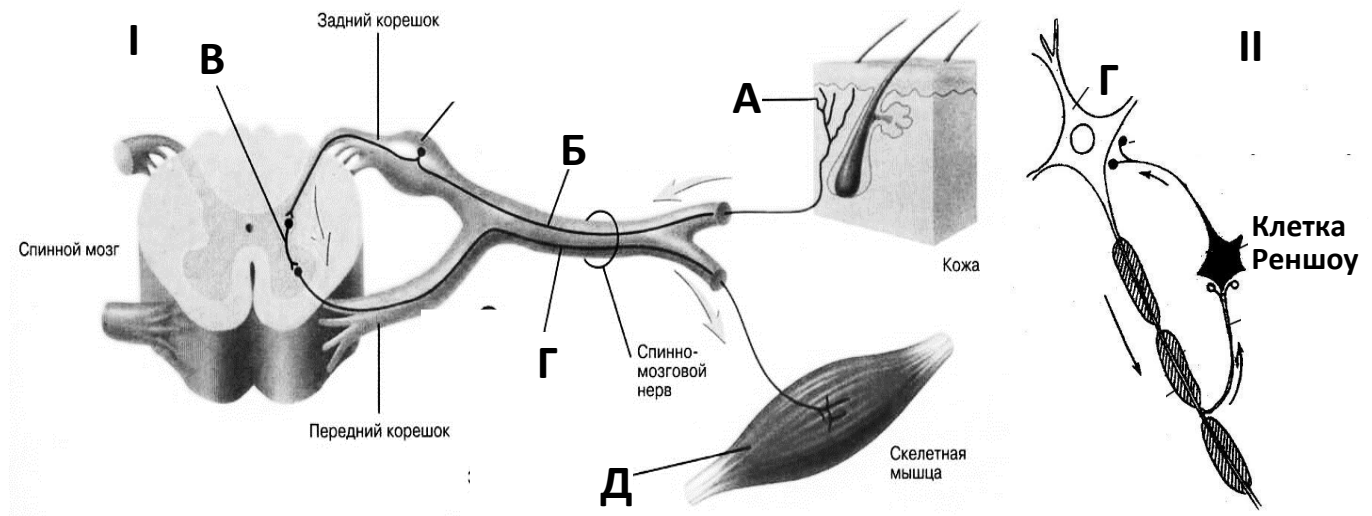


1. Отряхивательный рефлекс (20 баллов)

Вопрос 1. Выходя из воды, животное отряхивается, чтобы удалить капли воды из своей шерсти. Зачем они это делают?

Вопрос 2. К какому типу рефлексов относится отряхивательный рефлекс?

Вопрос 3. Рассмотрите рисунок I и подпишите все «действующие лица» рефлекса.



Вопрос 4. Как вы думаете, какое звено рефлекторной дуги перестает работать при применении местных анестезирующих средств?

Приведите примеры веществ, которые наоборот, действуют раздражающе на это звено (для любого типа кожной рецепции). Когда и где подобные вещества применяются в живой природе?

Вопрос 5. В результате введения вещества X у собаки пропал отряхивательный рефлекс. Известно, что данное вещество блокирует синаптическую передачу. Предположите, какие синапсы могут не работать и как это проверить?

Вопрос 6. Клетки Реншоу, находящиеся в спинном мозгу, работают по механизму отрицательной обратной связи и предохраняют нейроны от чрезмерного возбуждения (рисунок II). Предположите, зачем нужны эти клетки.

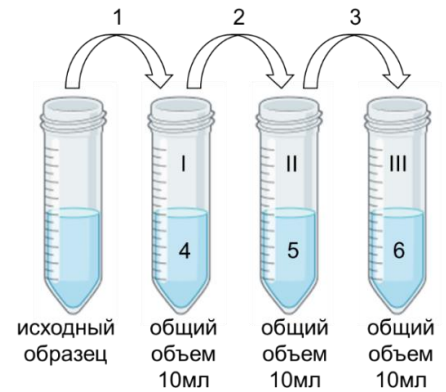
Вопрос 7. Глицин – тормозный медиатор клеток Реншоу. Стрихнин является антагонистом глицина. К чему приведет введение небольшого количества стрихнина в организм животного? Опишите последовательность событий.

Вопрос 8. Инструментальный условный рефлекс - условный рефлекс, в котором выполнение определенной (двигательной) реакции в ответ на условный раздражитель является необходимым условием получения подкрепления (выработка по эффекту). Например, при вспышке света, чтобы получить еду, животное должно нажать на педаль. Во время выработки такого рефлекса животное делает случайные и творческие действия и, добиваясь правильной последовательности, получает награду.

