТАТААТЦТЦГАТ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что конечная часть полипептида, кодируемая этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

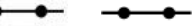
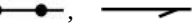
© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-ААГЦГЦУААУАГЦАУАУУАГАГЦУА-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УАГ-3’ (УАГ); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: ала-лей-иле-ала-тир. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 У человека между аллелями генов красно-зелёного дальтонизма и гемофилии типа А происходит кроссинговер. Дигетерозиготная по генам дальтонизма и гемофилии женщина вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний; в семье родился здоровый сын. Этот сын женился на женщине, страдающей дальтонизмом, носительнице гена гемофилии. Составьте схемы решения задачи. Укажите возможные генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) первый вариант P ♀ $X^{Dh}X^{dH}$ × ♂ $X^{DH}Y$ отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии — отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{Dh}, X^{dH}, X^{DH}, X^{dh} — X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{DH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Dh}Y$ – отсутствие дальтонизма, гемофилия; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии; $X^{DH}Y$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия; 2) второй вариант P ♀ $X^{DH}X^{dh}$ × ♂ $X^{DH}Y$ отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии — отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{DH}, X^{dh}, X^{Dh}, X^{dH} — X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{DH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{Dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{DH}Y$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия; $X^{Dh}Y$ – отсутствие дальтонизма, гемофилия; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

3) P ♀ $X^{dH}X^{dh}$ × ♂ $X^{DH}Y$ дальтонизм, отсутствие гемофилии — отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии G X^{dH}, X^{dh} — X^{DH}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{dH}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; $X^{dh}X^{DH}$ – отсутствие дальтонизма, отсутствие гемофилии; генотипы, фенотипы возможных сыновей; $X^{dH}Y$ – дальтонизм, отсутствие гемофилии; $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде ,  ,  и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Экспериментатор решил изучить процесс образования мочи у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он измерял количество мочи, образуемой у контрольной группы мышей. Параллельно он измерял количество мочи у экспериментальной группы мышей, которым он вводил в кровь гормон вазопрессин, регулирующий объём выделяемой мочи. Результаты эксперимента представлены в таблице.

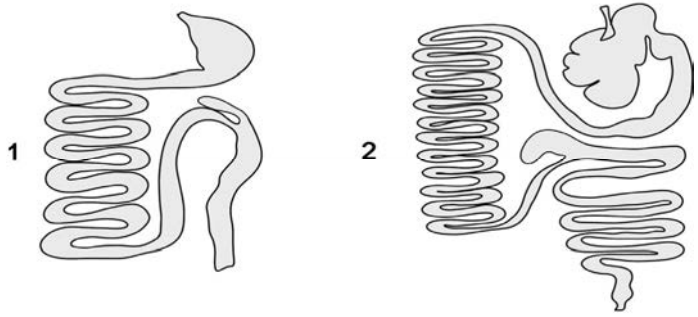
Группа	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Объём мочи (мл/сутки)	0,9	0,031

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Предположите, у мышей из какой группы концентрация солей в моче была выше. Ответ поясните. Почему у мышей из экспериментальной группы концентрация собственного вазопрессина будет понижена?

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – концентрация (наличие/отсутствие) вазопрессина; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – количество (объём) выделяемой мочи *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) в экспериментальной группе мышей концентрация солей в моче была выше; 3) при уменьшении объёма мочи в ней уменьшается объём воды, но возрастает концентрация солей; 4) введение дополнительного вазопрессина снижает выработку собственного (концентрация вазопрессина регулируется по механизму отрицательной обратной связи). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 На рисунках 1 и 2 изображено строение пищеварительной системы у собаки и коровы. На каком рисунке изображена пищеварительная система коровы? Ответ обоснуйте. Как такое строение пищеварительной системы коровы связано с особенностями её питания?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) пищеварительная система коровы изображена на рисунке 2; 2) желудок у коровы по сравнению с желудком собаки увеличен (имеет камеры); 3) кишечник коровы значительно длиннее; 4) корова питается растительной пищей, которую трудно переваривать; 5) для переваривания растительной пищи используются симбиотические микроорганизмы (которые у коровы расположены в основном в многокамерном желудке); 6) длинный кишечник обеспечивает более длительное переваривание пищи. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён объект	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Критерии и структура вида». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Признаки и свойства, отличающие один вид от другого, называют критериями вида. (2)Каждый вид имеет определённый ареал, это географический критерий. (3)Пищевую специализацию животного относят к физиологическому критерию вида. (4)Генетический критерий – это кариотип, характерный для каждого вида. (5)Для установления видовой принадлежности достаточно использовать только морфологический критерий. (6)Каждый вид состоит из одной или нескольких популяций, которые являются структурными единицами вида. (7)У особей разных популяций одного вида существует репродуктивная изоляция.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 3 – пищевую специализацию животного относят к экологическому критерию вида ИЛИ физиологический критерий – это особенности процессов жизнедеятельности; 2) 5 – для установления видовой принадлежности необходимо использовать совокупность критериев вида; 3) 7 – особи разных популяций одного вида скрещиваются между собой (и дают плодовитое потомство) ИЛИ репродуктивная изоляция характерна для особей разных видов. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Глаза птиц и млекопитающих имеют большое анатомическое сходство. Какие особенности строения глазного яблока обеспечивают его светочувствительность? Объясните, в связи с каким образом жизни у большинства птиц отряда Совообразные светочувствительность глаз выше, чем у птиц отряда Соколообразные? Какой вид фоторецепторов обеспечивает высокую светочувствительность глаз у Совообразных?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) большое количество фоторецепторов на сетчатке; 2) способность зрачка расширяться, пропуская больше света; 3) прозрачность компонентов оптической системы глаза; 4) в связи с ночным образом жизни; 5) палочки. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 Отечественный учёный Г.Ф. Гаузе провёл ряд экспериментов с тремя видами инфузорий. Первый и второй виды питались бактериями, находящимися в толще воды, а третий вид питался дрожжевыми клетками, обитающими в донном иле. При совместном выращивании особей первого и второго видов численность первого сократилась. Через некоторое время первый вид был вытеснен вторым видом. Однако отдельно друг от друга оба вида могли жить совместно с третьим видом инфузорий. Какое явление исследовал Г.Ф. Гаузе? Почему при совместном культивировании инфузорий первого и второго видов один из видов был полностью вытеснен, а при культивировании первого и третьего видов обе популяции сосуществовали длительное время? Какие выводы можно сделать на основе проведённого эксперимента?

