ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. 2026–2027 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС
ЗАДАНИЯ

Максимальный балл за работу – 240.

Часть 1

На каждый вопрос даны четыре варианта ответа. Выберите только один правильный. Максимальный балл за каждое задание - 5.

Задание 1.1.

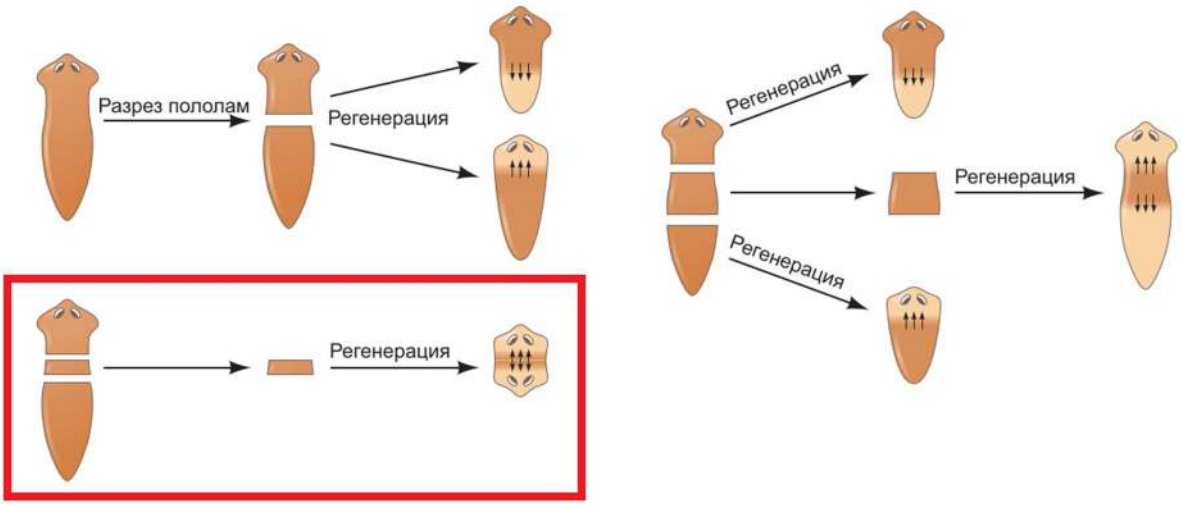
Лишайник – сложный организм, образованный грибом (микобионт) и водорослью или/и цианобактерией (фотобионт), существующими в мутуализме. Исследователи проанализировали состав лишайника *Stereocaulon alpinum* и обнаружили в его составе несколько организмов. Микобионт – это аскомицет, а фотобионтов оказалось два: зелёная водоросль *Asterochloris pseudoirregularis* и цианобактерия *Nostoc sp*. Фотография[1] лишайника приведена ниже. Отметьте верное утверждение о биологии этого лишайника.

- *Stereocaulon alpinum* – листоватый наземный лишайник.
- Аскомицет можно обнаружить в природе не только в составе лишайника, но и в свободном виде в почвенных сообществах.
- Фотобионт поставляет лишайнику хлорофилл и минеральные вещества.
- Nostoc sp. способен к фиксации атмосферного азота.

[1] https://yandex.ru/images/search?pos=3&text=stereocaulon+alpinum&img_url=https%3A%2F%2Fwww.plantarium.ru%2Fdat%2Fplants%2F6%2F633%2F486633_7144ef2f.jpg&rpt=simage&source=serp&lr=120373

Задание 1.2.

Планария[2] обладает впечатляющей способностью к регенерации. При разрезании её пополам или на три крупные части все фрагменты достраивают недостающие голову и/или хвост.



Однако если из тела планарии будет вырезана достаточно тонкая полоска, то регенерация пройдёт неверно, например, вместо хвоста и головы появятся две головы. Предположите, с чем может быть связано это явление?

- В слишком тонкой полоске содержится недостаточное количество стволовых клеток для корректной регенерации.
- Подобное повреждение запускает в вырезанном фрагменте программу архитомии, из-за чего фрагмент формирует две головы, а после разделяется на две нормальные планарии с головой и хвостом.
- Вдоль всего тела планарии существует градиент белковых факторов-морфогенов, который в случае достаточно большого фрагмента отвечает за формирование головы и хвоста с нужной стороны, в малом же фрагменте градиент оказывается недостаточно выражен.
- Регенерация планарии контролируется нервной системой, поэтому если в фрагмент не попадает ни одной комиссуры, регенерация проходит некорректно.

Задание 1.3.

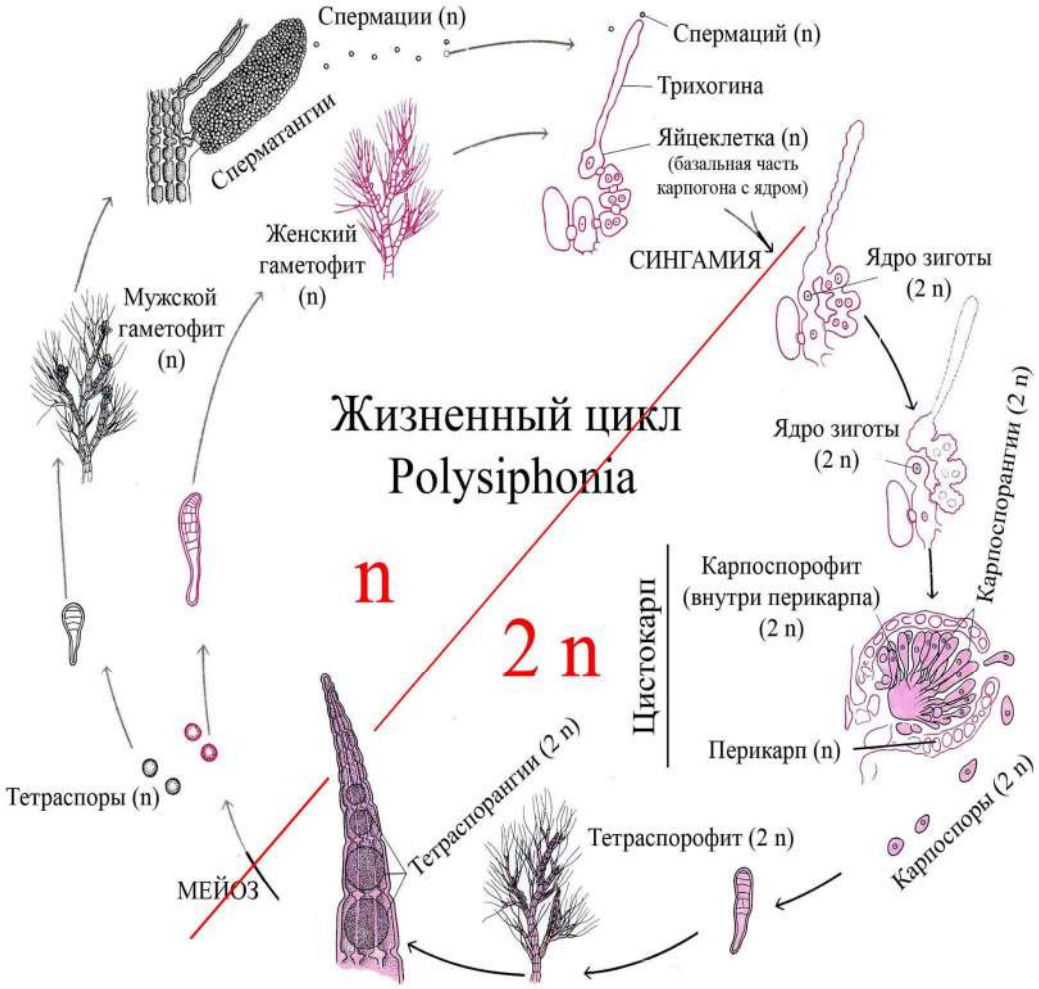
Ученики на уроке биологии изучали под микроскопом ткани цветкового растения – томата. Они сравнивали набор хромосом в клетках различных его частей. В каких клетках томата содержится гаплоидный (одинарный) набор хромосом?

- в клетках кожицы спелого плода
- в клетках паренхимы ксилемы корня
- в спермиях внутри пыльцевой трубки
- в клетках зародыша семени

[2] https://drive.google.com/file/d/1LcAvh-NGlTyZBMwSv_3OYi2Kn-6_e1gV/view?usp=drive_link

Задание 1.4.

У красных водорослей[3] на всех стадиях жизненного цикла отсутствуют жгутики. Поэтому мужские половые клетки не способны активно двигаться к женским, и вероятность успешного оплодотворения может быть невысокой. Какая особенность жизненного цикла позволяет увеличить число потомков в случае, если оплодотворение всё же произошло?



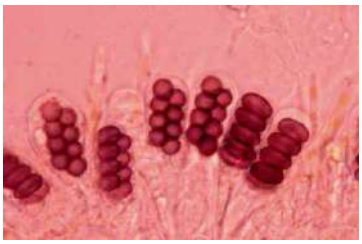
- После оплодотворения образуется одна крупная покоящаяся клетка с большим запасом питательных веществ, способная длительное время пережидать неблагоприятные условия.
- Мужские половые клетки образуются внутри плотных скоплений, которые целиком переносятся течением к женским особям.
- После оплодотворения образовавшаяся клетка даёт начало дополнительной стадии, на которой формируется множество спор, способных к дальнейшему развитию.
- После оплодотворения женская половая клетка непосредственно развивается в новый гаплоидный организм, минуя дополнительные стадии жизненного цикла.

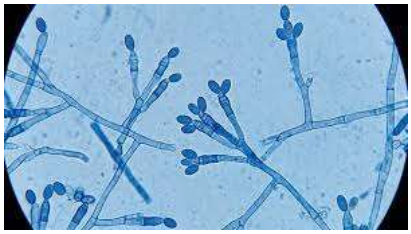
[3] https://studfile.net/html/c2/c252/c252f883e47f5ce8061ceea927b154ffeb12aed711737781caeddad48b37612b/img-L3ibR2.jpg

Задание 1.5.
Подвижность эукариотических клеток часто обеспечивается за счёт наличия у них жгутиков. Какое из утверждений верно описывает эти структуры?

- В ходе движения жгутика его основание вращается вокруг своей оси.
- Жгутик напрямую связан с цитоскелетом.
- Эукариотический жгутик не покрыт мембраной.
- Все клетки перемещаются в пространстве жгутиком назад.

Задание 1.6.
Выберите фотографию[4], на которой показаны споры полового размножения аскомицетов (*Ascomycota*) – сумчатых грибов.





Ответ:

[4] https://ars.els-cdn.com/content/image/3-s2.0-B9780125095518500246-f21-13-9780125095518.jpg
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSzeVXiyGj4bX2dJ2ZbFOK4Y6eG-fvBYAReeW-a1uMziJQ01MHtNOcHvzCX&s=10
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSOtbSLwPNIMD_h9Yr7hHmW4sN9tix9bjQwSi1ACj4UwA&s
https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/486202804/medium.jpg

Задание 1.7.

Озеро[5], расположенное вблизи сельскохозяйственных угодий, в течение нескольких лет подвергалось эвтрофикации из-за смыва удобрений, богатых азотом и фосфором. В результате в водоёме наблюдалось массовое «цветение» воды, вызванное бурным размножением цианобактерий (синезелёных водорослей).

Выберите верное утверждение о последствиях данного процесса для экосистемы озера.

- Цианобактерии активно выделяют кислород в процессе фотосинтеза, поэтому концентрация растворённого кислорода в воде значительно повышается, что улучшает условия жизни для всех рыб.
- После массового отмирания цианобактерий разложение органического вещества усиливает потребление кислорода, что может привести к гипоксии и замору животных.
- Цианобактерии становятся основным кормом для двустворчатых моллюсков, которые фильтруют воду и очищают её от токсинов, поэтому экосистема способна к быстрому самоочищению.
- Избыток токсинов цианобактерий стимулирует рост высших водных растений (макрофитов), так как они поглощают эти вещества в качестве дополнительного источника азота, восстанавливая баланс в экосистеме.

[5] https://ecogrizzly.shop/wp-content/uploads/2020/09/water-blooms.jpg

Задание 1.8.

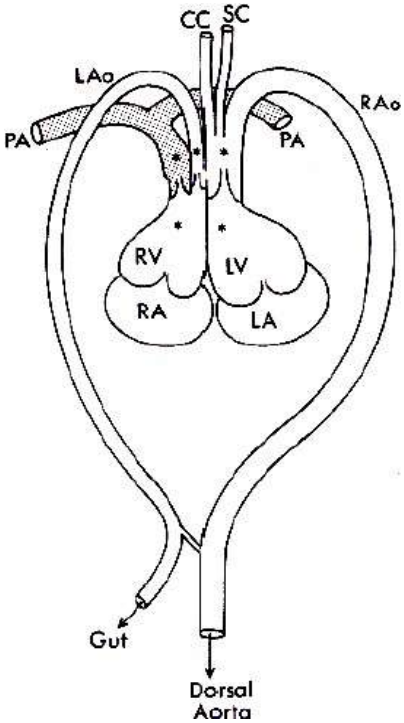
Линия Уоллеса[6] – биогеографическая граница, разделяющая области распространения животных преимущественно азиатского и австралийского происхождения. Например, соседние острова Бали и Ломбок разделены сравнительно небольшим расстоянием, однако состав их фауны заметно различается. Чем лучше всего объясняется существование столь выраженной биогеографической границы?

- На островах сформировались сходные условия среды, поэтому одинаковые предковые виды независимо превратились в разные виды по разные стороны границы.
- Между островами проходит глубоководный пролив, который сохранялся даже при понижении уровня моря и препятствовал расселению многих наземных животных.
- Частые извержения вулканов периодически полностью уничтожали фауну одного из островов, после чего он заселялся видами из Австралии.
- Различия объясняются главным образом современными морскими течениями, которые переносят животных в противоположных направлениях по разные стороны границы.

[6] images

Задание 1.9.

Сердце крокодилов[7], в отличие от других рептилий, имеет четыре камеры, как у птиц и млекопитающих. Вообще крокодилы – удивительные животные, они ведут полуводный образ жизни и могут находиться под водой до 2 часов. Для сравнения: утки (водоплавающие птицы) могут нырять не дольше нескольких минут. Это происходит благодаря особому приспособлению сердечно-сосудистой системы крокодилов.



Какое изменение кровообращения характерно для крокодилов при длительном погружении?

- Крокодилы имеют больший объём лёгких и крупные лёгочные артерии.
- Крокодилы могут дышать через кожу под водой, у них в эпителии разветвлённая система кровеносных сосудов.
- Крокодилы замедляют сердцебиение и могут перераспределять кровоток, направляя кровь в обход лёгких.
- Крокодилы не нуждаются в кислороде во время ныряния (надолго задерживают дыхание).

[7] https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT274A_egB-g-YktR90JHIlLZG2AeFsJ-V7Sol4LT8KrX8ihxt3qAFmBazx&s=10

Задание 1.10.