В лабораторном эксперименте у животного вызывали отряхивательный рефлекс и каждый раз после отряхивания давали пищу. После повторения нескольких опытов собака попыталась сознательно выпросить еду с помощью отряхивания. Предложите, каким образом собака, догадавшись, что за отряхивание дают покусать, могла его имитировать?

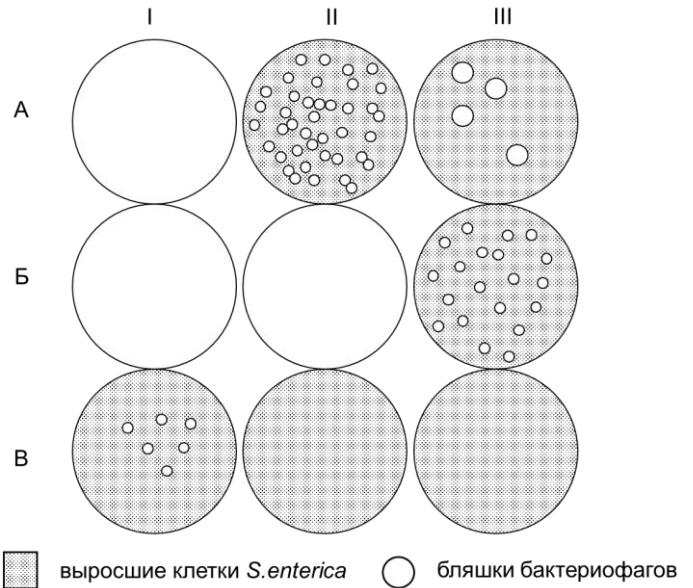
2. В поисках брюшного тифа (20 баллов)

Сотрудник всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) решил исследовать бедные районы Непала на предмет уровня зараженности жителей брюшным тифом. Для этого он использовал новый эпидемиологический подход на основе измерения количества бактериофагов, заражающих возбудителя брюшного тифа *Salmonella enterica*. Сотрудник взял пробы сточных вод из трех разных районов Непала, далее последовательно развел их в десять раз в воде, приготовив 3 серийных разведения, затем он смешал по 1 мл бактериофагов из разведений с культурой клеток *S. enterica*. На следующие сутки сотрудник ВОЗ оценил количество сформированных бактериофагами бляшек и определил уровень зараженности жителей.



Вопрос 1. Вам представлена схема разведений, которые использовал сотрудник ВОЗ, подпишите значения объемов, которые необходимо взять, чтобы получить нужные разведения.

Вопрос 2. Вам представлены рисунки девяти чашек Петри, на которые была нанесена суспензия бактериофага и возбудителей тифа. Серый цвет - слой бактерий, белый - погибшие (уничтоженные фагом) бактерии. Полностью белый цвет чашки Петри означает, что фагов было так много, что все бактерии были уничтожены. Для каждой чашки посчитайте количество бляшек бактериофагов, а также титр исходного стока бактериофага как количество бляшек на 1 мл исходной культуры. На основе расчетов распределите районы Непала по зараженности.



Вопрос 3. Как вы считаете, почему сотрудник ВОЗ исследовал именно сточные воды?

Вопрос 4. Далее сотрудник решил проверить жителей этих трех районов на предмет заражения брюшным тифом. Он использовал тест Видаля - смешивание сыворотки крови больного или здорового человека с инактивированными *S. enterica*.

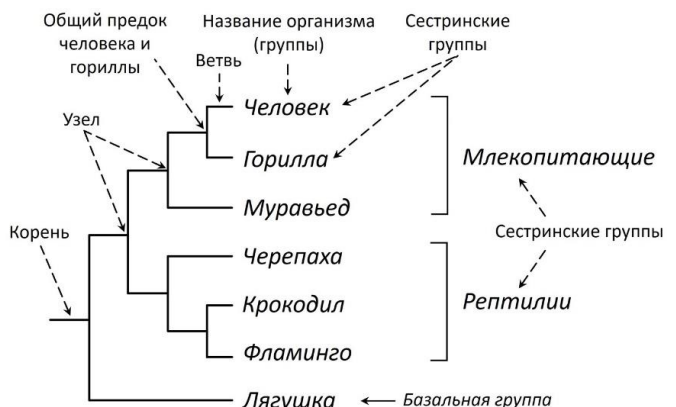
Опишите, какую разницу можно увидеть в результатах данного теста? Если сделать тест Видаля в течение недели после заражения, то есть риск получить ложноотрицательный результат. Как вы считаете, с чем это связано?

Вопрос 5. Какую группу лекарств можно использовать для лечения брюшного тифа и почему?