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) явление межвидовой конкуренции (конкурентного исключения, межвидовой борьбы за существование); 2) так как первый и второй виды инфузорий используют один и тот же жизненно важный ресурс (пищевой); 3) так как первый и третий виды инфузорий используют разные пищевые ресурсы; 4) два первых вида не могут занимать одну экологическую нишу в одном биоценозе; 5) виды могут сосуществовать в одном биоценозе, если занимают разные экологические ниши (используют разные ресурсы). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

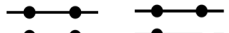
27 Какой хромосомный набор характерен для клеток корневища и спор хвоща полевого? Из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в клетках корневища набор хромосом – 2n (диплоидный), 2) в спорах набор хромосом – n (гаплоидный); 3) клетки корневища развиваются из диплоидных клеток зародыша (зиготы); 4) клетки корневища развиваются в результате митоза; 5) споры образуются из клеток спорангия; 6) споры образуются в результате мейоза	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

28 На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает нарушения в развитии скелета. Рецессивный аллель куриной слепоты (ночной слепоты) наследуется сцепленно с полом. Женщина, имеющая нарушения в развитии скелета и страдающая куриной слепотой, родители которой имели нормально развитый скелет, вышла замуж за мужчину без этих заболеваний, мать которого страдала нарушениями в развитии скелета. Родившаяся в этом браке дочь без указанных заболеваний вышла замуж за мужчину, страдающего нарушениями развития скелета, но не имеющего куриной слепоты. Составьте схемы решения задачи. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребёнка, страдающего двумя названными заболеваниями? Ответ поясните.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{ab}X^{ab}$ × ♂ $X^{aB}Y^{A}$ нарушения в развитии скелета, куриная слепота — нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение G X^{ab} — X^{aB}, X^{AB}, Y^{A}, Y^{a} F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{ab}X^{AB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{A}$ – нормальное развитие скелета, куриная слепота; $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, куриная слепота; 2) ♀ $X^{ab}X^{AB}$ × ♂ $X^{aB}Y^{a}$ нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение — нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение G X^{ab}, X^{AB}, X^{aB}, X^{Ab} — X^{aB}, Y^{a} F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{AB}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; $X^{aB}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{Ab}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, куриная слепота; $X^{AB}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, нормальное ночное зрение; $X^{aB}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, нормальное ночное зрение; $X^{Ab}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, куриная слепота;	

3) в первом браке возможно рождение сына с нарушениями в развитии скелета и куриной слепотой ($X^{ab}Y^{a}$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская Х-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y^{a}-хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде  и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Учёный провёл эксперимент на оценку силы мышц у людей. В эксперименте участвовали 50 юношей и 50 девушек в возрасте 17 лет со сходными антропометрическими показателями (рост, вес). Каждый испытуемый сжимал попеременно в обеих руках динамометр – прибор, позволяющий определить силу сжатия (силу кисти рук) в килограммах. Измерение проводилось 3 раза с небольшой паузой для отдыха. Результаты фиксировались, и средние значения были внесены в таблицу.

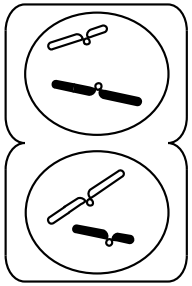
Участники эксперимента	Средняя сила сжатия, кг
Девушки	43,6
Юноши	47,3

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Как изменятся показания динамометра, если измерения провести после 20 повторов без пауз для отдыха между ними? Назовите две причины, обеспечивающие это изменение.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – пол человека; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – сила сжатия (сила кисти) *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) динамометр будет показывать более низкие значения силы сжатия; 3) сила сжатия уменьшиться из-за утомления мышц (недостаток гликогена, истощение Ca^{2+} в мышечном волокне); 4) сила сжатия уменьшится из-за утомления нервных центров, управляющих мышцами (истощение медиаторов в нервно-мышечных синапсах). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Назовите тип и фазу деления исходной **гаплоидной клетки**, изображённой на схеме. Ответ обоснуйте. Какой биологический смысл имеет этот тип деления клетки?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) тип – митоз; 2) образуется два новых гаплоидных ядра (клетки) из исходной гаплоидной клетки; 3) фаза – телофаза; 4) сформировалось два ядра (начинается деление цитоплазмы (цитокинез)); 5) биологический смысл митоза – обеспечение постоянства количества хромосом (идентичности наследственной информации) от клетки к клетке. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён тип деления	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Млекопитающие». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)У млекопитающих диафрагма отделяет грудную полость от брюшной. (2)В грудной полости расположены лёгкие, сердце и печень, а в брюшной полости – желудок, кишечник, поджелудочная железа. (3)Лёгкие млекопитающих парные, имеют ячеистое строение. (4)Переваривание пищи в желудке происходит под действием ферментов панкреатического сока. (5)Основная часть питательных веществ всасывается в кровь и лимфу через ворсинки тонкого кишечника. (6)Питательные вещества поступают в клетки, где происходят метаболические процессы. (7)Для млекопитающих характерен высокий уровень обмена веществ.

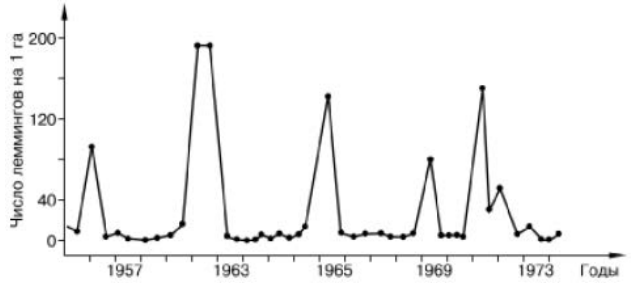
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 2 – печень расположена в брюшной полости; 2) 3 – лёгкие млекопитающих имеют альвеолярное строение; 3) 4 – переваривание пищи в желудке происходит под действием ферментов желудочного сока ИЛИ ферменты поджелудочной железы расщепляют пищу в двенадцатиперстной кишке (тонком кишечнике). *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 В зависимости от строения своей молекулы дыхательный белок гемоглобин может иметь различную степень сродства к кислороду, то есть различную способность присоединять кислород к железосодержащему гему. Чем меньше сродство гемоглобина к кислороду, тем медленнее кровь связывает кислород из внешней среды. Как различается сродство гемоглобина к кислороду у высокогорных лам, в отличие от верблюдов, обитающих в степях Монголии? Ответ аргументируйте. Какие параметры форменных элементов крови обеспечивают её кислородную ёмкость (способность насыщаться кислородом) у различных групп позвоночных животных?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) сродство гемоглобина к кислороду больше у высокогорных лам (меньше у верблюдов); 2) концентрация кислорода (парциальное давление) в условиях высокогорья ниже, чем в степях Монголии (концентрация кислорода в степях Монголии выше, чем в условиях высокогорья); 3) количество эритроцитов; 4) наличие или отсутствие ядра в эритроцитах (форма эритроцитов); 5) размер эритроцитов; 6) количество (концентрация) гемоглобина (в эритроцитах). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3,2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 При исследовании двадцатилетней динамики численности леммингов на Дальнем Востоке было замечено, что их численность в разные годы то возрастала, то сокращалась (см. график). Проявлением какого эволюционного фактора является данный пример? Назовите не менее двух причин, в результате которых возникает данное явление. Что происходило с генофондом популяции леммингов в те годы, когда их численность снижалась до 10–20 особей на 1 га? Чем такое изменение генофонда может быть опасно для дальнейшей эволюции вида?