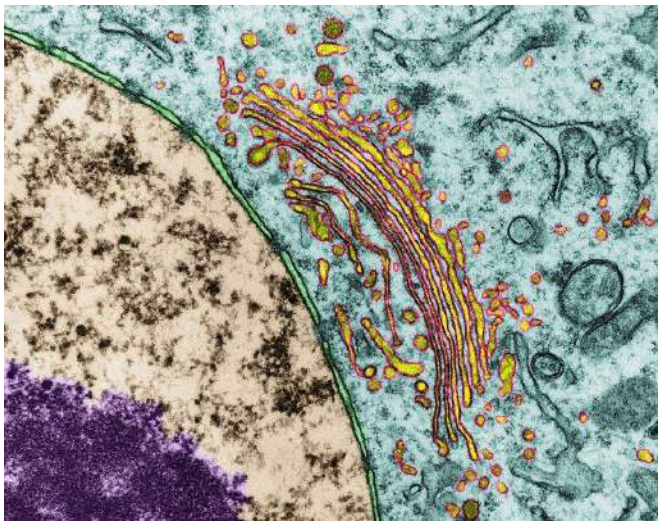
Выберите животное[8] с четырёхкамерным желудком.

Ответ:

[8] https://naked-science.ru/wp-content/uploads/2025/08/Northern-giraffe-Giraffa-camelopardalis_Uganda-Kidepo-Valley-National-Park_Copyright-Michael-Brown-1.jpg
https://ethnomir.ru/upload/medialibrary/d25/shark1.jpg
https://animalreader.ru/wp-content/uploads/2014/02/kaban_1.jpg
https://img-fotki.yandex.ru/get/6522/137106206.1a3/0_9a224_114e57d2_orig.jpg

Задание 1.11.

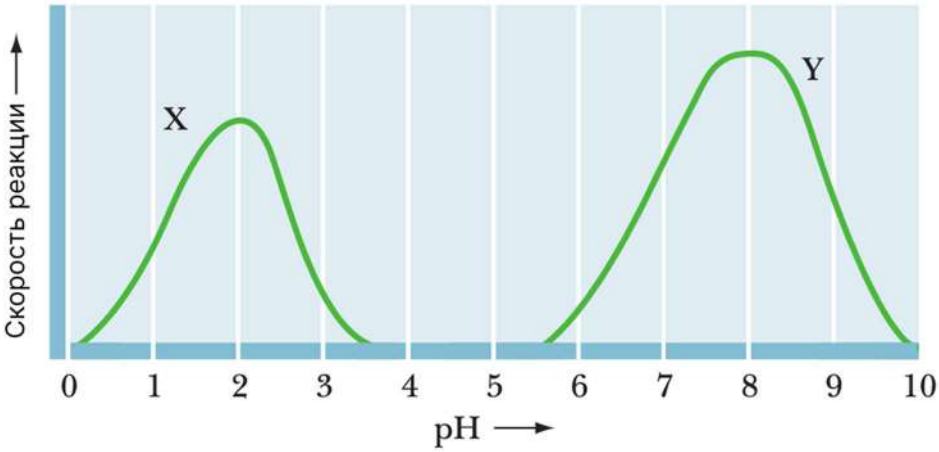
Какая клеточная структура **отсутствует** на показанном участке клетки[9]?



- клеточная стенка
- ядрышко
- комплекс Гольджи
- ядерная пора

Задание 1.12.

На графике[10] показана зависимость скорости работы двух пищеварительных ферментов X и Y от pH (кислотности среды). Рассмотрите его и выберите верное утверждение.

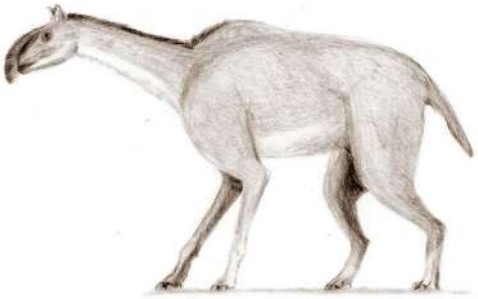


- У ферментов X и Y разные диапазоны температур, при которых они работают лучше всего.
- Скорее всего, X работает в желудке, а Y в тонкой кишке.
- Из двух ферментов человеческим вероятнее является Y.
- В кислой среде Y работает лучше, чем X.

[9] https://fineartamerica.com/featured/1-golgi-apparatus-and-nucleus-dennis-kunkel-microscopyscience-photo-library.html
[10] Ферменты

Задание 1.13.

Южноамериканские копытные[11] – группа млекопитающих, обитавших на территории современной Южной Америки вплоть до плейстоцена. Они занимали экологические ниши, аналогичные нишам современных лошадей, верблюдов и носорогов. Они не были близкими родственниками современных групп, которых внешне напоминали, а все схожие черты приобрели в результате:



- конвергентной эволюции
- дизруптивного отбора
- стабилизирующего отбора
- полового отбора

Задание 1.14.

Многие тропические растения из влажных лесов обладают листовой пластинкой с оттянутым кончиком. В качестве примера можно привести филодендрон украшенный[12], родиной которого являются влажные тропики Южной Америки. Для какой цели с наибольшей вероятностью служит такая форма кончика?

- Оттянутый кончик направляет воду к узкому кончику и облегчает её отрыв.
- Оттянутый кончик служит для увеличения площади поглощения света.
- Оттянутый кончик служит для защиты верхушки от поедания фитофагами.
- Оттянутый кончик помогает уменьшать транспирацию за счёт образования стоячего слоя воздуха.

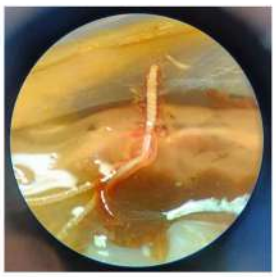
[11] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Macrauchenia2.jpg?utm_source=ru.wikipedia.org&utm_campaign=imageinfo&utm_content=thumbnail_unscaled

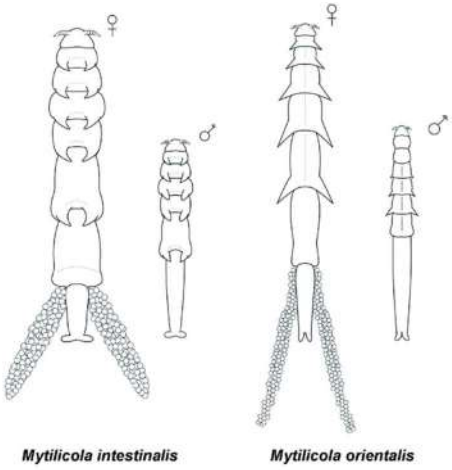
[12] https://secretgarden.ro/cdn/shop/products/Philodendronornatum.jpg?v=1657104327

Задание 1.15.

Ракообразные занимают разнообразные экологические ниши. Так представители рода веслоногих рачков *Mytilicola* паразитируют на двустворчатых моллюсках (на фотографии[13] ниже). Один из них, *Mytilicola orientalis*, исходно обитал в районе Японских островов, где поражал тихоокеанскую устрицу (*Crassostrea gigas*). Однако с 1990-х годов началась инвазия этого вида в воды Ваттового моря (приливно-отливная зона у побережья Нидерландов), где он начал заражать мидий (*Mytilus edulis*) и вытеснять присутствовавший здесь с начала XX века родственный вид, *Mytilicola intestinalis*. Причём исследования популяционной генетики *M. orientalis* показали, что до недавнего времени существовал или до сих пор существует приток новых особей из Тихого океана в Ваттовое море.

Также, по имеющимся на текущий момент данным, заражение моллюсков рачками *Mytilicola* в подавляющем большинстве случаев не приводит к гибели хозяина.





Предположите, каким образом *Mytilicola orientalis* попал в Ваттовое море из Тихого океана?

- Личиночные стадии *M. orientalis* были занесены на корпусах кораблей, следующих из Тихого океана в Европу.
- *M. orientalis* был завезен намеренно с целью сокращения популяции мидий.
- Яйца *M. orientalis* были занесены в воды Ваттового моря мигрирующими птицами.
- *M. orientalis* попал в воды Ваттового моря вместе с тихоокеанскими устрицами, которые завозились в Европу с целью разведения в устричных хозяйствах.

[13] https://drive.google.com/file/d/1ruXtq6fcfNOyK5Hl_yHjFfb0DWNltmg4/view?usp=drive_link

Задание 1.16.

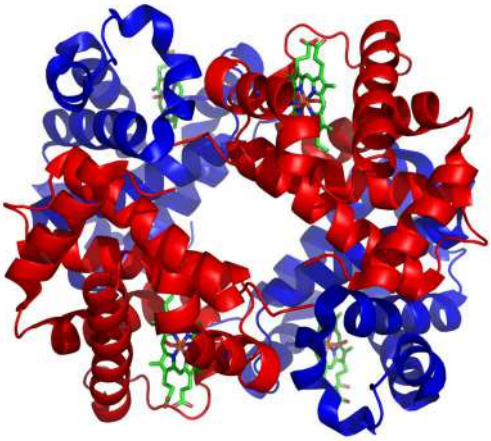
Симбиозом называют любое тесное сожительство двух видов, и выгода при этом не обязательно взаимная. Рыбка горчак и двустворчатый моллюск беззубка[14] находятся в симбиотических отношениях. Горчак откладывает икру внутрь моллюска: самка вводит длинный яйцеклад через выводной сифон беззубки, и икринки попадают в мантийную полость, где они развиваются под защитой раковины. Личинки беззубки – глохидии – могут прикрепляться к жабрам и коже рыб, некоторое время жить за счёт рыбы и так расселяться по водоёму. Выберите верное утверждение об этой паре видов.

- И в том, и в другом случае выгоду получает потомство одного вида, а издержки несёт взрослая особь другого.
- У беззубки должны выработаться приспособления, облегчающие горчаку откладку икры, а у горчака – приспособления, облегчающие прикрепление глохидиев.
- Чем больше икринок горчака в мантийной полости, тем быстрее должна расти беззубка.
- Численность видов должна колебаться в противофазе: чем больше горчаков, тем меньше беззубок.

[14] https://innvrn.ru/akva/rybki/karpovye/gorchak

Задание 1.17

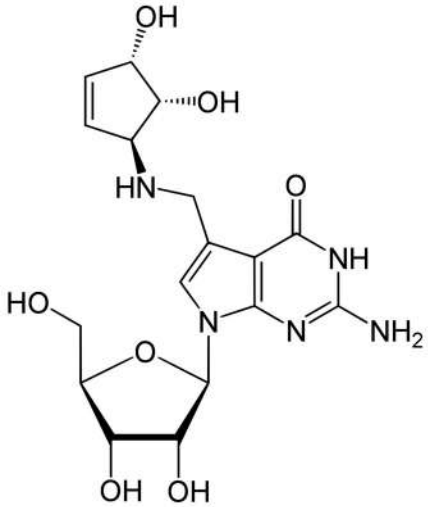
Гемоглобин известен как белок-переносчик кислорода, содержащийся в красных кровяных тельцах. Рассмотрите его структуру[15], приведённую ниже, и выберите верное утверждение.



- Гемоглобин – гидрофобный белок, находящийся в толще мембраны эритроцитов.
- В составе гемоглобина есть дополнительные молекулы, не имеющие белковой природы.
- У гемоглобина отсутствуют ярко выраженные элементы вторичной структуры.
- В состав гемоглобина входит только одна полипептидная цепь.

Задание 1.18.

Помимо пяти нуклеозидов с классическими азотистыми основаниями (A, T, U, G, C) в состав нуклеиновых кислот могут входить их разнообразные производные. Так, в клетках человека может быть обнаружен интересный нуклеозид – квеуозин (изображён на рисунке[16] ниже).



[15] https://ru.wikipedia.org/wiki/Гемоглобин#/media/Файл:1GZX_Haemoglobin.png
[16] https://drive.google.com/file/d/17wmyn1f05GgMtvrMNPkcc1psTEqvDEPG/view?usp=sharing

Внимательно рассмотрите структуру квеуозина и предположите, что верно в отношении данного нуклеозида.

- Квеуозин образуется из пиримидинового нуклеозида-предшественника.
- Квеуозин можно встретить в составе транспортных РНК.
- Квеуозин можно встретить в составе митохондриальной ДНК.
- Азотистое основание квеуозина не может образовывать водородные связи с классическими азотистыми основаниями (A, T, U, G, C).

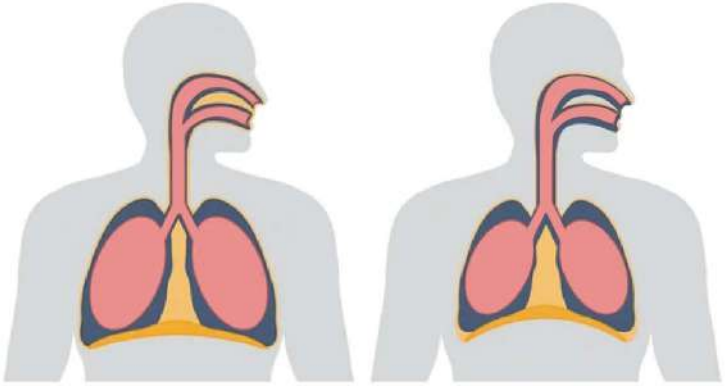
Задание 1.19.

Эндокринные железы выделяют в кровь биологически активные вещества – гормоны. С током крови гормоны разносятся по организму и достигают множества различных тканей, однако изменяют работу только определённых клеток. Чем можно объяснить избирательность действия гормонов?

- Клетки, на которые действует гормон, имеют специальные рецепторы.
- Все клетки организма реагируют на гормон, однако в разной степени, поэтому изменения могут быть незаметны.
- Кровь доставляет гормон только к определённым клеткам-мишеням, поэтому другие клетки не воспринимают сигнал.
- Избирательность объясняется тем, что молекула гормона действует только на клетки определённой формы и размера.

Задание 1.20.

На рисунках[17] А и Б схематично изображены грудная полость человека и диафрагма в двух разных фазах дыхательного цикла. Выберите верный вариант ответа.



А. Б.

- Рисунок А – вдох, диафрагма сокращена и опускается, объём грудной клетки увеличивается.
- Рисунок А – выдох, диафрагма расслаблена и опускается, объём грудной клетки увеличивается.
- Рисунок Б – вдох, диафрагма сокращена и опускается, объём грудной клетки уменьшается.
- Рисунок Б – выдох, диафрагма расслаблена и поднимается, объём грудной клетки увеличивается.

[17] https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1zLhkAdbGVdIBVXcItN7_x6HInpS5XFPW

Задание 1.21.
Какое эволюционное новшество **не** способствовало выходу растений на сушу и распространению по засушливым местообитаниям?