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) популяционные волны («волны жизни»); 2) периодические изменения количества пищи; 3) периодические изменения климатических факторов; 4) периодические изменения численности хищников (паразитов; болезней); 5) при снижении численности генофонд обеднялся (снижалось генетическое разнообразие в популяции); 6) низкий уровень генетического разнообразия снижает приспособленность вида к изменениям окружающей среды (при изменении условий среды может привести к вымиранию вида). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.
Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ТГЦГЦГТААЦТГЦГАТГТГАГЦТАТАЦЦ-3′
3′-АЦГЦГЦАТТГАЦГЦТАЦАЦТЦГАТАТГГ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что итоговый полипептид, кодируемый этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-УГЦГЦГУААЦУГЦГАУГУГАГЦУАУАЦЦ-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УГА-3’ (УГА); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: арг-вал-тре-ала-мет. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 У человека между аллелями генов ихтиоза (заболевание кожи) и дальтонизма (красно-зелёного) происходит кроссинговер. Здоровая по указанным заболеваниям женщина, у матери которой был дальтонизм, а у отца – ихтиоз, вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. Родившаяся в этом браке моногомозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. В их семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей, а также генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного этими двумя заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

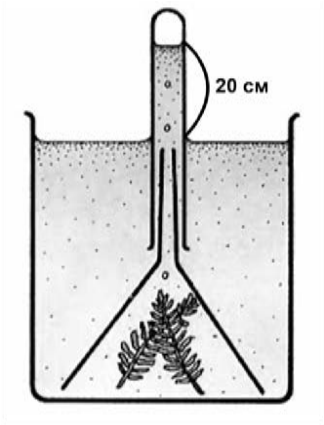
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма × здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{aD}, X^{AD}, X^{ad} × X^{AD}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{aD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{aD}Y$ – ихтиоз, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}Y$ – ихтиоз, дальтонизм; 2) ♀ $X^{Ad}X^{AD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма × здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{AD} × X^{AD}, Y F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

3) в первом браке возможно рождение сына-дальтоника с ихтиозом ($X^{ad}Y$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера Х-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y-хромосома, не содержащая аллелей этих двух генов. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков.*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Учёным был проведён эксперимент с водным растением элодеей. В три конические воронки помещались по 10 одинаковых веточек этого растения. Воронки погружались на дно трёх аквариумов, поверх воронок устанавливались пробирки с водой, как показано на рисунке. Каждый аквариум освещался в течение 1 ч светом определённой длины волны (420 нм, 550 нм и 670 нм), после чего измерялся уровень воды в пробирках. Результаты приведены в таблице.



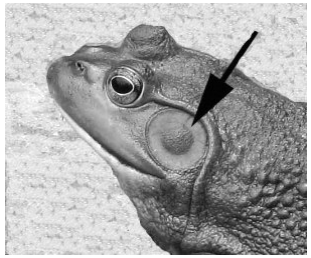
Длина световой волны, нм	Уровень воды в пробирке, см
420	16,5
550	18,3
670	15,8

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Какая длина световой волны оптимальна для фотосинтеза у элодеи? Ответ поясните, опираясь на результаты эксперимента.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – длина световой волны; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – уровень воды в пробирке (объём воздуха (кислорода) в пробирке) *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) оптимальная длина световой волны для фотосинтеза у элодеи – 670 нм; 3) чем интенсивнее идёт фотосинтез, тем больше кислорода выделяется растением; 4) при длине световой волны в 670 нм объём кислорода в пробирке был максимальным (уровень (объём) воды в пробирке был минимальным). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Назовите структуру, обозначенную на рисунке стрелкой. Частью какого органа она является? Каковы её функции? В связи с каким эволюционным событием появилась эта структура? Какие особенности среды обитания привели к таким изменениям? Ответ поясните.



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) барабанная перепонка; 2) часть органа слуха (уха); 3) воспринимает колебания воздуха (передаёт звуковые колебания в среднее ухо (на слуховую косточку)); 4) защищает полость среднего уха; 5) в связи с выходом на сушу; 6) воздушная среда менее плотная, чем водная (хуже проводит звук); 7) барабанная перепонка (слуховая косточка) усиливает звуковую волну. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён объект	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Наследственная изменчивость». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Генотипическую изменчивость подразделяют на мутационную (генная, хромосомная, геномная) и комбинативную. (2)Генные мутации связаны с изменением последовательности нуклеотидов в молекулах нуклеиновых кислот. (3)Появление хромосомных мутаций связано с потерей, переносом, поворотом или удвоением участков в хромосомах. (4)В световой микроскоп можно увидеть генные и хромосомные мутации. (5)К хромосомным мутациям относят полиплоидию. (6)Геномные мутации характеризуются изменением количества хромосом в кариотипе. (7)Независимое расхождение хромосом в профазе I мейоза, рекомбинация генов при кроссинговере, случайная встреча гамет при оплодотворении – процессы, лежащие в основе комбинативной изменчивости.

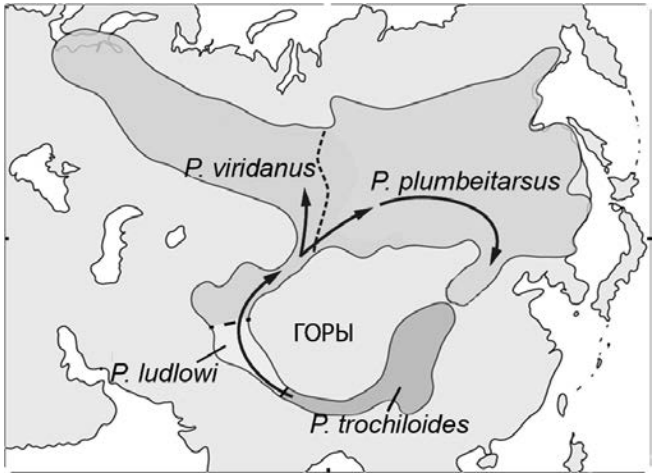
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 4 – в микроскоп можно увидеть геномные и хромосомные мутации; 2) 5 – к хромосомным мутациям относят изменения в структуре хромосом ИЛИ полиплоидия – геномная мутация; 3) 7 – независимое расхождение хромосом происходит в анафазе I мейоза. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Для истинных наземных позвоночных (амниот) характерен прямой тип постэмбрионального развития. Чем различается питание эмбриона у живородящих и яйцекладущих (яйцеродящих) позвоночных животных? В чём заключается преимущество живорождения перед яйцерождением? В условиях какого климата и почему у некоторых пресмыкающихся развился промежуточный вариант размножения – яйцеживорождение?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) у живородящих питание за счёт ресурсов организма матери (питание через плаценту); 2) у яйцекладущих питание за счёт больших запасов питательных веществ (желтка) в яйце; 3) при живорождении эмбрион лучше защищён от факторов среды (от хищников, повреждений, высыхания и др.), чем эмбрион в яйце; 4) яйцеживорождение возникало у пресмыкающихся, обитающих в условиях холодного климата; 5) при яйцеживорождении яйца задерживаются в теле матери, развиваясь в более тёплой среде (есть риск гибели зародышей (эмбрионов) от охлаждения). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 Вид азиатской птицы зеленоватой камышевки (*Phylloscopus trochiloides*) распространился на восток и запад Тибетского плато с юга, огибая непроходимые Гималаи (направление распространения вида указано стрелками), где миграция из-за высоты гор невозможна. При этом образовалось множество подвидов, которые различаются по мотивам песни и окраске. Соседние подвиды способны свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство (например, *P. viridanus* и *P. plumbeitarsus*). Однако дальние подвиды не могут скрещиваться и давать плодовитое потомство (например, *P. trochiloides* и *P. plumbeitarsus).* Какой тип видообразования иллюстрирует данный пример? Почему у дальних подвидов (*P. trochiloides* и *P. plumbeitarsus*) скрещивание отсутствует? Дайте аргументированный ответ.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) географическое (аллопатрическое) видообразование; 2) дальние подвиды долгое время не контактировали между собой (отсутствовал поток генов); 3) в результате между подвидами накопились значимые генетические различия (генофонд подвидов стал различаться); 4) поэтому возникла репродуктивная изоляция. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