- использование воскоподобных веществ (кутина) на поверхности побегов
- развитие специальных водопроводящих клеток внутри побегов
- сохранение подвижных сперматозоидов, для перемещения которых необходима вода
- приобретение веществ, необходимых для одревеснения и опробковения тканей внутри побегов

Задание 1.22.
В экосистеме луга обитают травянистые растения, кузнечики, лягушки, ужи и хищные птицы, которые образуют пастбищную цепь питания. Общая сухая биомасса продуцентов на этом лугу составляет 20 000 кг. Используя правило экологической пирамиды в условной модели, где на следующий трофический уровень переходит 10 % энергии (и пропорциональной ей биомассы), определите, какая масса вещества (в кг) может перейти на уровень консументов III порядка?

- 2000
- 200
- 20
- 2
- 0,2

Часть 2

Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 1 до 5). Ваше решение относительно каждого (выбор, верен данный вариант ответа или нет) оценивается в 2 балла. За ошибочное решение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0. Максимальный балл – 10.

Задание 2.1.
Мембранный транспорт играет огромную роль в жизнедеятельности клеток. Даже в пределах одного организма в клетках разных тканей особенности мембранного транспорта могут сильно различаться и приводить к функциональной специализации клеток.
Исследователи изучили строение плазматической мембраны в эритроцитах мыши. В составе мембраны обнаружили натрий-калиевый насос, калиевый канал, глюкозный переносчик и аквапорины.
Отметьте верное(-ые) утверждение(-я) о мембранном транспорте и структуре мембраны в эритроцитах.

- Глюкоза транспортируется наружу эритроцита через глюкозный переносчик.
- Ионы натрия активно выкачиваются из цитозоля.

- Отчасти за счёт работы натрий-калиевого насоса заряд плазматической мембраны с цитозольной стороны отрицательный.
- Вода перемещается через аквапорины по градиенту заряда.
- Форма эритроцита поддерживается актиновыми филаментами.

Задание 2.2.

Большинство современных отрядов птиц относится к крупной группе *Neoaves*. Многие линии *Neoaves* разошлись за сравнительно короткий промежуток эволюционного времени, поэтому установление родственных связей между некоторыми отрядами долго оставалось сложной задачей.

Соколы и ястребы имеют ряд сходных признаков, связанных с хищным образом жизни. На рисунке[18] представлены три гипотезы об их родственных отношениях с некоторыми другими группами птиц.

При сравнении большого количества молекулярных последовательностей исследователи получили следующие результаты:

- соколы, попугаи и воробьинообразные образуют одну кладу, в которую не входят ястребы;

- среди этих трёх групп попугаи и воробьинообразные имеют более недавнего общего предка друг с другом, чем каждая из них с соколами.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Полученные молекулярные данные лучше всего соответствуют гипотезе 2.
- Согласно полученным данным, последний общий предок соколов и ястребов существовал позднее, чем последний общий предок соколов и попугаев.
- Сходные признаки соколов и ястребов, связанные с хищным образом жизни, могли возникнуть независимо в ходе эволюции.
- Если сходный признак присутствует у соколов и ястребов, но отсутствует у попугаев и воробьинообразных, из представленных данных нельзя однозначно заключить, присутствовал ли этот признак у общего предка всех четырёх групп.
- Если будет обнаружен новый вид, являющийся сестринской группой воробьинообразных, его включение в дерево обязательно изменит родственные отношения между четырьмя уже представленными группами.

[18] https://drive.google.com/file/d/1IYPacsGI3WfJjkEuWjf1tK5IgHRNxbAU/view?usp=sharing

Задание 2.3.

Ещё Чарльз Дарвин предполагал, что некоторые камнеломки[19] (*Saxifraga*) способны ловить мелких животных, однако его эксперименты не дали убедительных доказательств. Спустя почти 150 лет китайские исследователи изучили тибетский вид *Saxifraga candelabrum*. Они обнаружили, что растение привлекает мелких членистоногих летучими веществами, удерживает их железистыми волосками и выделяет ферменты, участвующие в переваривании добычи. После скармливания насекомых, содержащих изотоп ^{15}N, этот изотоп обнаруживался в тканях растения.

Особенно интересно, что ловчие волоски расположены преимущественно на соцветиях. При этом мелкие комары-звонцы часто прилипают к волоскам, а крупные мухи и пчёлы, являющиеся эффективными опылителями, преимущественно посещают цветки.

Какой(-ие) вывод(-ы) можно сделать на основании описанных данных?

- Плотоядность позволяет растению получать дополнительный азот, не отказываясь от фотосинтеза как основного способа получения органических веществ.
- Обнаружение ^{15}N в тканях растения после скармливания меченых насекомых свидетельствует о поступлении азота из добычи в растение.
- Наличие ловчих волосков на соцветиях не влияет на эффективность размножения растения, поскольку насекомые всегда избегают таких структур.
- Различие между насекомыми-добычей и эффективными опылителями может снижать конфликт между питанием и размножением.

[19] identification_of_carnivory_in_the_flowering_plant_saxifraga_1_703.jpg

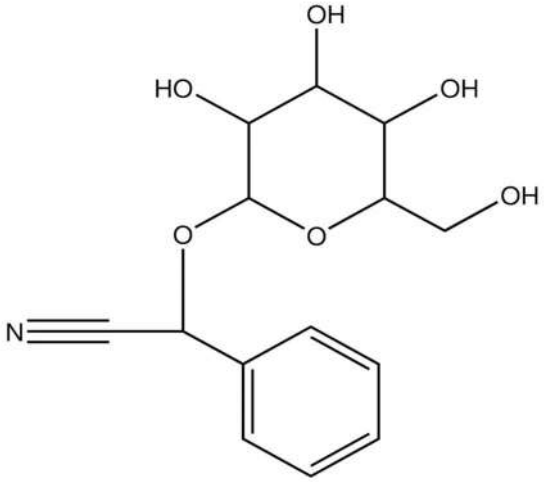
- Способность привлекать и переваривать насекомых доказывает, что плотоядность возникла у камнеломок раньше, чем у других цветковых растений.

Задание 2.4.

На рисунке[20] представлена структурная формула пруназина – органического соединения, содержащегося в листьях, коре и косточках черёмухи обыкновенной (*Padus avium*). Пруназин относится к группе цианогенных гликозидов.

Известно, что при повреждении тканей растения (например, при поедании листьев травоядными животными) происходит ферментативный гидролиз пруназина. Ключевым этапом последующих процессов является высвобождение синильной кислоты (HCN). Она нарушает мембранные процессы в митохондриях, связанные с переносом электронов и синтезом АТФ, что приводит к энергетическому голоданию клетки и гибели организма.

Выберите все верные утверждения, касающиеся экологической роли пруназина и механизма его действия.

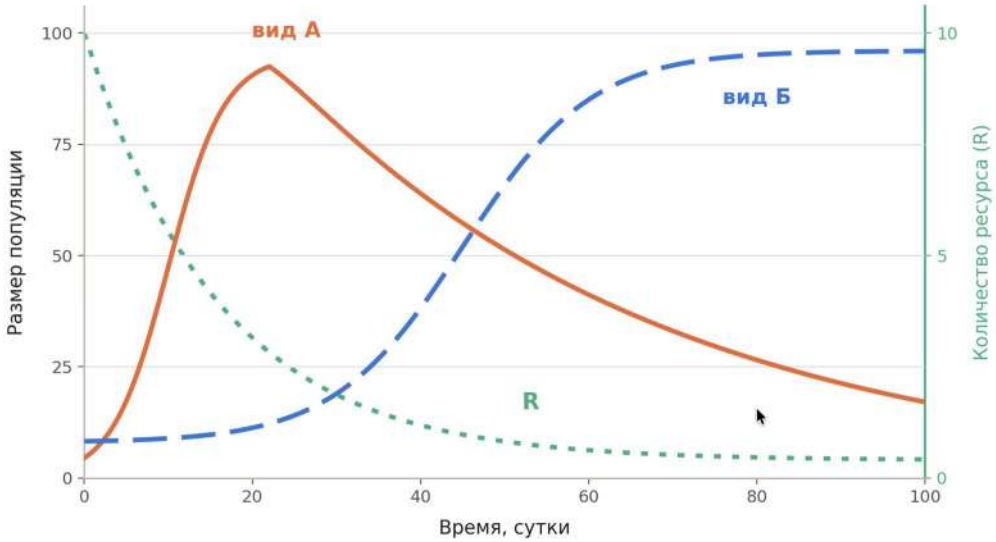


- Пруназин является вторичным метаболитом черёмухи и выполняет защитную функцию против фитофагов.
- Пруназин эффективен преимущественно против фитофагов, использующих аэробный тип дыхания, поскольку синильная кислота подавляет процессы в митохондриях.
- Синильная кислота, высвобождающаяся из пруназина, блокирует транспорт глюкозы через клеточные мембраны, что приводит к нарушению питания клеток.
- Пруназин – это алкалоид, который накапливается исключительно в корнях черёмухи и не встречается в других органах растения.
- Защитная функция пруназина основана на том, что он делает листья черёмухи несъедобными из-за горького вкуса, а отщепление синильной кислоты является побочным эффектом, не влияющим на выживаемость фитофагов.

[20] 0d395175-8597-434a-82fb-3f8c55fee124.webp

Задание 2.5.

На графике[21] показано изменение численности двух видов микроорганизмов, растущих совместно. Известно, что R является ограничивающим ресурсом для обоих видов, его количество также показано. Рассмотрите график и выберите верное(-ые) утверждение(-ия).



- Отношения видов А и Б можно описать как конкуренцию.
- Вид А более приспособлен к росту при малых количествах ресурса R.
- Особи вида Б физически подавляют вид А.
- К концу наблюдения ресурс перестаёт ограничивать рост обоих видов.
- По графику видно, что организм А формирует споры при неблагоприятных условиях.

Задание 2.6.

Хрящевые и костные рыбы различаются рядом особенностей строения и физиологии. Выберите верные утверждения, характеризующие различия между представителями этих групп.

- У большинства костных рыб жаберная крышка позволяет создавать направленный ток воды через жабры, тогда как у типичных хрящевых рыб отдельные жаберные щели открываются наружу самостоятельно.
- Плавательный пузырь большинства костных рыб участвует в регулировании плавучести; у хрящевых рыб его нет, и поддержанию плавучести у них способствуют другие приспособления.
- Гетероцеркальный хвостовой плавник характерен для всех хрящевых рыб и никогда не встречается среди костных рыб.
- Плакоидная чешуя хрящевых рыб и костная чешуя большинства костных рыб имеют одинаковое строение и различаются только размерами.
- Для хрящевых рыб характерно внутреннее оплодотворение, тогда как среди костных рыб широко распространено наружное оплодотворение.

[21] https://drive.google.com/file/d/1JmHKplLV9BiUbQxtvD2IvsEcJBxmwCxs/view?usp=sharing

Задание 2.7.

Ахиллово сухожилие соединяет трёхглавую мышцу голени с пяточной костью. Современные исследования показывают, что оно имеет неоднородное строение и включает три пучка волокон (субсухожилия), связанные соответственно с медиальной головкой икроножной мышцы, латеральной головкой икроножной мышцы и камбаловидной мышцей.

Исследователи предложили метод изучения расположения этих пучков у живого человека. Каждую из трёх мышц поочерёдно стимулировали электрическим импульсом, вызывая её сокращение, и одновременно с помощью УЗИ регистрировали движение разных участков ахиллова сухожилия на поперечном срезе.

На рисунке[22] показаны результаты такого эксперимента для одного человека: чем сильнее изменилось положение участка сухожилия после стимуляции определённой мышцы, тем интенсивнее его окраска на изображении.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Если при стимуляции разных мышц максимальное движение наблюдается в разных областях поперечного среза, это свидетельствует о неоднородном строении ахиллова сухожилия.
- Область максимального смещения при стимуляции медиальной головки икроножной мышцы можно использовать для оценки расположения связанного с ней пучка сухожилия.
- Если после стимуляции одной мышцы некоторое смещение наблюдается и за пределами соответствующего ей пучка, это обязательно опровергает существование отдельных пучков в составе сухожилия.
- Чтобы определить расположение отдельных пучков этим методом, предпочтительнее стимулировать все три мышцы одновременно, а не по отдельности.
- Если у двух людей области максимального смещения располагаются несколько по-разному, это может быть связано с индивидуальными особенностями внутреннего строения ахиллова сухожилия.

[22] https://drive.google.com/file/d/1ePqjIJpJkQD-KkraborGhQJoHyrDTacB/view?usp=sharing

Задание 2.8.

Левую руку в течение некоторого времени держали в воде температурой 10 °C, а правую – в воде температурой 40 °C, затем обе руки одновременно опустили в воду температурой 25 °C. Несмотря на одинаковую температуру воды, левой руке она казалась тёплой, а правой – прохладной. Какие из приведённых утверждений о температурной чувствительности человека являются верными?

- При равной температуре раздражителя температурное ощущение должно оставаться неизменным.
- Ощущение температуры зависит как от температуры раздражителя, так и от предшествующего температурного воздействия.
- После охлаждения чувствительность кожи к любым температурным воздействиям всегда повышается.
- При воздействии низких и высоких температур рецепторы становятся нечувствительными к раздражителю.
- При длительном воздействии постоянной температуры характер её ощущения может со временем изменяться.

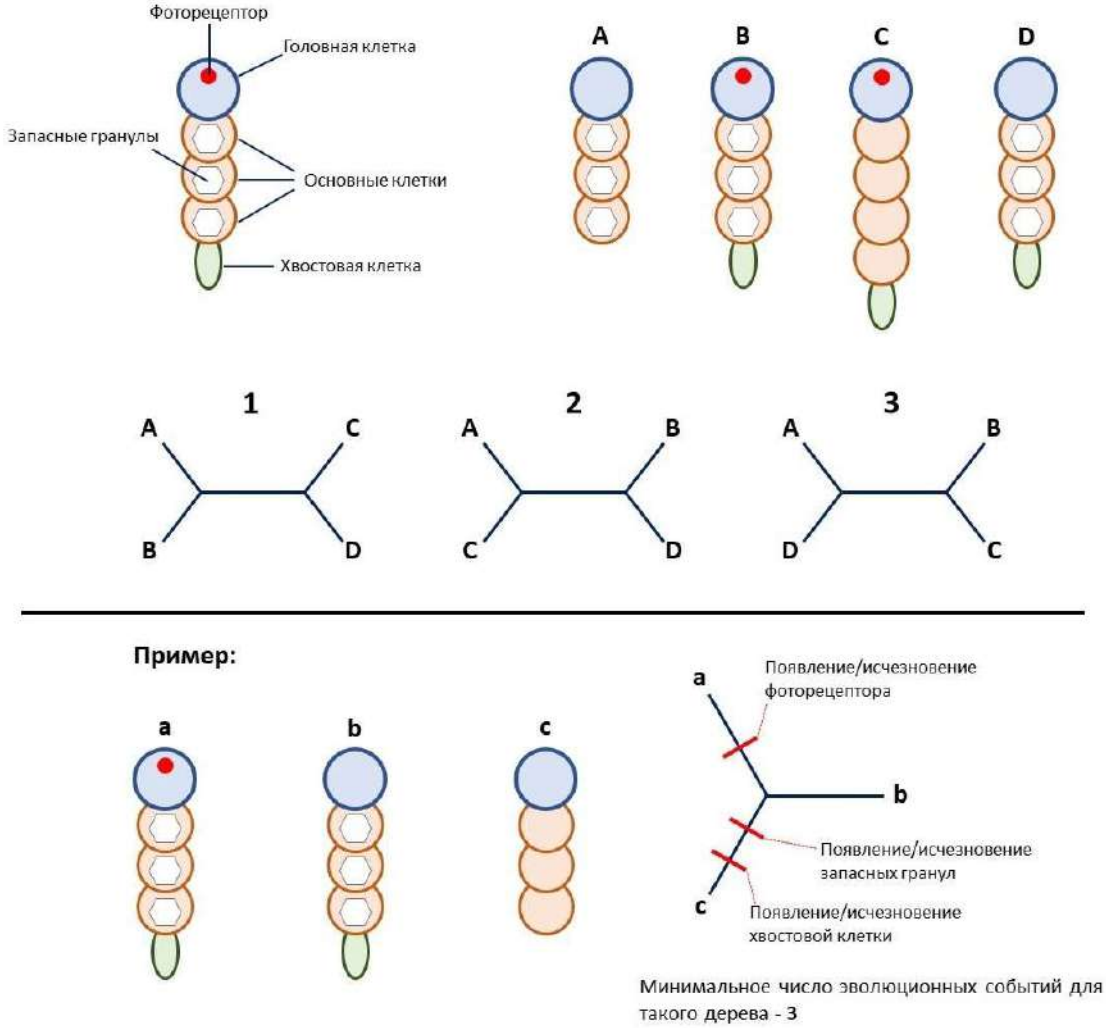
Задание 2.9.