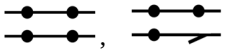
27 В кариотипе осла 62 хромосомы. Определите количество хромосом в клетке при овогенезе у самки в конце зоны размножения и в конце зоны созревания. Какие процессы происходят в этих зонах? Каковы значения этих процессов в овогенезе?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в конце зоны размножения в клетке – 62 хромосомы; 2) в конце зоны созревания в клетке – 31 хромосома; 3) в зоне размножения диплоидные клетки делятся митозом; 4) в зоне созревания клетки делятся мейозом; 5) значение митоза – увеличение количества половых клеток (оогониев, ооцитов 1-го порядка, диплоидных, первичных половых (исходных) клеток); 6) значение мейоза – редукция числа хромосом (образование гаплоидных клеток); 7) значение мейоза – перекомбинация генов в процессе кроссинговера (обеспечение комбинативной изменчивости)	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя пять-шесть из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три-четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает нарушения в развитии скелета. Рецессивный аллель отсутствия потовых желёз наследуется сцепленно с полом. Женщина, имеющая нарушения в развитии скелета и не имеющая потовых желёз, родители которой имели нормально развитый скелет, вышла замуж за мужчину без этих заболеваний, мать которого страдала нарушениями в развитии скелета. Родившаяся в этом браке дочь без указанных заболеваний вышла замуж за мужчину, страдающего нарушениями развития скелета и имеющего потовые железы. Составьте схемы решения задачи. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребёнка, страдающего двумя названными заболеваниями? Ответ поясните.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{ab}X^{ab}$ × ♂ $X^{aB}Y^{A}$ нарушения в развитии скелета, отсутствие потовых желёз — нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз G X^{ab} — X^{aB}, X^{AB}, Y^{A}, Y^{a} F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{ab}X^{AB}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{A}$ – нормальное развитие скелета, отсутствие потовых желёз; $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, отсутствие потовых желёз; 2) ♀ $X^{ab}X^{AB}$ × ♂ $X^{aB}Y^{a}$ нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз — нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз G X^{ab}, X^{AB}, X^{aB}, X^{Ab} — X^{aB}, Y^{a} F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{AB}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; $X^{aB}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{Ab}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, отсутствие потовых желёз; $X^{AB}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; $X^{aB}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{Ab}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, отсутствие потовых желёз;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

3) в первом браке возможно рождение сына с нарушениями в развитии скелета и отсутствием потовых желёз ($X^{ab}Y^{a}$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская X-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y^{a}-хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде  , и написание сцепленных в X-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Учёный провёл эксперимент на оценку силы мышц у людей. В эксперименте участвовали 50 юношей и 50 девушек в возрасте 17 лет со сходными антропометрическими показателями (рост, вес). Каждый испытуемый сжимал попеременно в обеих руках динамометр – прибор, позволяющий определить силу сжатия (силу кисти рук) в килограммах. Измерение проводилось 3 раза с небольшой паузой для отдыха. Результаты фиксировались, и средние значения были внесены в таблицу.

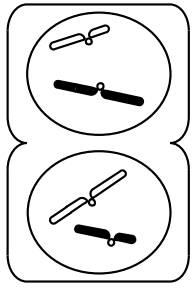
Участники эксперимента	Средняя сила сжатия, кг
Девушки	43,6
Юноши	47,3

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Как изменятся показания динамометра, если измерения провести после 20 повторов без пауз для отдыха между ними? Назовите две причины, обеспечивающие это изменение.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – пол человека; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – сила сжатия (сила кисти) *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) динамометр будет показывать более низкие значения силы сжатия; 3) сила сжатия уменьшиться из-за утомления мышц (недостаток гликогена, истощение Ca^{2+} в мышечном волокне); 4) сила сжатия уменьшится из-за утомления нервных центров, управляющих мышцами (истощение медиаторов в нервно-мышечных синапсах). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Назовите тип и фазу деления исходной **гаплоидной клетки**, изображённой на схеме. Ответ обоснуйте. Какой биологический смысл имеет этот тип деления клетки?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) тип – митоз; 2) образуется два новых гаплоидных ядра (клетки) из исходной гаплоидной клетки; 3) фаза – телофаза; 4) сформировалось два ядра (начинается деление цитоплазмы (цитокинез)); 5) биологический смысл митоза – обеспечение постоянства количества хромосом (идентичности наследственной информации) от клетки к клетке. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён тип деления	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Наследственная изменчивость». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Генотипическую изменчивость подразделяют на мутационную (генная, хромосомная, геномная) и комбинативную. (2)Генные мутации связаны с изменением последовательности нуклеотидов в молекулах нуклеиновых кислот. (3)Появление хромосомных мутаций связано с потерей, переносом, поворотом или удвоением участков в хромосомах. (4)В световой микроскоп можно увидеть генные и хромосомные мутации. (5)К хромосомным мутациям относят полиплоидию. (6)Геномные мутации характеризуются изменением количества хромосом в кариотипе. (7)Независимое расхождение хромосом в профазе I мейоза, рекомбинация генов при кроссинговере, случайная встреча гамет при оплодотворении – процессы, лежащие в основе комбинативной изменчивости.