В пересыхающих водоёмах планеты Эдмундс астробиологи обнаружили организмы, состоящие всего лишь из нескольких клеток. В собранных образцах были найдены 4 морфологически различных варианта (A–D на рисунке ниже) этих организмов, отличающихся по следующим признакам (см. рисунок): наличию фоторецептора в головной клетке, количеству основных клеток тела (3 или 4), наличию гранул запасного полисахарида, наличию хвостовой клетки.

В ожидании прибытия оборудования для молекулярно-генетического анализа учёные решили попытаться восстановить картину эволюционных отношений между обнаруженными «видами», основываясь на морфологических признаках. Для четырёх видов они построили три различных дерева (1–3 на рисунке ниже) без корня (так как учёные не знают, какова была морфология общего предка). Для выбора лучшего дерева астробиологи решили воспользоваться принципом максимальной парсимонии, согласно которому стоит выбрать то дерево, для которого число произошедших эволюционных событий минимально. Эволюционными событиями они считали изменения перечисленных выше морфологических признаков.

На рисунке[23] ниже приведён пример подсчёта минимального числа эволюционных событий для дерева из трёх видов (a-c).

[23] https://drive.google.com/file/d/1Sgf3J0T7k42KF7g8oiKfEqzD73IAOkVZ/view?usp=drive_link



Внимательно проанализируйте пример и построенные астробиологами деревья и выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Для дерева 1 минимальное число эволюционных событий равно 4.
- Для дерева 2 минимальное число эволюционных событий равно 5.
- Для дерева 3 минимальное число эволюционных событий равно 5.
- Учёным следует выбрать дерево 3.
- Учёным следует выбрать дерево 1.

Задание 2.10.

У исследуемого вида ароидных соцветие представляет собой початок[24], окружённый покрывалом. В нижней части початка располагаются женские цветки, выше – мужские; между ними находится зона стерильных цветков.

Цветение продолжается двое суток и проходит в две фазы. Первая – женская фаза. Рыльца женских цветков восприимчивы к пыльце, но пыльники мужских цветков ещё закрыты. В это время температура початка на 7–10 °C превышает температуру окружающего воздуха, а выделение летучих веществ резко усиливается. Запах привлекает жуков-опылителей. Попавшие внутрь покрывала насекомые некоторое время остаются в цветочной камере. Вторая – мужская фаза. Рыльца теряют восприимчивость, пыльники раскрываются и осыпают жуков пыльцой. Структуры, препятствующие выходу насекомых, увядают, и жуки покидают соцветие. Они могут перелететь на другое соцветие, находящееся в женской фазе.

Основываясь на этой информации, выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Зацветание женских и мужских цветков в разные сроки снижает вероятность самоопыления.
- Приведённое на изображении ароидное можно отнести к двудомным растениям
- В мужскую фазу цветения соцветию так же, как в женскую фазу, нужно источать привлекающий насекомых аромат
- Одномоментно в популяции должны присутствовать соцветия, находящиеся в разных фазах.
- Термогенез в мужскую фазу цветения не обязателен для успешного взаимодействия с опылителем.

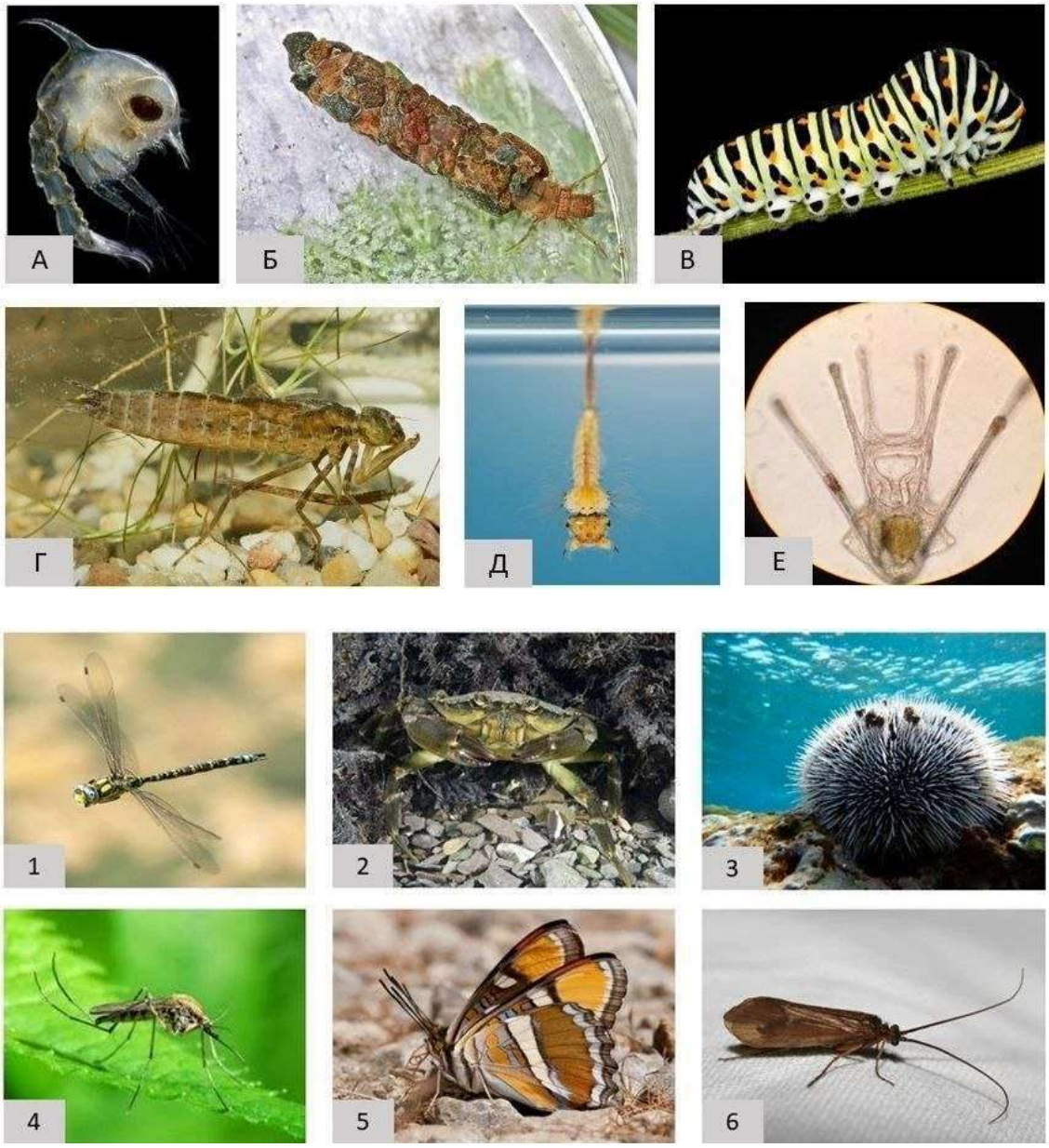
[24] https://www.asianflora.com/Araceae/Pseudodracontium-fallax-1.jpg

Часть 3

За каждое верное соотнесение начисляется 2 балла.

Задание 3.1.

На изображениях[25] под буквами А–Е представлены личиночные стадии различных беспозвоночных животных, а под цифрами 1–6 – взрослые особи. Установите соответствие между личиночной стадией и соответствующей ей взрослым животным.



Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е

[25] https://drive.google.com/file/d/1InNef3gL4iyS5LMnNTsWL7LfK561be1o/view?usp=sharing

Задание 3.2.

Интенсивность фотосинтеза у растений изменяется в течение дня и зависит не только от освещённости, но и от температуры воздуха и обеспеченности растения водой.

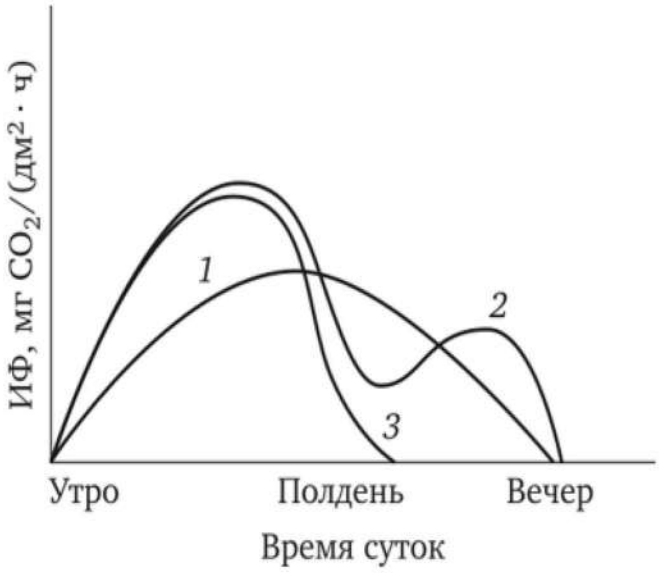
На графике[26] представлены суточные изменения интенсивности фотосинтеза у одного и того же растения при разных погодных условиях.

Сопоставьте кривые 1–3 с условиями, в которых находилось растение. К каждой кривой подберите соответствующее.

А. Тёплая, пасмурная (облачная) погода.

Б. Жаркая солнечная погода; воздух сухой и движется; почва содержит мало доступной растению воды.

В. Жаркая солнечная погода; воздух сухой и движется; почва содержит много доступной растению воды.

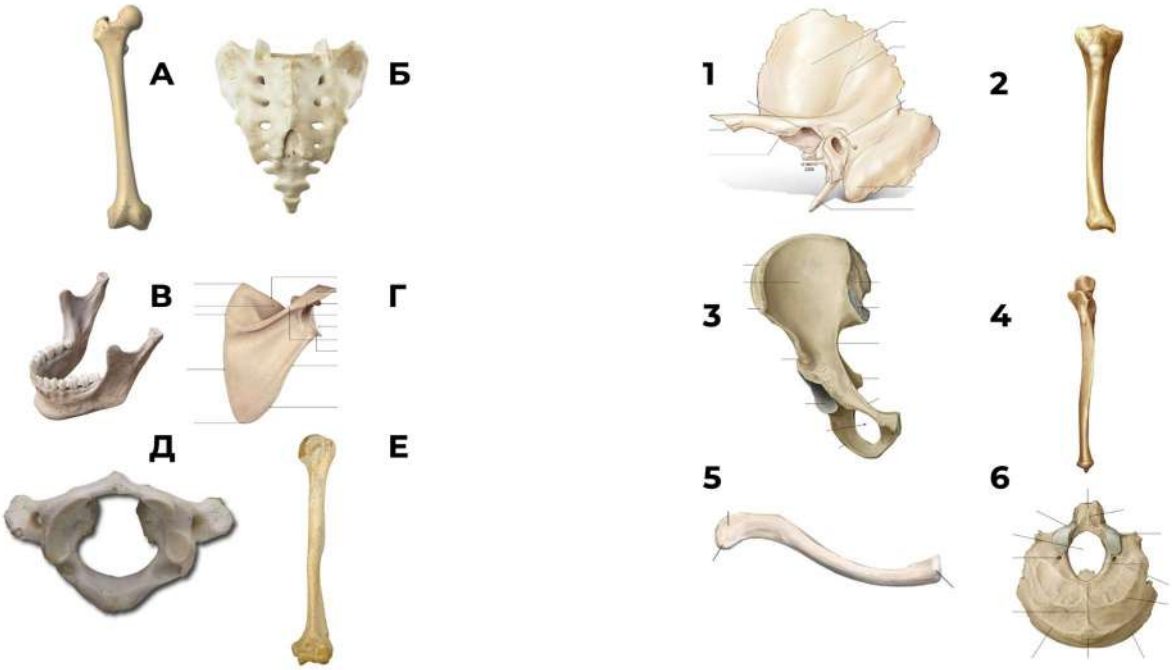


Ответ:	Условия	А	Б	В
	Кривая			

[26] https://studme.org/399301/agropromyshlennost/sovokupnoe_vliyanie_vneshnih_faktorov_intensivnost_fotosinteza

Задание 3.3.

На изображениях[27] под буквами А–Е и цифрами 1–6 представлены кости скелета человека. Установите соответствие между костями, которые непосредственно соединяются друг с другом.



Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е

[27] https://drive.google.com/file/d/1sDpvCQWYB6orHxSAgGuzsqY-bUQ8tK4s/view?usp=sharing

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. 2026–2027 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС
ЗАДАНИЯ, ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 240.

Часть 1

На каждый вопрос даны четыре варианта ответа. Выберите только <u>один</u> правильный. Максимальный балл за каждое задание - 5.

Задание 1.1.

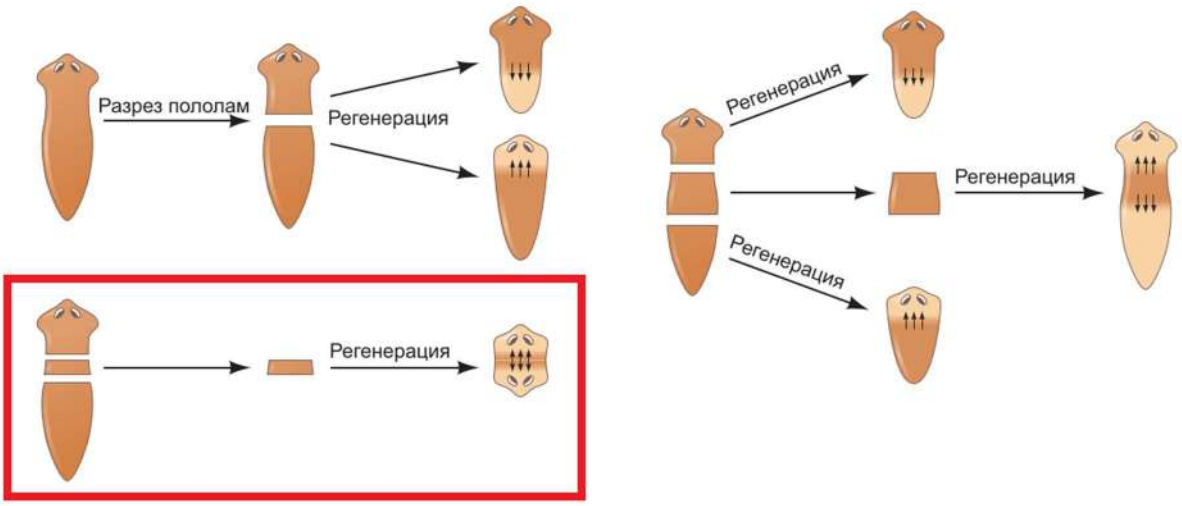
Лишайник – сложный организм, образованный грибом (микобионт) и водорослью или/и цианобактерией (фотобионт), существующими в мутуализме. Исследователи проанализировали состав лишайника *Stereocaulon alpinum* и обнаружили в его составе несколько организмов. Микобионт – это аскомицет, а фотобионтов оказалось два: зелёная водоросль *Asterochloris pseudoirregularis* и цианобактерия *Nostoc sp*. Фотография[1] лишайника приведена ниже. Отметьте верное утверждение о биологии этого лишайника.

- *Stereocaulon alpinum* – листоватый наземный лишайник.
- Аскомицет можно обнаружить в природе не только в составе лишайника, но и в свободном виде в почвенных сообществах.
- Фотобионт поставляет лишайнику хлорофилл и минеральные вещества.
- <u>Nostoc sp. способен к фиксации атмосферного азота.</u>

[1] https://yandex.ru/images/search?pos=3&text=stereocaulon+alpinum&img_url=https%3A%2F%2Fwww.plantarium.ru%2Fdat%2Fplants%2F6%2F633%2F486633_7144ef2f.jpg&rpt=simage&source=serp&lr=120373

Задание 1.2.

Планария[2] обладает впечатляющей способностью к регенерации. При разрезании её пополам или на три крупные части все фрагменты достраивают недостающие голову и/или хвост.



Однако если из тела планарии будет вырезана достаточно тонкая полоска, то регенерация пройдёт неверно, например, вместо хвоста и головы появятся две головы. Предположите, с чем может быть связано это явление?

- В слишком тонкой полоске содержится недостаточное количество стволовых клеток для корректной регенерации.
- Подобное повреждение запускает в вырезанном фрагменте программу архитомии, из-за чего фрагмент формирует две головы, а после разделяется на две нормальные планарии с головой и хвостом.
- <u>Вдоль всего тела планарии существует градиент белковых факторов-морфогенов, который в случае достаточно большого фрагмента отвечает за формирование головы и хвоста с нужной стороны, в малом же фрагменте градиент оказывается недостаточно выражен.</u>
- Регенерация планарии контролируется нервной системой, поэтому если в фрагмент не попадает ни одной комиссуры, регенерация проходит некорректно.

[2] https://drive.google.com/file/d/1LcAvh-NGlTyZBMwSv_3OYi2Kn-6_e1gV/view?usp=drive_link

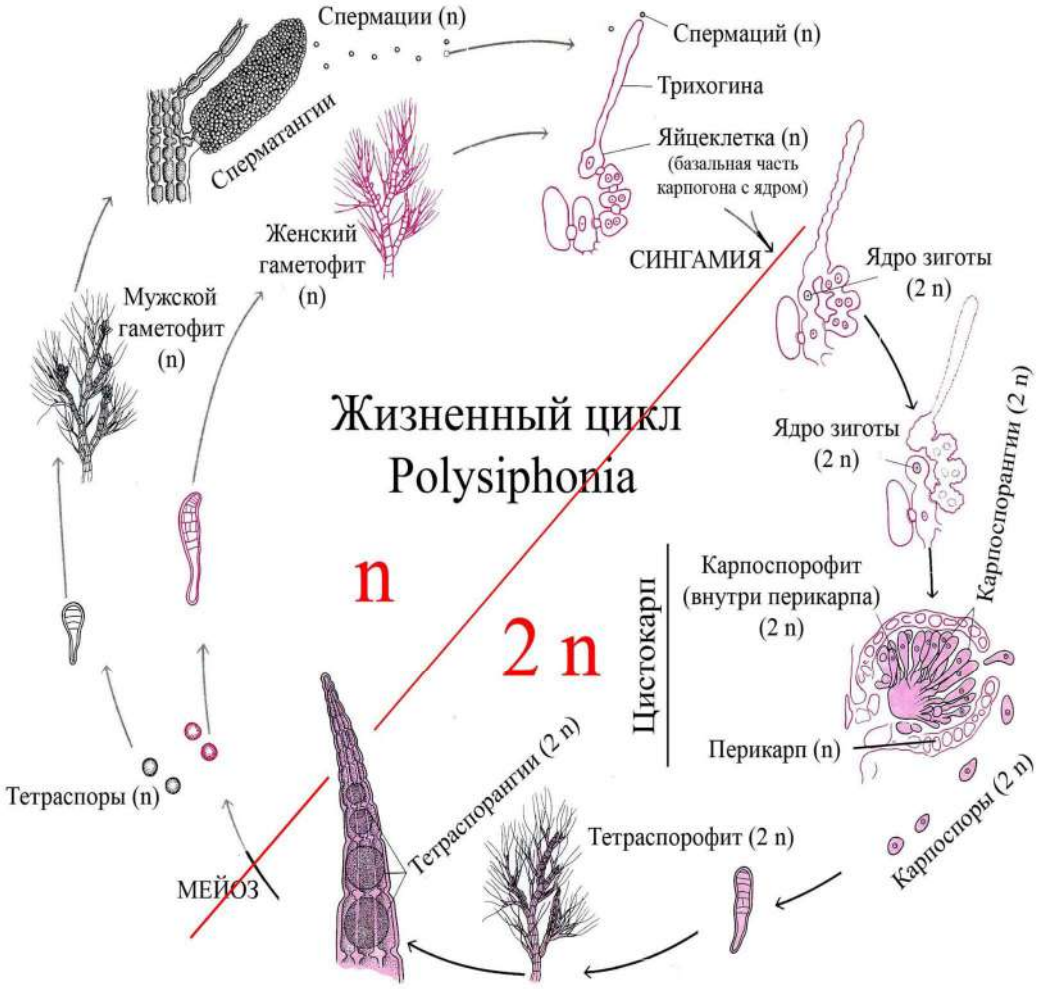
Задание 1.3.

Ученики на уроке биологии изучали под микроскопом ткани цветкового растения – томата. Они сравнивали набор хромосом в клетках различных его частей. В каких клетках томата содержится гаплоидный (одинарный) набор хромосом?

- в клетках кожицы спелого плода
- в клетках паренхимы ксилемы корня
- <u>в спермиях внутри пыльцевой трубки</u>
- в клетках зародыша семени

Задание 1.4.

У красных водорослей[3] на всех стадиях жизненного цикла отсутствуют жгутики. Поэтому мужские половые клетки не способны активно двигаться к женским, и вероятность успешного оплодотворения может быть невысокой. Какая особенность жизненного цикла позволяет увеличить число потомков в случае, если оплодотворение всё же произошло?



[3] https://studfile.net/html/c2/c252/c252f883e47f5ce8061ceea927b154ffeb12aed711737781caeddad48b37612b/img-L3ibR2.jpg

- После оплодотворения образуется одна крупная покоящаяся клетка с большим запасом питательных веществ, способная длительное время пережидать неблагоприятные условия.
- Мужские половые клетки образуются внутри плотных скоплений, которые целиком переносятся течением к женским особям.
- <u>После оплодотворения образовавшаяся клетка даёт начало дополнительной стадии, на которой формируется множество спор, способных к дальнейшему развитию.</u>
- После оплодотворения женская половая клетка непосредственно развивается в новый гаплоидный организм, минуя дополнительные стадии жизненного цикла.

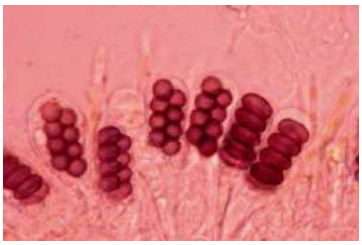
Задание 1.5.

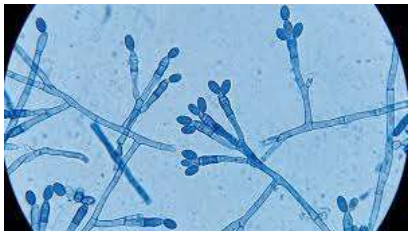
Подвижность эукариотических клеток часто обеспечивается за счёт наличия у них жгутиков. Какое из утверждений верно описывает эти структуры?

- В ходе движения жгутика его основание вращается вокруг своей оси.
- <u>Жгутик напрямую связан с цитоскелетом.</u>
- Эукариотический жгутик не покрыт мембраной.
- Все клетки перемещаются в пространстве жгутиком назад.

Задание 1.6.

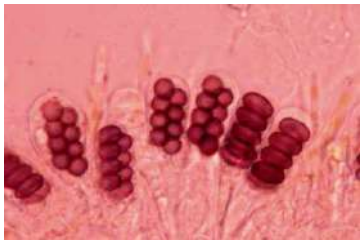
Выберите фотографию[4], на которой показаны споры полового размножения аскомицетов (*Ascomycota*) – сумчатых грибов.





[4] https://ars.els-cdn.com/content/image/3-s2.0-B9780125095518500246-f21-13-9780125095518.jpg
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSzeVXiyGj4bX2dJ2ZbFOK4Y6eG-fvBYAReeW-a1uMziJQ01MHtNOcHvzCX&s=10
https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSOtbSLwPNIMD_h9Yr7hHmW4sN9tix9bjQwSi1ACj4UwA&s
https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/486202804/medium.jpg

Ответ:



Задание 1.7.

Озеро[5], расположенное вблизи сельскохозяйственных угодий, в течение нескольких лет подвергалось эвтрофикации из-за смыва удобрений, богатых азотом и фосфором. В результате в водоёме наблюдалось массовое «цветение» воды, вызванное бурным размножением цианобактерий (синезелёных водорослей).

Выберите верное утверждение о последствиях данного процесса для экосистемы озера.

- Цианобактерии активно выделяют кислород в процессе фотосинтеза, поэтому концентрация растворённого кислорода в воде значительно повышается, что улучшает условия жизни для всех рыб.
- <u>После массового отмирания цианобактерий разложение органического вещества усиливает потребление кислорода, что может привести к гипоксии и замору животных.</u>
- Цианобактерии становятся основным кормом для двустворчатых моллюсков, которые фильтруют воду и очищают её от токсинов, поэтому экосистема способна к быстрому самоочищению.
- Избыток токсинов цианобактерий стимулирует рост высших водных растений (макрофитов), так как они поглощают эти вещества в качестве дополнительного источника азота, восстанавливая баланс в экосистеме.

[5] https://ecogrizzly.shop/wp-content/uploads/2020/09/water-blooms.jpg

Задание 1.8.

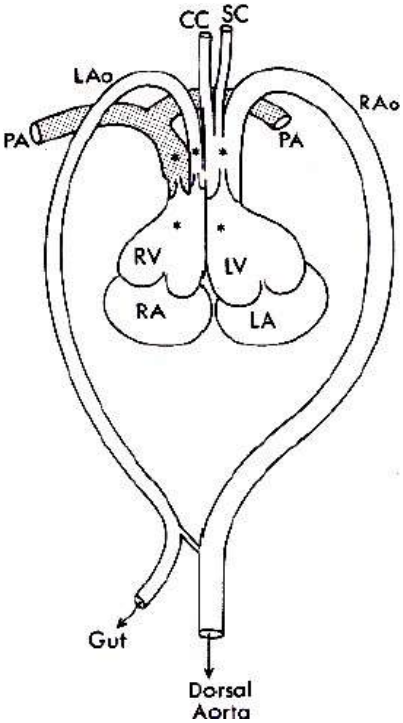
Линия Уоллеса[6] – биогеографическая граница, разделяющая области распространения животных преимущественно азиатского и австралийского происхождения. Например, соседние острова Бали и Ломбок разделены сравнительно небольшим расстоянием, однако состав их фауны заметно различается. Чем лучше всего объясняется существование столь выраженной биогеографической границы?

- На островах сформировались сходные условия среды, поэтому одинаковые предковые виды независимо превратились в разные виды по разные стороны границы.
- <u>Между островами проходит глубоководный пролив, который сохранялся даже при понижении уровня моря и препятствовал расселению многих наземных животных.</u>
- Частые извержения вулканов периодически полностью уничтожали фауну одного из островов, после чего он заселялся видами из Австралии.
- Различия объясняются главным образом современными морскими течениями, которые переносят животных в противоположных направлениях по разные стороны границы.

[6] images

Задание 1.9.

Сердце крокодилов[7], в отличие от других рептилий, имеет четыре камеры, как у птиц и млекопитающих. Вообще крокодилы – удивительные животные, они ведут полуводный образ жизни и могут находиться под водой до 2 часов. Для сравнения: утки (водоплавающие птицы) могут нырять не дольше нескольких минут. Это происходит благодаря особому приспособлению сердечно-сосудистой системы крокодилов.



Какое изменение кровообращения характерно для крокодилов при длительном погружении?

- Крокодилы имеют больший объём лёгких и крупные лёгочные артерии.
- Крокодилы могут дышать через кожу под водой, у них в эпителии разветвлённая система кровеносных сосудов.
- <u>Крокодилы замедляют сердцебиение и могут перераспределять кровоток, направляя кровь в обход лёгких.</u>
- Крокодилы не нуждаются в кислороде во время ныряния (надолго задерживают дыхание).

[7] https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT274A_egB-g-YktR90JHIlLZG2AeFsJ-V7Sol4LT8KrX8ihxt3qAFmBazx&s=10

Задание 1.10.