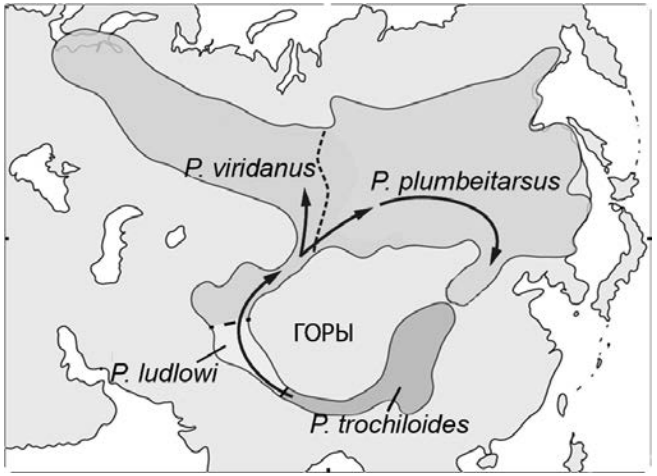
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 4 – в микроскоп можно увидеть геномные и хромосомные мутации; 2) 5 – к хромосомным мутациям относят изменения в структуре хромосом ИЛИ полиплоидия – геномная мутация; 3) 7 – независимое расхождение хромосом происходит в анафазе I мейоза. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Для истинных наземных позвоночных (амниот) характерен прямой тип постэмбрионального развития. Чем различается питание эмбриона у живородящих и яйцекладущих (яйцеродящих) позвоночных животных? В чём заключается преимущество живорождения перед яйцерождением? В условиях какого климата и почему у некоторых пресмыкающихся развился промежуточный вариант размножения – яйцеживорождение?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) у живородящих питание за счёт ресурсов организма матери (питание через плаценту); 2) у яйцекладущих питание за счёт больших запасов питательных веществ (желтка) в яйце; 3) при живорождении эмбрион лучше защищён от факторов среды (от хищников, повреждений, высыхания и др.), чем эмбрион в яйце; 4) яйцеживорождение возникало у пресмыкающихся, обитающих в условиях холодного климата; 5) при яйцеживорождении яйца задерживаются в теле матери, развиваясь в более тёплой среде (есть риск гибели зародышей (эмбрионов) от охлаждения). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 Вид азиатской птицы зеленоватой камышевки (*Phylloscopus trochiloides*) распространился на восток и запад Тибетского плато с юга, огибая непроходимые Гималаи (направление распространения вида указано стрелками), где миграция из-за высоты гор невозможна. При этом образовалось множество подвидов, которые различаются по мотивам песни и окраске. Соседние подвиды способны свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство (например, *P. viridanus* и *P. plumbeitarsus*). Однако дальние подвиды не могут скрещиваться и давать плодовитое потомство (например, *P. trochiloides* и *P. plumbeitarsus).* Какой тип видообразования иллюстрирует данный пример? Почему у дальних подвидов (*P. trochiloides* и *P. plumbeitarsus*) скрещивание отсутствует? Дайте аргументированный ответ.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) географическое (аллопатрическое) видообразование; 2) дальние подвиды долгое время не контактировали между собой (отсутствовал поток генов); 3) в результате между подвидами накопились значимые генетические различия (генофонд подвидов стал различаться); 4) поэтому возникла репродуктивная изоляция. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ТГЦГЦГТААЦТГЦГАТГТГАГЦТАТАЦЦ-3′
3′-АЦГЦГЦАТТГАЦГЦТАЦАЦТЦГАТАТГГ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что итоговый полипептид, кодируемый этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	**Второе основание**				**Третье основание**
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-УГЦГЦГУААЦУГЦГАУГУГАГЦУАУАЦЦ-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УГА-3’ (УГА); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: арг-вал-тре-ала-мет. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	

Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 У человека между аллелями генов ихтиоза (заболевание кожи) и дальтонизма (красно-зелёного) происходит кроссинговер. Здоровая по указанным заболеваниям женщина, у матери которой был дальтонизм, а у отца – ихтиоз, вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. Родившаяся в этом браке моногомозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. В их семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей, а также генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного этими двумя заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

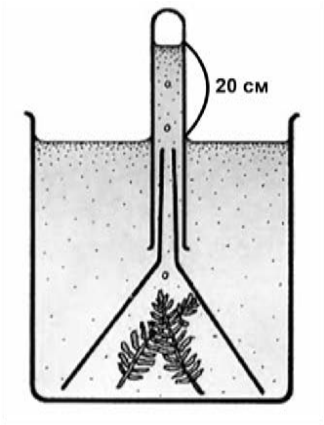
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма — здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{aD}, X^{AD}, X^{ad} — X^{AD}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{aD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{aD}Y$ – ихтиоз, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}Y$ – ихтиоз, дальтонизм;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

2) ♀ $X^{Ad}X^{AD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма — здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{AD} — X^{AD}, Y F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; 3) в первом браке возможно рождение сына-дальтоника с ихтиозом ($X^{ad}Y$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера X-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y-хромосома, не содержащая аллелей этих двух генов. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде , и написание сцепленных в X-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков.*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Учёным был проведён эксперимент с водным растением элодеей. В три конические воронки помещались по 10 одинаковых веточек этого растения. Воронки погружались на дно трёх аквариумов, поверх воронок устанавливались пробирки с водой, как показано на рисунке. Каждый аквариум освещался в течение 1 ч светом определённой длины волны (420 нм, 550 нм и 670 нм), после чего измерялся уровень воды в пробирках. Результаты приведены в таблице.



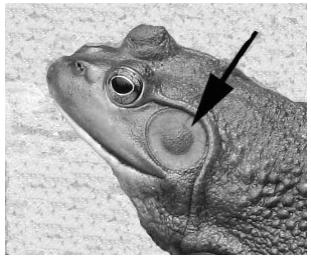
Длина световой волны, нм	Уровень воды в пробирке, см
420	16,5
550	18,3
670	15,8

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Какая длина световой волны оптимальна для фотосинтеза у элодеи? Ответ поясните, опираясь на результаты эксперимента.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – длина световой волны; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – уровень воды в пробирке (объём воздуха (кислорода) в пробирке) *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) оптимальная длина световой волны для фотосинтеза у элодеи – 670 нм; 3) чем интенсивнее идёт фотосинтез, тем больше кислорода выделяется растением; 4) при длине световой волны в 670 нм объём кислорода в пробирке был максимальным (уровень (объём) воды в пробирке был минимальным). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Назовите структуру, обозначенную на рисунке стрелкой. Частью какого органа она является? Каковы её функции? В связи с каким эволюционным событием появилась эта структура? Какие особенности среды обитания привели к таким изменениям? Ответ поясните.



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) барабанная перепонка; 2) часть органа слуха (уха); 3) воспринимает колебания воздуха (передаёт звуковые колебания в среднее ухо (на слуховую косточку)); 4) защищает полость среднего уха; 5) в связи с выходом на сушу; 6) воздушная среда менее плотная, чем водная (хуже проводит звук); 7) барабанная перепонка (слуховая косточка) усиливает звуковую волну. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён объект	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Наследственная изменчивость». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Генотипическую изменчивость подразделяют на мутационную (генная, хромосомная, геномная) и комбинативную. (2)Генные мутации связаны с изменением последовательности нуклеотидов в молекулах нуклеиновых кислот. (3)Появление хромосомных мутаций связано с потерей, переносом, поворотом или удвоением участков в хромосомах. (4)В световой микроскоп можно увидеть генные и хромосомные мутации. (5)К хромосомным мутациям относят полиплоидию. (6)Геномные мутации характеризуются изменением количества хромосом в кариотипе. (7)Независимое расхождение хромосом в профазе I мейоза, рекомбинация генов при кроссинговере, случайная встреча гамет при оплодотворении – процессы, лежащие в основе комбинативной изменчивости.