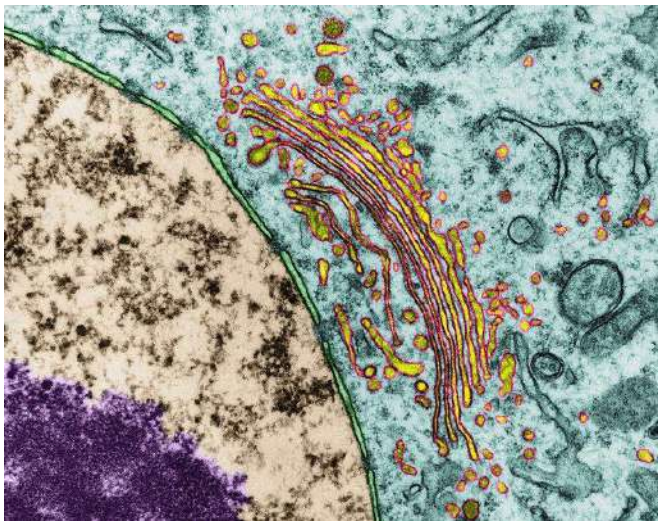
Выберите животное[8] с четырёхкамерным желудком.

Ответ:

[8] https://naked-science.ru/wp-content/uploads/2025/08/Northern-giraffe-Giraffa-camelopardalis_Uganda-Kidepo-Valley-National-Park_Copyright-Michael-Brown-1.jpg
https://ethnomir.ru/upload/medialibrary/d25/shark1.jpg
https://animalreader.ru/wp-content/uploads/2014/02/kaban_1.jpg
https://img-fotki.yandex.ru/get/6522/137106206.1a3/0_9a224_114e57d2_orig.jpg

Задание 1.11.

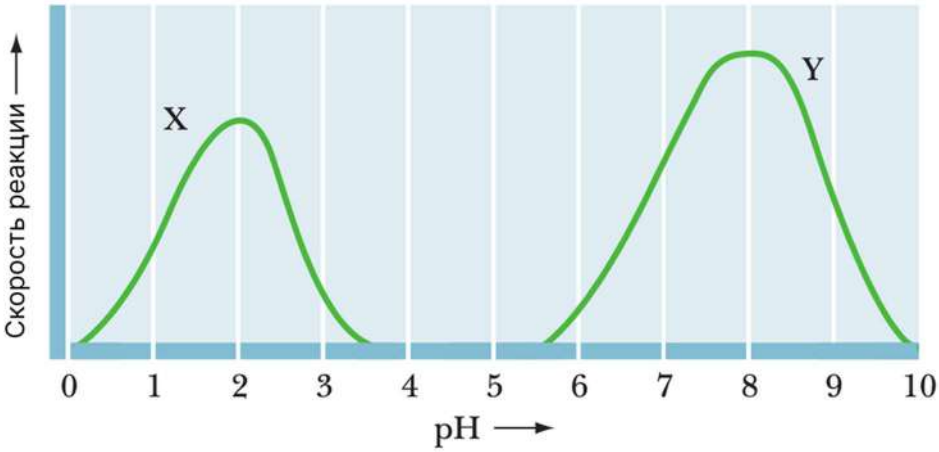
Какая клеточная структура **отсутствует** на показанном участке клетки[9]?



- клеточная стенка
- ядрышко
- комплекс Гольджи
- ядерная пора

Задание 1.12.

На графике[10] показана зависимость скорости работы двух пищеварительных ферментов X и Y от pH (кислотности среды). Рассмотрите его и выберите верное утверждение.

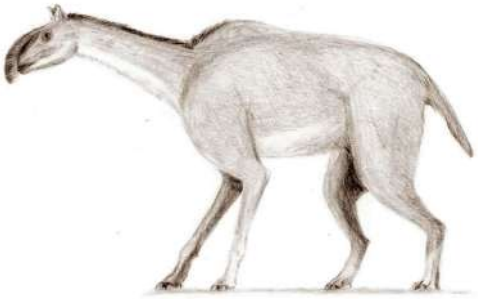


- У ферментов X и Y разные диапазоны температур, при которых они работают лучше всего.
- Скорее всего, X работает в желудке, а Y в тонкой кишке.
- Из двух ферментов человеческим вероятнее является Y.
- В кислой среде Y работает лучше, чем X.

[9] https://fineartamerica.com/featured/1-golgi-apparatus-and-nucleus-dennis-kunkel-microscopyscience-photo-library.html
[10] Ферменты

Задание 1.13.

Южноамериканские копытные[11] – группа млекопитающих, обитавших на территории современной Южной Америки вплоть до плейстоцена. Они занимали экологические ниши, аналогичные нишам современных лошадей, верблюдов и носорогов. Они не были близкими родственниками современных групп, которых внешне напоминали, а все схожие черты приобрели в результате:



- конвергентной эволюции
- дизруптивного отбора
- стабилизирующего отбора
- полового отбора

Задание 1.14.

Многие тропические растения из влажных лесов обладают листовой пластинкой с оттянутым кончиком. В качестве примера можно привести филодендрон украшенный[12], родиной которого являются влажные тропики Южной Америки. Для какой цели с наибольшей вероятностью служит такая форма кончика?

- Оттянутый кончик направляет воду к узкому кончику и облегчает её отрыв.
- Оттянутый кончик служит для увеличения площади поглощения света.
- Оттянутый кончик служит для защиты верхушки от поедания фитофагами.
- Оттянутый кончик помогает уменьшать транспирацию за счёт образования стоячего слоя воздуха.

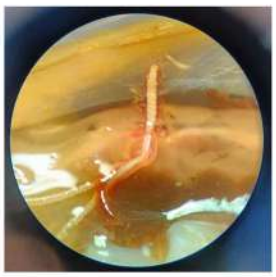
[11] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Macrauchenia2.jpg?utm_source=ru.wikipedia.org&utm_campaign=imageinfo&utm_content=thumbnail_unscaled

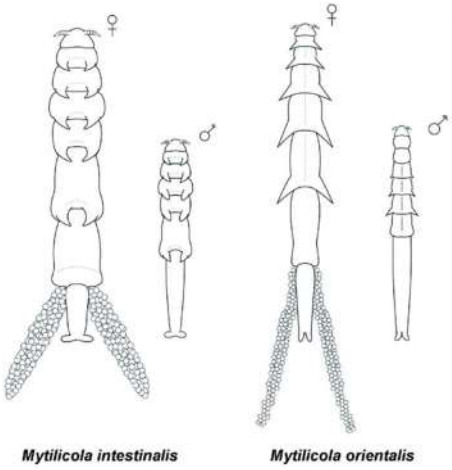
[12] https://secretgarden.ro/cdn/shop/products/Philodendronornatum.jpg?v=1657104327

Задание 1.15.

Ракообразные занимают разнообразные экологические ниши. Так представители рода веслоногих рачков *Mytilicola* паразитируют на двустворчатых моллюсках (на фотографии[13] ниже). Один из них, *Mytilicola orientalis*, исходно обитал в районе Японских островов, где поражал тихоокеанскую устрицу (*Crassostrea gigas*). Однако с 1990-х годов началась инвазия этого вида в воды Ваттового моря (приливно-отливная зона у побережья Нидерландов), где он начал заражать мидий (*Mytilus edulis*) и вытеснять присутствовавший здесь с начала XX века родственный вид, *Mytilicola intestinalis*. Причём исследования популяционной генетики *M. orientalis* показали, что до недавнего времени существовал или до сих пор существует приток новых особей из Тихого океана в Ваттовое море.

Также, по имеющимся на текущий момент данным, заражение моллюсков рачками *Mytilicola* в подавляющем большинстве случаев не приводит к гибели хозяина.





Предположите, каким образом *Mytilicola orientalis* попал в Ваттовое море из Тихого океана?

- Личиночные стадии *M. orientalis* были занесены на корпусах кораблей, следующих из Тихого океана в Европу.
- *M. orientalis* был завезен намеренно с целью сокращения популяции мидий.
- Яйца *M. orientalis* были занесены в воды Ваттового моря мигрирующими птицами.
- <u>*M. orientalis* попал в воды Ваттового моря вместе с тихоокеанскими устрицами, которые завозились в Европу с целью разведения в устричных хозяйствах.</u>

[13] https://drive.google.com/file/d/1ruXtq6fcfNOyK5Hl_yHjFfb0DWNltmg4/view?usp=drive_link

Задание 1.16.

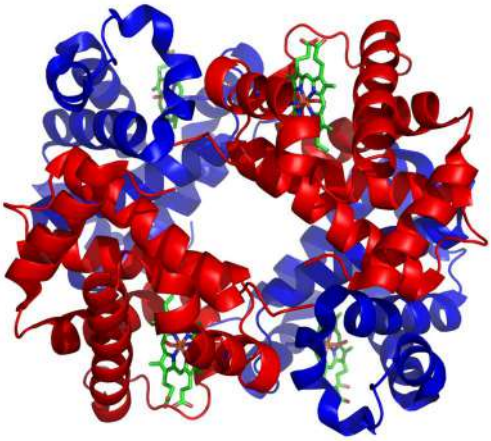
Симбиозом называют любое тесное сожительство двух видов, и выгода при этом не обязательно взаимная. Рыбка горчак и двустворчатый моллюск беззубка[14] находятся в симбиотических отношениях. Горчак откладывает икру внутрь моллюска: самка вводит длинный яйцеклад через выводной сифон беззубки, и икринки попадают в мантийную полость, где они развиваются под защитой раковины. Личинки беззубки – глохидии – могут прикрепляться к жабрам и коже рыб, некоторое время жить за счёт рыбы и так расселяться по водоёму. Выберите верное утверждение об этой паре видов.

- И в том, и в другом случае выгоду получает потомство одного вида, а издержки несёт взрослая особь другого.
- У беззубки должны выработаться приспособления, облегчающие горчаку откладку икры, а у горчака – приспособления, облегчающие прикрепление глохидиев.
- Чем больше икринок горчака в мантийной полости, тем быстрее должна расти беззубка.
- Численность видов должна колебаться в противофазе: чем больше горчаков, тем меньше беззубок.

[14] https://innvrn.ru/akva/rybki/karpovye/gorchak

Задание 1.17

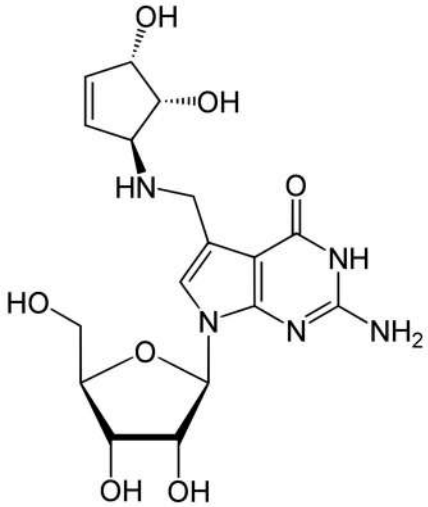
Гемоглобин известен как белок-переносчик кислорода, содержащийся в красных кровяных тельцах. Рассмотрите его структуру[15], приведённую ниже, и выберите верное утверждение.



- Гемоглобин – гидрофобный белок, находящийся в толще мембраны эритроцитов.
- <u>В составе гемоглобина есть дополнительные молекулы, не имеющие белковой природы.</u>
- У гемоглобина отсутствуют ярко выраженные элементы вторичной структуры.
- В состав гемоглобина входит только одна полипептидная цепь.

Задание 1.18.

Помимо пяти нуклеозидов с классическими азотистыми основаниями (A, T, U, G, C) в состав нуклеиновых кислот могут входить их разнообразные производные. Так, в клетках человека может быть обнаружен интересный нуклеозид – квеуозин (изображён на рисунке[16] ниже).



[15] https://ru.wikipedia.org/wiki/Гемоглобин#/media/Файл:1GZX_Haemoglobin.png
[16] https://drive.google.com/file/d/17wmyn1f05GgMtvrMNPkcc1psTEqvDEPG/view?usp=sharing

Внимательно рассмотрите структуру квеуозина и предположите, что верно в отношении данного нуклеозида.

- Квеуозин образуется из пиримидинового нуклеозида-предшественника.
- Квеуозин можно встретить в составе транспортных РНК.
- Квеуозин можно встретить в составе митохондриальной ДНК.
- Азотистое основание квеуозина не может образовывать водородные связи с классическими азотистыми основаниями (A, T, U, G, C).

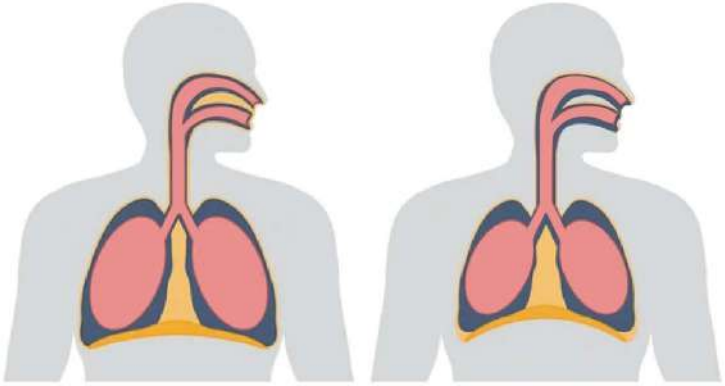
Задание 1.19.

Эндокринные железы выделяют в кровь биологически активные вещества – гормоны. С током крови гормоны разносятся по организму и достигают множества различных тканей, однако изменяют работу только определённых клеток. Чем можно объяснить избирательность действия гормонов?

- Клетки, на которые действует гормон, имеют специальные рецепторы.
- Все клетки организма реагируют на гормон, однако в разной степени, поэтому изменения могут быть незаметны.
- Кровь доставляет гормон только к определённым клеткам-мишеням, поэтому другие клетки не воспринимают сигнал.
- Избирательность объясняется тем, что молекула гормона действует только на клетки определённой формы и размера.

Задание 1.20.

На рисунках[17] А и Б схематично изображены грудная полость человека и диафрагма в двух разных фазах дыхательного цикла. Выберите верный вариант ответа.



А. Б.

- Рисунок А – вдох, диафрагма сокращена и опускается, объём грудной клетки увеличивается.
- Рисунок А – выдох, диафрагма расслаблена и опускается, объём грудной клетки увеличивается.
- Рисунок Б – вдох, диафрагма сокращена и опускается, объём грудной клетки уменьшается.
- Рисунок Б – выдох, диафрагма расслаблена и поднимается, объём грудной клетки увеличивается.

[17] https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1zLhkAdbGVdIBVXcItN7_x6HInpS5XFPW

Задание 1.21.

Какое эволюционное новшество **не** способствовало выходу растений на сушу и распространению по засушливым местообитаниям?

- использование воскоподобных веществ (кутина) на поверхности побегов
- развитие специальных водопроводящих клеток внутри побегов
- сохранение подвижных сперматозоидов, для перемещения которых необходима вода
- приобретение веществ, необходимых для одревеснения и опробковения тканей внутри побегов

Задание 1.22.

В экосистеме луга обитают травянистые растения, кузнечики, лягушки, ужи и хищные птицы, которые образуют пастбищную цепь питания. Общая сухая биомасса продуцентов на этом лугу составляет 20 000 кг. Используя правило экологической пирамиды в условной модели, где на следующий трофический уровень переходит 10 % энергии (и пропорциональной ей биомассы), определите, какая масса вещества (в кг) может перейти на уровень консументов III порядка?

- 2000
- 200
- 20
- 2
- 0,2

Часть 2

Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 1 до 5). Ваше решение относительно каждого (выбор, верен данный вариант ответа или нет) оценивается в 2 балла. За ошибочное решение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0. Максимальный балл – 10.

Задание 2.1.

Мембранный транспорт играет огромную роль в жизнедеятельности клеток. Даже в пределах одного организма в клетках разных тканей особенности мембранного транспорта могут сильно различаться и приводить к функциональной специализации клеток.

Исследователи изучили строение плазматической мембраны в эритроцитах мыши. В составе мембраны обнаружили натрий-калиевый насос, калиевый канал, глюкозный переносчик и аквапорины.

Отметьте верное(-ые) утверждение(-я) о мембранном транспорте и структуре мембраны в эритроцитах.

- Глюкоза транспортируется наружу эритроцита через глюкозный переносчик.
- Ионы натрия активно выкачиваются из цитозоля.

- Отчасти за счёт работы натрий-калиевого насоса заряд плазматической мембраны с цитозольной стороны отрицательный.
- Вода перемещается через аквапорины по градиенту заряда.
- Форма эритроцита поддерживается актиновыми филаментами.

Задание 2.2.

Большинство современных отрядов птиц относится к крупной группе *Neoaves*. Многие линии *Neoaves* разошлись за сравнительно короткий промежуток эволюционного времени, поэтому установление родственных связей между некоторыми отрядами долго оставалось сложной задачей.

Соколы и ястребы имеют ряд сходных признаков, связанных с хищным образом жизни. На рисунке[18] представлены три гипотезы об их родственных отношениях с некоторыми другими группами птиц.

При сравнении большого количества молекулярных последовательностей исследователи получили следующие результаты:

- соколы, попугаи и воробьинообразные образуют одну кладу, в которую не входят ястребы;

- среди этих трёх групп попугаи и воробьинообразные имеют более недавнего общего предка друг с другом, чем каждая из них с соколами.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Полученные молекулярные данные лучше всего соответствуют гипотезе 2.
- Согласно полученным данным, последний общий предок соколов и ястребов существовал позднее, чем последний общий предок соколов и попугаев.
- Сходные признаки соколов и ястребов, связанные с хищным образом жизни, могли возникнуть независимо в ходе эволюции.
- Если сходный признак присутствует у соколов и ястребов, но отсутствует у попугаев и воробьинообразных, из представленных данных нельзя однозначно заключить, присутствовал ли этот признак у общего предка всех четырёх групп.
- Если будет обнаружен новый вид, являющийся сестринской группой воробьинообразных, его включение в дерево обязательно изменит родственные отношения между четырьмя уже представленными группами.

[18] https://drive.google.com/file/d/1IYPacsGI3WfJjkEuWjf1tK5IgHRNxbAU/view?usp=sharing

Задание 2.3.

Ещё Чарльз Дарвин предполагал, что некоторые камнеломки[19] (*Saxifraga*) способны ловить мелких животных, однако его эксперименты не дали убедительных доказательств. Спустя почти 150 лет китайские исследователи изучили тибетский вид *Saxifraga candelabrum*. Они обнаружили, что растение привлекает мелких членистоногих летучими веществами, удерживает их железистыми волосками и выделяет ферменты, участвующие в переваривании добычи. После скармливания насекомых, содержащих изотоп ^{15}N, этот изотоп обнаруживался в тканях растения.

Особенно интересно, что ловчие волоски расположены преимущественно на соцветиях. При этом мелкие комары-звонцы часто прилипают к волоскам, а крупные мухи и пчёлы, являющиеся эффективными опылителями, преимущественно посещают цветки.

Какой(-ие) вывод(-ы) можно сделать на основании описанных данных?

- Плотоядность позволяет растению получать дополнительный азот, не отказываясь от фотосинтеза как основного способа получения органических веществ.
- Обнаружение ^{15}N в тканях растения после скармливания меченых насекомых свидетельствует о поступлении азота из добычи в растение.
- Наличие ловчих волосков на соцветиях не влияет на эффективность размножения растения, поскольку насекомые всегда избегают таких структур.
- Различие между насекомыми-добычей и эффективными опылителями может снижать конфликт между питанием и размножением.

[19] identification_of_carnivory_in_the_flowering_plant_saxifraga_1_703.jpg

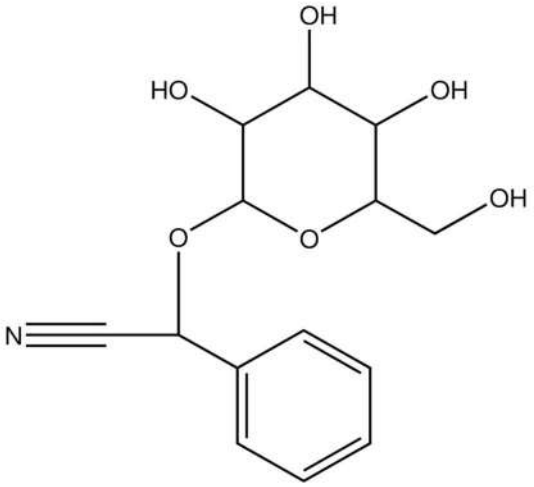
- Способность привлекать и переваривать насекомых доказывает, что плотоядность возникла у камнеломок раньше, чем у других цветковых растений.

Задание 2.4.

На рисунке[20] представлена структурная формула пруназина – органического соединения, содержащегося в листьях, коре и косточках черёмухи обыкновенной (*Padus avium*). Пруназин относится к группе цианогенных гликозидов.

Известно, что при повреждении тканей растения (например, при поедании листьев травоядными животными) происходит ферментативный гидролиз пруназина. Ключевым этапом последующих процессов является высвобождение синильной кислоты (HCN). Она нарушает мембранные процессы в митохондриях, связанные с переносом электронов и синтезом АТФ, что приводит к энергетическому голоданию клетки и гибели организма.

Выберите все верные утверждения, касающиеся экологической роли пруназина и механизма его действия.

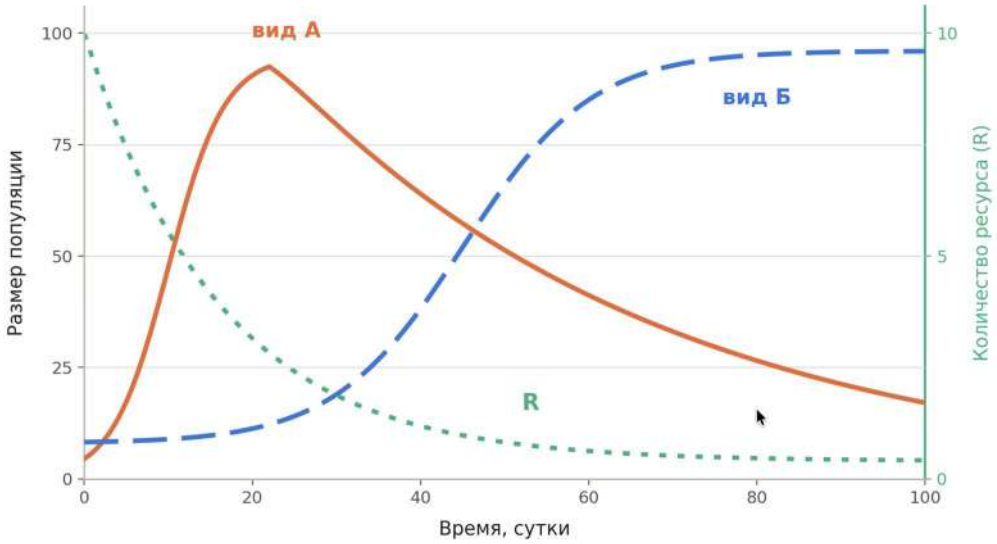


- <u>Пруназин является вторичным метаболитом черёмухи и выполняет защитную функцию против фитофагов.</u>
- <u>Пруназин эффективен преимущественно против фитофагов, использующих аэробный тип дыхания, поскольку синильная кислота подавляет процессы в митохондриях.</u>
- Синильная кислота, высвобождающаяся из пруназина, блокирует транспорт глюкозы через клеточные мембраны, что приводит к нарушению питания клеток.
- Пруназин – это алкалоид, который накапливается исключительно в корнях черёмухи и не встречается в других органах растения.
- Защитная функция пруназина основана на том, что он делает листья черёмухи несъедобными из-за горького вкуса, а отщепление синильной кислоты является побочным эффектом, не влияющим на выживаемость фитофагов.

[20] 0d395175-8597-434a-82fb-3f8c55fee124.webp

Задание 2.5.

На графике[21] показано изменение численности двух видов микроорганизмов, растущих совместно. Известно, что R является ограничивающим ресурсом для обоих видов, его количество также показано. Рассмотрите график и выберите верное(-ые) утверждение(-ия).



- Отношения видов А и Б можно описать как конкуренцию.
- Вид А более приспособлен к росту при малых количествах ресурса R.
- Особи вида Б физически подавляют вид А.
- К концу наблюдения ресурс перестаёт ограничивать рост обоих видов.
- По графику видно, что организм А формирует споры при неблагоприятных условиях.

Задание 2.6.

Хрящевые и костные рыбы различаются рядом особенностей строения и физиологии. Выберите верные утверждения, характеризующие различия между представителями этих групп.

- У большинства костных рыб жаберная крышка позволяет создавать направленный ток воды через жабры, тогда как у типичных хрящевых рыб отдельные жаберные щели открываются наружу самостоятельно.
- Плавательный пузырь большинства костных рыб участвует в регулировании плавучести; у хрящевых рыб его нет, и поддержанию плавучести у них способствуют другие приспособления.
- Гетероцеркальный хвостовой плавник характерен для всех хрящевых рыб и никогда не встречается среди костных рыб.
- Плакоидная чешуя хрящевых рыб и костная чешуя большинства костных рыб имеют одинаковое строение и различаются только размерами.
- Для хрящевых рыб характерно внутреннее оплодотворение, тогда как среди костных рыб широко распространено наружное оплодотворение.

[21] https://drive.google.com/file/d/1JmHKplLV9BiUbQxtvD2IvsEcJBxmwCxs/view?usp=sharing

Задание 2.7.

Ахиллово сухожилие соединяет трёхглавую мышцу голени с пяточной костью. Современные исследования показывают, что оно имеет неоднородное строение и включает три пучка волокон (субсухожилия), связанные соответственно с медиальной головкой икроножной мышцы, латеральной головкой икроножной мышцы и камбаловидной мышцей.

Исследователи предложили метод изучения расположения этих пучков у живого человека. Каждую из трёх мышц поочерёдно стимулировали электрическим импульсом, вызывая её сокращение, и одновременно с помощью УЗИ регистрировали движение разных участков ахиллова сухожилия на поперечном срезе.

На рисунке[22] показаны результаты такого эксперимента для одного человека: чем сильнее изменилось положение участка сухожилия после стимуляции определённой мышцы, тем интенсивнее его окраска на изображении.

Выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- <u>Если при стимуляции разных мышц максимальное движение наблюдается в разных областях поперечного среза, это свидетельствует о неоднородном строении ахиллова сухожилия.</u>
- <u>Область максимального смещения при стимуляции медиальной головки икроножной мышцы можно использовать для оценки расположения связанного с ней пучка сухожилия.</u>
- Если после стимуляции одной мышцы некоторое смещение наблюдается и за пределами соответствующего ей пучка, это обязательно опровергает существование отдельных пучков в составе сухожилия.
- Чтобы определить расположение отдельных пучков этим методом, предпочтительнее стимулировать все три мышцы одновременно, а не по отдельности.
- <u>Если у двух людей области максимального смещения располагаются несколько по-разному, это может быть связано с индивидуальными особенностями внутреннего строения ахиллова сухожилия.</u>

[22] https://drive.google.com/file/d/1ePqjIJpJkQD-KkraborGhQJoHyrDTacB/view?usp=sharing

Задание 2.8.

Левую руку в течение некоторого времени держали в воде температурой 10 °C, а правую – в воде температурой 40 °C, затем обе руки одновременно опустили в воду температурой 25 °C. Несмотря на одинаковую температуру воды, левой руке она казалась тёплой, а правой – прохладной. Какие из приведённых утверждений о температурной чувствительности человека являются верными?

- При равной температуре раздражителя температурное ощущение должно оставаться неизменным.
- Ощущение температуры зависит как от температуры раздражителя, так и от предшествующего температурного воздействия.
- После охлаждения чувствительность кожи к любым температурным воздействиям всегда повышается.
- При воздействии низких и высоких температур рецепторы становятся нечувствительными к раздражителю.
- При длительном воздействии постоянной температуры характер её ощущения может со временем изменяться.

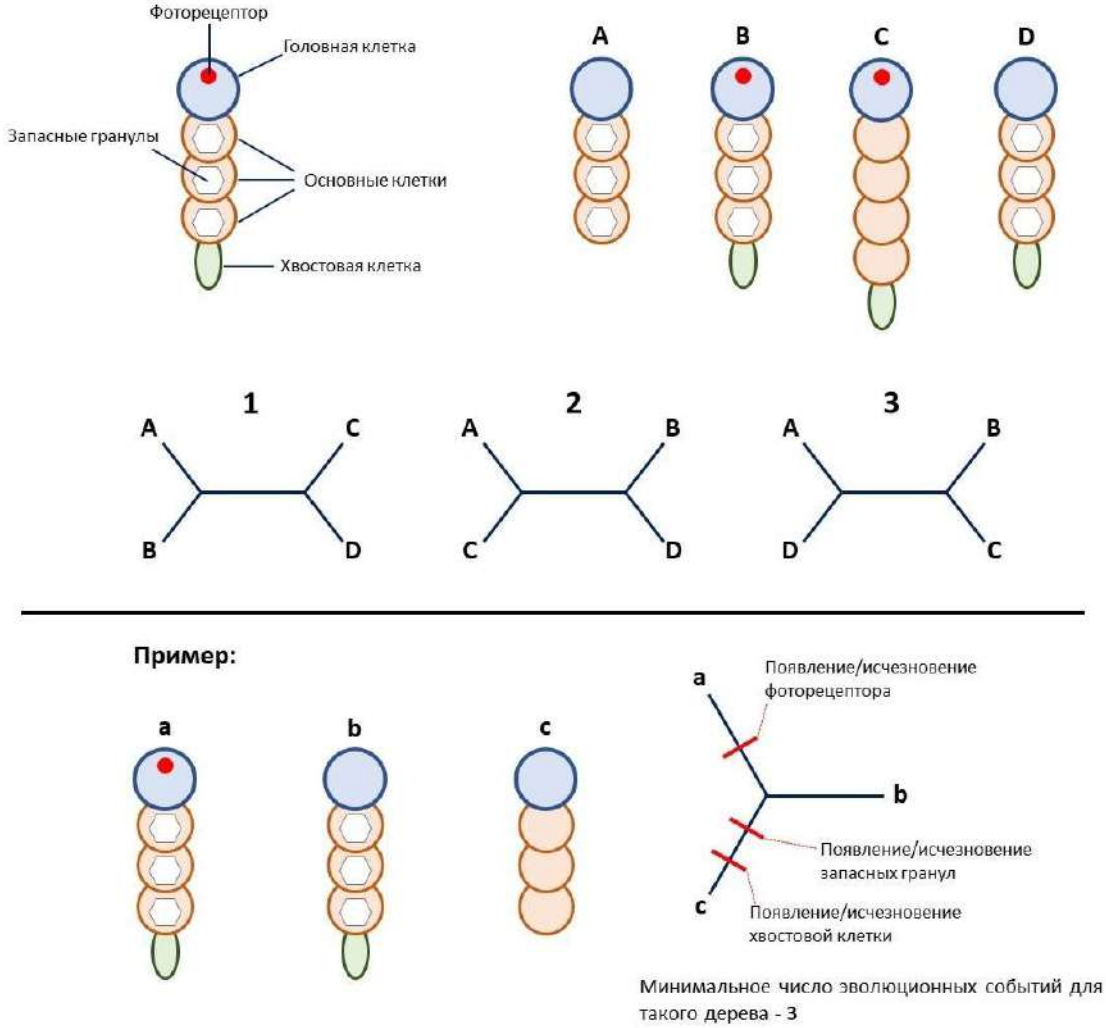
Задание 2.9.