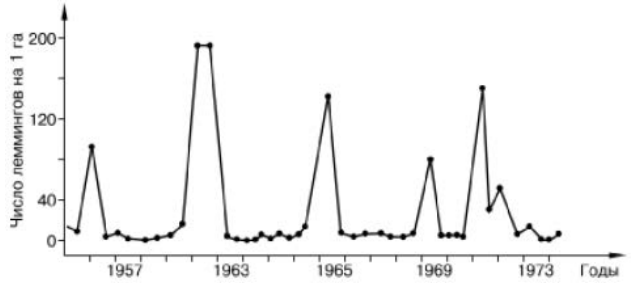
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 4 – в микроскоп можно увидеть геномные и хромосомные мутации; 2) 5 – к хромосомным мутациям относят изменения в структуре хромосом ИЛИ полиплоидия – геномная мутация; 3) 7 – независимое расхождение хромосом происходит в анафазе I мейоза. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 Для истинных наземных позвоночных (амниот) характерен прямой тип постэмбрионального развития. Чем различается питание эмбриона у живородящих и яйцекладущих (яйцеродящих) позвоночных животных? В чём заключается преимущество живорождения перед яйцерождением? В условиях какого климата и почему у некоторых пресмыкающихся развился промежуточный вариант размножения – яйцеживорождение?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) у живородящих питание за счёт ресурсов организма матери (питание через плаценту); 2) у яйцекладущих питание за счёт больших запасов питательных веществ (желтка) в яйце; 3) при живорождении эмбрион лучше защищён от факторов среды (от хищников, повреждений, высыхания и др.), чем эмбрион в яйце; 4) яйцеживорождение возникало у пресмыкающихся, обитающих в условиях холодного климата; 5) при яйцеживорождении яйца задерживаются в теле матери, развиваясь в более тёплой среде (есть риск гибели зародышей (эмбрионов) от охлаждения). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 При исследовании двадцатилетней динамики численности леммингов на Дальнем Востоке было замечено, что их численность в разные годы то возрастала, то сокращалась (см. график). Проявлением какого эволюционного фактора является данный пример? Назовите не менее двух причин, в результате которых возникает данное явление. Что происходило с генофондом популяции леммингов в те годы, когда их численность снижалась до 10–20 особей на 1 га? Чем такое изменение генофонда может быть опасно для дальнейшей эволюции вида?



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) популяционные волны («волны жизни»); 2) периодические изменения количества пищи; 3) периодические изменения климатических факторов; 4) периодические изменения численности хищников (паразитов; болезней); 5) при снижении численности генофонд обеднялся (снижалось генетическое разнообразие в популяции); 6) низкий уровень генетического разнообразия снижает приспособленность вида к изменениям окружающей среды (при изменении условий среды может привести к вымиранию вида). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

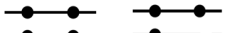
27 В кариотипе осла 62 хромосомы. Определите количество хромосом в клетке при овогенезе у самки в конце зоны размножения и в конце зоны созревания. Какие процессы происходят в этих зонах? Каковы значения этих процессов в овогенезе?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) в конце зоны размножения в клетке – 62 хромосомы; 2) в конце зоны созревания в клетке – 31 хромосома; 3) в зоне размножения диплоидные клетки делятся митозом; 4) в зоне созревания клетки делятся мейозом; 5) значение митоза – увеличение количества половых клеток (оогониев, ооцитов 1-го порядка, диплоидных, первичных половых (исходных) клеток); 6) значение мейоза – редукция числа хромосом (образование гаплоидных клеток); 7) значение мейоза – перекомбинация генов в процессе кроссинговера (обеспечение комбинативной изменчивости)	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя пять-шесть из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три-четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

28 На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает нарушения в развитии скелета. Рецессивный аллель отсутствия потовых желёз наследуется сцепленно с полом. Женщина, имеющая нарушения в развитии скелета и не имеющая потовых желёз, родители которой имели нормально развитый скелет, вышла замуж за мужчину без этих заболеваний, мать которого страдала нарушениями в развитии скелета. Родившаяся в этом браке дочь без указанных заболеваний вышла замуж за мужчину, страдающего нарушениями развития скелета и имеющего потовые железы. Составьте схемы решения задачи. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребёнка, страдающего двумя названными заболеваниями? Ответ поясните.

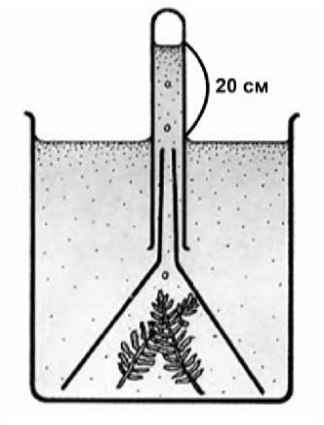
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{ab}X^{ab}$ × ♂ $X^{aB}Y^{A}$ нарушения в развитии скелета, отсутствие потовых желёз — нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз G X^{ab} — X^{aB}, X^{AB}, Y^{A}, Y^{a} F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{ab}X^{AB}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{A}$ – нормальное развитие скелета, отсутствие потовых желёз; $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, отсутствие потовых желёз; 2) ♀ $X^{ab}X^{AB}$ × ♂ $X^{aB}Y^{a}$ нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз — нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз G X^{ab}, X^{AB}, X^{aB}, X^{Ab} — X^{aB}, Y^{a} F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{ab}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{AB}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; $X^{aB}X^{aB}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{Ab}X^{aB}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{ab}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, отсутствие потовых желёз; $X^{AB}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, наличие потовых желёз; $X^{aB}Y^{a}$ – нарушения в развитии скелета, наличие потовых желёз; $X^{Ab}Y^{a}$ – нормальное развитие скелета, отсутствие потовых желёз;	

3) в первом браке возможно рождение сына с нарушениями в развитии скелета и отсутствием потовых желёз ($X^{ab}Y^{a}$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская Х-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y^{a}-хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде  и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	3

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Учёным был проведён эксперимент с водным растением элодеей. В три конические воронки помещались по 10 одинаковых веточек этого растения. Воронки погружались на дно трёх аквариумов, поверх воронок устанавливались пробирки с водой, как показано на рисунке. Каждый аквариум освещался в течение 1 ч светом определённой длины волны (420 нм, 550 нм и 670 нм), после чего измерялся уровень воды в пробирках. Результаты приведены в таблице.



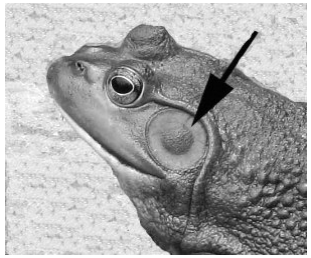
Длина световой волны, нм	Уровень воды в пробирке, см
420	16,5
550	18,3
670	15,8

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Какая длина световой волны оптимальна для фотосинтеза у элодеи? Ответ поясните, опираясь на результаты эксперимента.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – длина световой волны; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – уровень воды в пробирке (объём воздуха (кислорода) в пробирке) *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) оптимальная длина световой волны для фотосинтеза у элодеи – 670 нм; 3) чем интенсивнее идёт фотосинтез, тем больше кислорода выделяется растением; 4) при длине световой волны в 670 нм объём кислорода в пробирке был максимальным (уровень (объём) воды в пробирке был минимальным). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Назовите структуру, обозначенную на рисунке стрелкой. Частью какого органа она является? Каковы её функции? В связи с каким эволюционным событием появилась эта структура? Какие особенности среды обитания привели к таким изменениям? Ответ поясните.



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) барабанная перепонка; 2) часть органа слуха (уха); 3) воспринимает колебания воздуха (передаёт звуковые колебания в среднее ухо (на слуховую косточку)); 4) защищает полость среднего уха; 5) в связи с выходом на сушу; 6) воздушная среда менее плотная, чем водная (хуже проводит звук); 7) барабанная перепонка (слуховая косточка) усиливает звуковую волну. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя шесть-семь названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре-пять из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён объект	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Наследственная изменчивость». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)Генотипическую изменчивость подразделяют на мутационную (генная, хромосомная, геномная) и комбинативную. (2)Генные мутации связаны с изменением последовательности нуклеотидов в молекулах нуклеиновых кислот. (3)Появление хромосомных мутаций связано с потерей, переносом, поворотом или удвоением участков в хромосомах. (4)В световой микроскоп можно увидеть генные и хромосомные мутации. (5)К хромосомным мутациям относят полиплоидию. (6)Геномные мутации характеризуются изменением количества хромосом в кариотипе. (7)Независимое расхождение хромосом в профазе I мейоза, рекомбинация генов при кроссинговере, случайная встреча гамет при оплодотворении – процессы, лежащие в основе комбинативной изменчивости.