В пересыхающих водоёмах планеты Эдмундс астробиологи обнаружили организмы, состоящие всего лишь из нескольких клеток. В собранных образцах были найдены 4 морфологически различных варианта (A–D на рисунке ниже) этих организмов, отличающихся по следующим признакам (см. рисунок): наличию фоторецептора в головной клетке, количеству основных клеток тела (3 или 4), наличию гранул запасного полисахарида, наличию хвостовой клетки.

В ожидании прибытия оборудования для молекулярно-генетического анализа учёные решили попытаться восстановить картину эволюционных отношений между обнаруженными «видами», основываясь на морфологических признаках. Для четырёх видов они построили три различных дерева (1–3 на рисунке ниже) без корня (так как учёные не знают, какова была морфология общего предка). Для выбора лучшего дерева астробиологи решили воспользоваться принципом максимальной парсимонии, согласно которому стоит выбрать то дерево, для которого число произошедших эволюционных событий минимально. Эволюционными событиями они считали изменения перечисленных выше морфологических признаков.

На рисунке[23] ниже приведён пример подсчёта минимального числа эволюционных событий для дерева из трёх видов (a-c).

[23] https://drive.google.com/file/d/1Sgf3J0T7k42KF7g8oiKfEqzD73IAOkVZ/view?usp=drive_link



Внимательно проанализируйте пример и построенные астробиологами деревья и выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Для дерева 1 минимальное число эволюционных событий равно 4.
- <u>Для дерева 2 минимальное число эволюционных событий равно 5.</u>
- Для дерева 3 минимальное число эволюционных событий равно 5.
- <u>Учёным следует выбрать дерево 3.</u>
- Учёным следует выбрать дерево 1.

Задание 2.10.

У исследуемого вида ароидных соцветие представляет собой початок[24], окружённый покрывалом. В нижней части початка располагаются женские цветки, выше – мужские; между ними находится зона стерильных цветков.

Цветение продолжается двое суток и проходит в две фазы. Первая – женская фаза. Рыльца женских цветков восприимчивы к пыльце, но пыльники мужских цветков ещё закрыты. В это время температура початка на 7–10 °C превышает температуру окружающего воздуха, а выделение летучих веществ резко усиливается. Запах привлекает жуков-опылителей. Попавшие внутрь покрывала насекомые некоторое время остаются в цветочной камере. Вторая – мужская фаза. Рыльца теряют восприимчивость, пыльники раскрываются и осыпают жуков пыльцой. Структуры, препятствующие выходу насекомых, увядают, и жуки покидают соцветие. Они могут перелететь на другое соцветие, находящееся в женской фазе.

Основываясь на этой информации, выберите верное(-ые) утверждение(-ия).

- Зацветание женских и мужских цветков в разные сроки снижает вероятность самоопыления.
- Приведённое на изображении ароидное можно отнести к двудомным растениям
- В мужскую фазу цветения соцветию так же, как в женскую фазу, нужно источать привлекающий насекомых аромат
- Одномоментно в популяции должны присутствовать соцветия, находящиеся в разных фазах.
- Термогенез в мужскую фазу цветения не обязателен для успешного взаимодействия с опылителем.

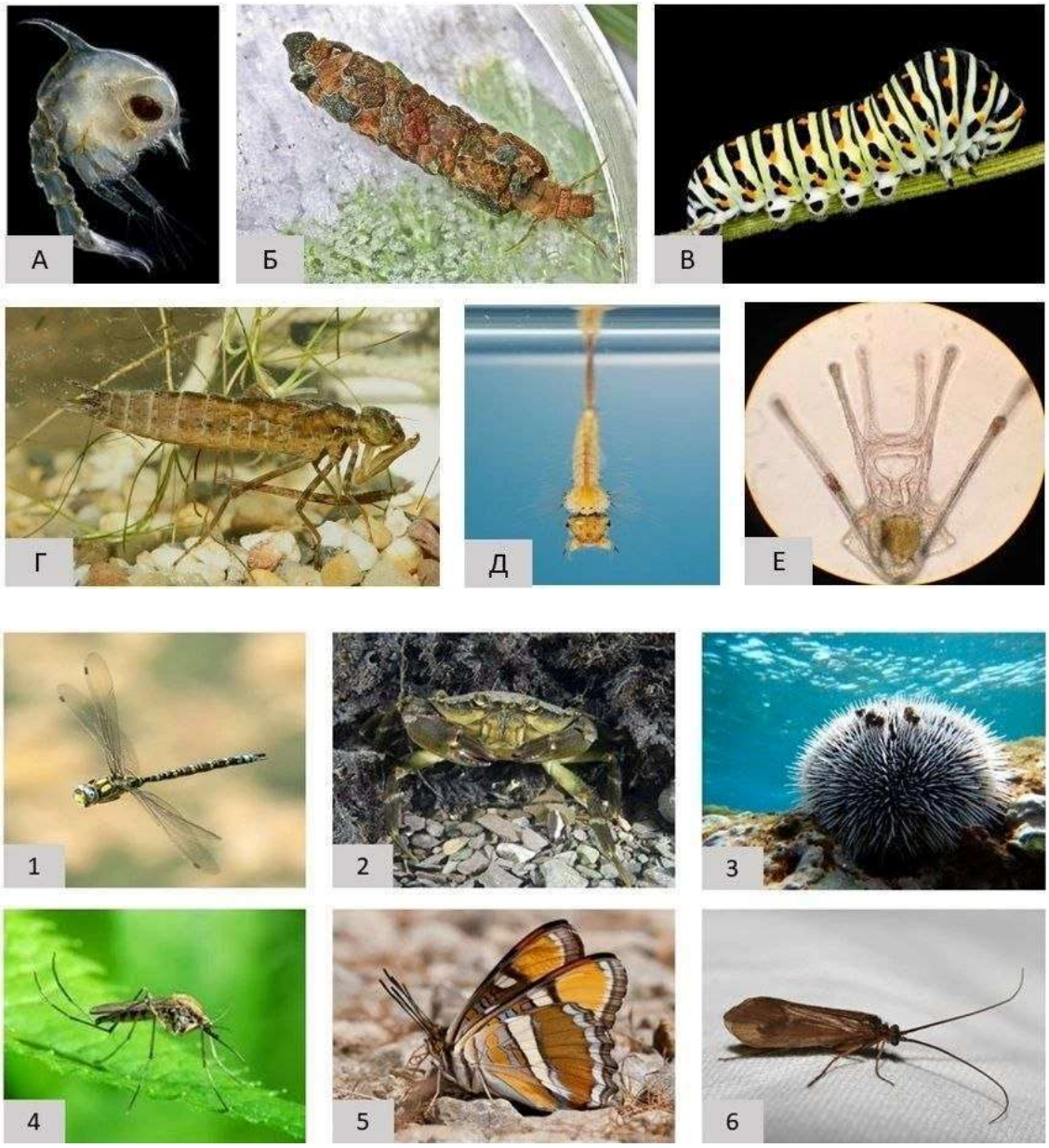
[24] https://www.asianflora.com/Araceae/Pseudodracontium-fallax-1.jpg

Часть 3

За каждое верное соотнесение начисляется 2 балла.

Задание 3.1.

На изображениях[25] под буквами А–Е представлены личиночные стадии различных беспозвоночных животных, а под цифрами 1–6 – взрослые особи. Установите соответствие между личиночной стадией и соответствующей ей взрослым животным.



Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е
	2	6	5	1	4	3

[25] https://drive.google.com/file/d/1InNef3gL4iyS5LMnNTsWL7LfK561be1o/view?usp=sharing

Задание 3.2.

Интенсивность фотосинтеза у растений изменяется в течение дня и зависит не только от освещённости, но и от температуры воздуха и обеспеченности растения водой.

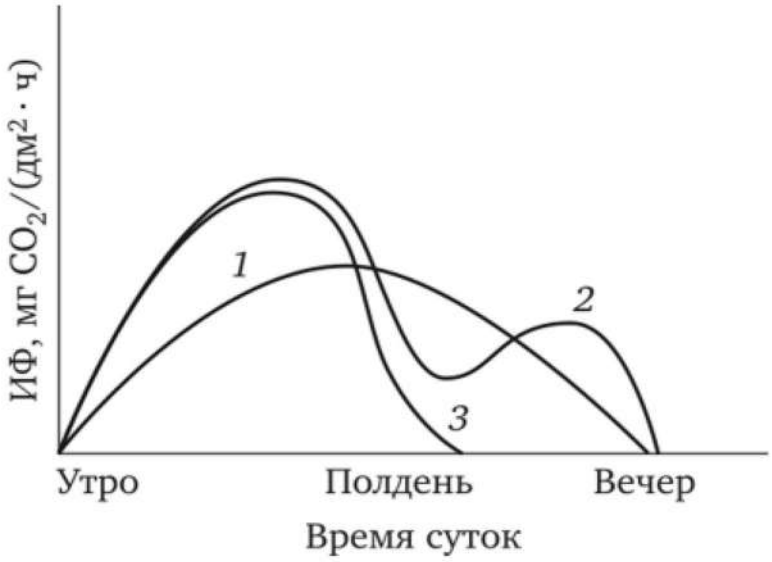
На графике[26] представлены суточные изменения интенсивности фотосинтеза у одного и того же растения при разных погодных условиях.

Сопоставьте кривые 1–3 с условиями, в которых находилось растение. К каждой кривой подберите соответствующее.

А. Тёплая, пасмурная (облачная) погода.

Б. Жаркая солнечная погода; воздух сухой и движется; почва содержит мало доступной растению воды.

В. Жаркая солнечная погода; воздух сухой и движется; почва содержит много доступной растению воды.

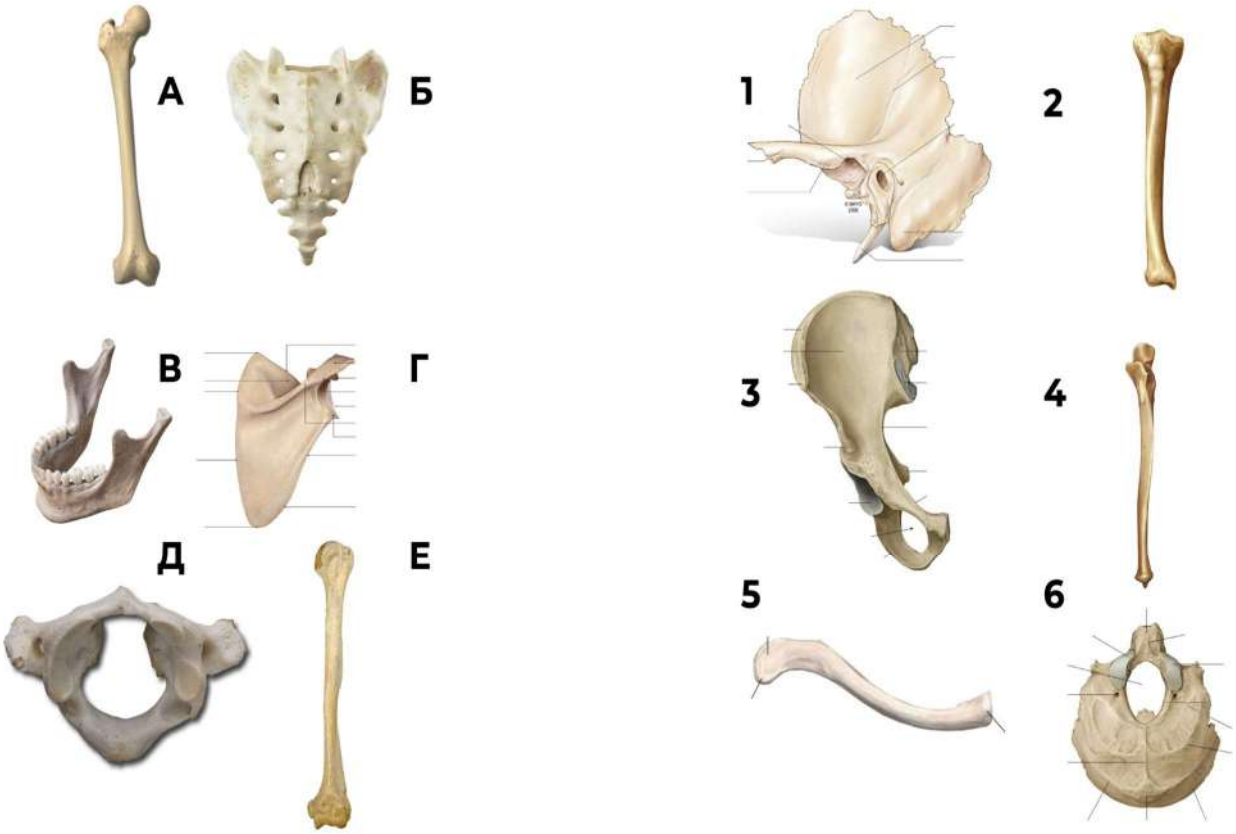


Ответ:	Условия	А	Б	В
	Кривая	1	3	2

[26] https://studme.org/399301/agropromyshlennost/sovokupnoe_vliyanie_vneshnih_faktorov_intensivnost_fotosinteza

Задание 3.3.

На изображениях[27] под буквами А–Е и цифрами 1–6 представлены кости скелета человека. Установите соответствие между костями, которые непосредственно соединяются друг с другом.



Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е
	2	3	1	5	6	4

[27] https://drive.google.com/file/d/1sDpvCQWYB6orHxSAgGuzsqY-bUQ8tK4s/view?usp=sharing