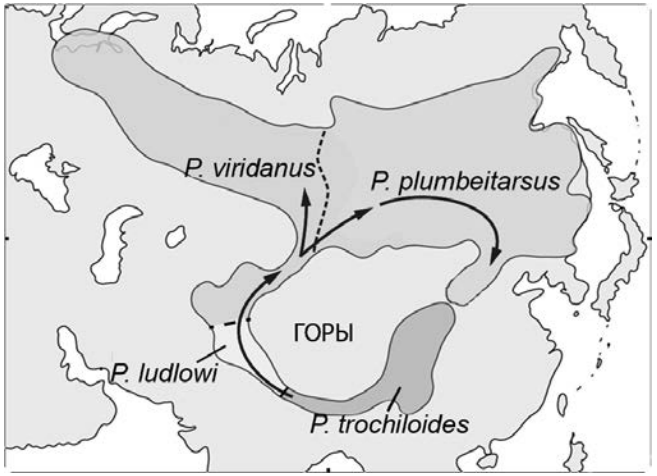
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 4 – в микроскоп можно увидеть геномные и хромосомные мутации; 2) 5 – к хромосомным мутациям относят изменения в структуре хромосом ИЛИ полиплоидия – геномная мутация; 3) 7 – независимое расхождение хромосом происходит в анафазе I мейоза. *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 В зависимости от строения своей молекулы дыхательный белок гемоглобин может иметь различную степень сродства к кислороду, то есть различную способность присоединять кислород к железосодержащему гему. Чем меньше сродство гемоглобина к кислороду, тем медленнее кровь связывает кислород из внешней среды. Как различается сродство гемоглобина к кислороду у высокогорных лам, в отличие от верблюдов, обитающих в степях Монголии? Ответ аргументируйте. Какие параметры форменных элементов крови обеспечивают её кислородную ёмкость (способность насыщаться кислородом) у различных групп позвоночных животных?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) сродство гемоглобина к кислороду больше у высокогорных лам (меньше у верблюдов); 2) концентрация кислорода (парциальное давление) в условиях высокогорья ниже, чем в степях Монголии (концентрация кислорода в степях Монголии выше, чем в условиях высокогорья); 3) количество эритроцитов; 4) наличие или отсутствие ядра в эритроцитах (форма эритроцитов); 5) размер эритроцитов; 6) количество (концентрация) гемоглобина (в эритроцитах). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3,2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 Вид азиатской птицы зеленоватой камышевки (*Phylloscopus trochiloides*) распространился на восток и запад Тибетского плато с юга, огибая непроходимые Гималаи (направление распространения вида указано стрелками), где миграция из-за высоты гор невозможна. При этом образовалось множество подвидов, которые различаются по мотивам песни и окраске. Соседние подвиды способны свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство (например, *P. viridanus* и *P. plumbeitarsus*). Однако дальние подвиды не могут скрещиваться и давать плодовитое потомство (например, *P. trochiloides* и *P. plumbeitarsus).* Какой тип видообразования иллюстрирует данный пример? Почему у дальних подвидов (*P. trochiloides* и *P. plumbeitarsus*) скрещивание отсутствует? Дайте аргументированный ответ.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) географическое (аллопатрическое) видообразование; 2) дальние подвиды долгое время не контактировали между собой (отсутствовал поток генов); 3) в результате между подвидами накопились значимые генетические различия (генофонд подвидов стал различаться); 4) поэтому возникла репродуктивная изоляция. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ТГЦГЦГТААЦТГЦГАТГТГАГЦТАТАЦЦ-3′
3′-АЦГЦГЦАТТГАЦГЦТАЦАЦТЦГАТАТГГ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что итоговый полипептид, кодируемый этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	**Второе основание**				**Третье основание**
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-УГЦГЦГУААЦУГЦГАУГУГАГЦУАУАЦЦ-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УГА-3’ (УГА); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: арг-вал-тре-ала-мет. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

28 У человека между аллелями генов ихтиоза (заболевание кожи) и дальтонизма (красно-зелёного) происходит кроссинговер. Здоровая по указанным заболеваниям женщина, у матери которой был дальтонизм, а у отца – ихтиоз, вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. Родившаяся в этом браке моногомозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. В их семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей, а также генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного этими двумя заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма × здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{aD}, X^{AD}, X^{ad} X^{AD}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{aD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{aD}Y$ – ихтиоз, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}Y$ – ихтиоз, дальтонизм; 2) ♀ $X^{Ad}X^{AD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма × здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{AD} X^{AD}, Y F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма;	

3) в первом браке возможно рождение сына-дальтоника с ихтиозом ($X^{ad}Y$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера Х-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y-хромосома, не содержащая аллелей этих двух генов. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков.*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

22 Учёный провёл эксперимент на оценку силы мышц у людей. В эксперименте участвовали 50 юношей и 50 девушек в возрасте 17 лет со сходными антропометрическими показателями (рост, вес). Каждый испытуемый сжимал попеременно в обеих руках динамометр – прибор, позволяющий определить силу сжатия (силу кисти рук) в килограммах. Измерение проводилось 3 раза с небольшой паузой для отдыха. Результаты фиксировались, и средние значения были внесены в таблицу.

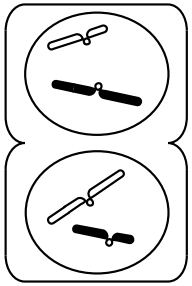
Участники эксперимента	Средняя сила сжатия, кг
Девушки	43,6
Юноши	47,3

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Как изменятся показания динамометра, если измерения провести после 20 повторов без пауз для отдыха между ними? Назовите две причины, обеспечивающие это изменение.

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – пол человека; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – сила сжатия (сила кисти) *(должны быть указаны обе переменные)*; 2) динамометр будет показывать более низкие значения силы сжатия; 3) сила сжатия уменьшиться из-за утомления мышц (недостаток гликогена, истощение Ca^{2+} в мышечном волокне); 4) сила сжатия уменьшится из-за утомления нервных центров, управляющих мышцами (истощение медиаторов в нервно-мышечных синапсах). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок. ИЛИ Верно указан первый элемент ответа	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 или 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

23 Назовите тип и фазу деления исходной **гаплоидной клетки**, изображённой на схеме. Ответ обоснуйте. Какой биологический смысл имеет этот тип деления клетки?



Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) тип – митоз; 2) образуется два новых гаплоидных ядра (клетки) из исходной гаплоидной клетки; 3) фаза – телофаза; 4) сформировалось два ядра (начинается деление цитоплазмы (цитокинез)); 5) биологический смысл митоза – обеспечение постоянства количества хромосом (идентичности наследственной информации) от клетки к клетке. *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла. ИЛИ Неверно определён тип деления	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

24 Найдите три ошибки в приведённом тексте «Млекопитающие». Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки, исправьте их. Дайте правильную формулировку.

(1)У млекопитающих диафрагма отделяет грудную полость от брюшной. (2)В грудной полости расположены лёгкие, сердце и печень, а в брюшной полости – желудок, кишечник, поджелудочная железа. (3)Лёгкие млекопитающих парные, имеют ячеистое строение. (4)Переваривание пищи в желудке происходит под действием ферментов панкреатического сока. (5)Основная часть питательных веществ всасывается в кровь и лимфу через ворсинки тонкого кишечника. (6)Питательные вещества поступают в клетки, где происходят метаболические процессы. (7)Для млекопитающих характерен высокий уровень обмена веществ.

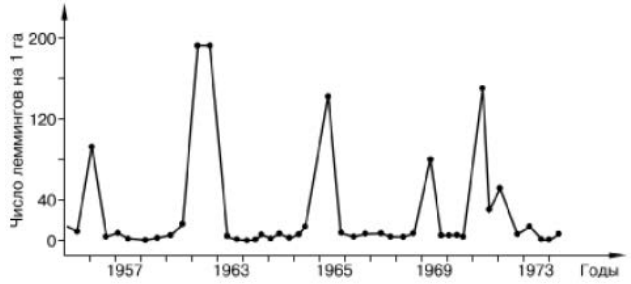
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Правильный ответ должен содержать следующие позиции. Ошибки допущены в предложениях: 1) 2 – печень расположена в брюшной полости; 2) 3 – лёгкие млекопитающих имеют альвеолярное строение; 3) 4 – переваривание пищи в желудке происходит под действием ферментов желудочного сока ИЛИ ферменты поджелудочной железы расщепляют пищу в двенадцатиперстной кишке (тонком кишечнике). *Если в ответе исправлено **четыре и более предложения**, то за каждое лишнее исправление правильного предложения на неправильное снимается по 1 баллу*	
В ответе указаны и исправлены все ошибки	3
В ответе указаны две-три ошибки, исправлены только две из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	2
В ответе указаны одна–три ошибки, исправлена только одна из них. *За неправильно названные и/или исправленные предложения баллы не снижаются*	1
Все ошибки определены и/или исправлены неверно	0
Максимальный балл	*3*

25 В зависимости от строения своей молекулы дыхательный белок гемоглобин может иметь различную степень сродства к кислороду, то есть различную способность присоединять кислород к железосодержащему гему. Чем меньше сродство гемоглобина к кислороду, тем медленнее кровь связывает кислород из внешней среды. Как различается сродство гемоглобина к кислороду у высокогорных лам, в отличие от верблюдов, обитающих в степях Монголии? Ответ аргументируйте. Какие параметры форменных элементов крови обеспечивают её кислородную ёмкость (способность насыщаться кислородом) у различных групп позвоночных животных?

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) сродство гемоглобина к кислороду больше у высокогорных лам (меньше у верблюдов); 2) концентрация кислорода (парциальное давление) в условиях высокогорья ниже, чем в степях Монголии (концентрация кислорода в степях Монголии выше, чем в условиях высокогорья); 3) количество эритроцитов; 4) наличие или отсутствие ядра в эритроцитах (форма эритроцитов); 5) размер эритроцитов; 6) количество (концентрация) гемоглобина (в эритроцитах). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3,2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

26 При исследовании двадцатилетней динамики численности леммингов на Дальнем Востоке было замечено, что их численность в разные годы то возрастала, то сокращалась (см. график). Проявлением какого эволюционного фактора является данный пример? Назовите не менее двух причин, в результате которых возникает данное явление. Что происходило с генофондом популяции леммингов в те годы, когда их численность снижалась до 10–20 особей на 1 га? Чем такое изменение генофонда может быть опасно для дальнейшей эволюции вида?



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Элементы ответа: 1) популяционные волны («волны жизни»); 2) периодические изменения количества пищи; 3) периодические изменения климатических факторов; 4) периодические изменения численности хищников (паразитов; болезней); 5) при снижении численности генофонд обеднялся (снижалось генетическое разнообразие в популяции); 6) низкий уровень генетического разнообразия снижает приспособленность вида к изменениям окружающей среды (при изменении условий среды может привести к вымиранию вида). *За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл*	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5’ концу одной цепи соответствует 3’ конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5’ конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5’ к 3’ концу.
Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5′-ТГЦГЦГТААЦТГЦГАТГТГАГЦТАТАЦЦ-3′
3′-АЦГЦГЦАТТГАЦГЦТАЦАЦТЦГАТАТГГ-5′

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что итоговый полипептид, кодируемый этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5’ к 3’ концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) последовательность иРНК: 5’-УГЦГЦГУААЦУГЦГАУГУГАГЦУАУАЦЦ-3’; 2) в последовательности иРНК присутствует стоп-кодон 5’-УГА-3’ (УГА); 3) по стоп-кодону находим открытую рамку считывания; 4) последовательность полипептида: арг-вал-тре-ала-мет. *Если в явном виде на иРНК указано место окончания синтеза полипептида (подчёркнут или обведён стоп-кодон, указан стрелкой последний нуклеотид рамки считывания и т.п.), второй элемент ответа засчитывается как верный.* *Аналогично, если на последовательности иРНК в явном виде отмечена рамка считывания, третий элемент ответа засчитывается как верный.* *Важно: написание **в последовательности полипептида** слова «стоп» (или аналогичного) делает четвёртый элемент ответа неверным*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя три из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла	0
Максимальный балл	*3*

28 У человека между аллелями генов ихтиоза (заболевание кожи) и дальтонизма (красно-зелёного) происходит кроссинговер. Здоровая по указанным заболеваниям женщина, у матери которой был дальтонизм, а у отца – ихтиоз, вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. Родившаяся в этом браке моногомозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. В их семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей, а также генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного этими двумя заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции)	**Баллы**
Схема решения задачи включает следующие элементы: 1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма — здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{aD}, X^{AD}, X^{ad} — X^{AD}, Y F_1 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{aD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{aD}Y$ – ихтиоз, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{ad}Y$ – ихтиоз, дальтонизм; 2) ♀ $X^{Ad}X^{AD}$ × ♂ $X^{AD}Y$ здоровая кожа, отсутствие дальтонизма — здоровая кожа, отсутствие дальтонизма G X^{Ad}, X^{AD} — X^{AD}, Y F_2 генотипы, фенотипы возможных дочерей: $X^{Ad}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; $X^{AD}X^{AD}$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма; генотипы, фенотипы возможных сыновей: $X^{Ad}Y$ – здоровая кожа, дальтонизм; $X^{AD}Y$ – здоровая кожа, отсутствие дальтонизма;	

© 2022 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Копирование **не допускается**

3) в первом браке возможно рождение сына-дальтоника с ихтиозом ($X^{ad}Y$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера Х-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y-хромосома, не содержащая аллелей этих двух генов. (Допускается генетическая символика изображения сцепленных генов в виде и написание сцепленных в Х-хромосоме генов верхним или нижним индексом.) *Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков.*	
Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок	2
Ответ включает в себя один из названных выше элементов, который не содержит биологических ошибок	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	*3*