Вопрос 6. Известно, что бактериофаги можно использовать и в других целях: профилактика инфекционных заболеваний, терапия инфекционных заболеваний с известным возбудителем, диагностика инфекционных заболеваний, идентификация бактериальных культур. Для этих практических применений используют разные группы бактериофагов на основе их специфичности: полифаги – убивают родственные виды бактерий, монофаги – убивают бактерии одного вида, а фаговары – убивают только определенные варианты (штаммы) данного вида бактерий. Соотнесите, какие группы бактериофагов можно использовать для каких практических целей, свой ответ обоснуйте.

3. Филогенетика (20 баллов)

Современная систематика эукариотических организмов сильно отличается от систематики, приведенной в школьных учебниках. Это, в первую очередь, связано с тем, что современная классификация организмов основывается не на поверхностных признаках, наподобие внешнего строения организмов или их экологии, а на эволюции и родственных связях между ними. Для отображения родства между организмами строят наглядные схемы – **кладограммы** и **филогенетические деревья**. На укорененной кладограмме различают корень, узлы (точки ветвления), ветви и названия самих групп (см.



поясняющий рисунок на примере кладограммы четвероногих позвоночных животных). Узлы подразумевают собой общие предки для групп тех ветвей, которые отходят от данной точки ветвления. Кладограммы строят, исходя из принципа **дихотомии ветвления**, когда от одного узла отходит ровно две ветви. Группы двух ветвей, отходящие от одного узла, называются **сестринскими**. Если группа на кладограмме ответвилась раньше всех, то ее называют **базальной** по отношению к остальным группам на рассматриваемой кладограмме. Кладограммы, длина ветвей которых чем-то нормирована (например, временной шкалой), именуют филогенетическим деревом (древом).

Вопрос 1. Определение групп организмов

В научном мире принята многоцарственная система, которая включает множество различных групп эукариот. В данной системе даже самые известные «школьные» организмы, такие как инфузории, эвглены, трипаносомы и т.д., ранее составляющие одно подцарство «Одноклеточные животные», оказались неродственными и были «раскинуты» друг от друга по разным группам. Вам необходимо определить современную принадлежность организмов на (микро)фотографиях (**A–M**) к конкретным эукариотическим группам.

Для определения вам даны так называемые **дихотомические ключи**. Каждый дихотомический ключ состоит из последовательных ступеней, обозначаемых порядковыми номерами с левой стороны. Каждая ступень, в свою очередь, делится на две части: **тезу** и **антитезу**. Теза обозначается порядковым номером, а антитеза – плюсом. В антитезе и тезе приводятся характерные признаки, противоположные приведенным в тезе. Когда справа, в конце тезы или антитезы, стоит цифра, это значит, что определение группы нужно вести дальше, теперь начиная уже со ступени, обозначенной данной цифрой. Нужно последовательно переходить со ступени на ступень до тех пор, пока в конце тезы или антитезы не окажется название группы. (**Важное уточнение:** приведенный здесь дихотомический ключ работает только для указанных в задании организмов)



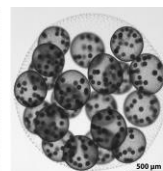
A. *Paramecium caudatum*



Б. *Acantharea*



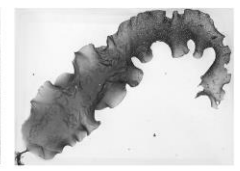
В. *Pinus sibirica*



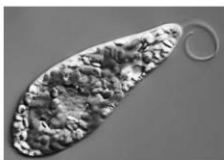
Г. *Volvox sp.*



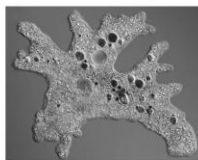
Д. *Hydrochoerus hydrochaeris*



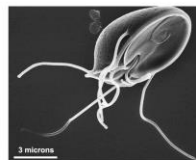
Е. *Saccharina latissima*



Ж. *Euglena viridis*



З. *Amoeba proteus*



И. *Giardia sp.*



К. *Homo sapiens*



Л. *Prunus cerasus*



М. *Cantharellus cibarius*

1. (теза) Способны к фотосинтезу (2)
+ (антитеза) Исключительно гетеротрофные (4)
2. Пластиды двумембранные, хлорофиллы а и b (группа **Архепластиды, Archaeplastida**)
+ Пластиды трех- или четырехмембранные, хлорофиллы а и b, либо а и с (3)
3. Запасной полисахарид – парамилон (группа **Дискобы, Discoba**)
+ Запасной полисахарид – ламинарин (группа **Страменопилы, Stramenopiles**)
4. Облигатные или факультативные анаэробы (группа **Метамонады, Metamonada**)
+ Облигатные аэробы (5)
5. Неподвижные, либо малоподвижные (6)
+ Активно передвигаются (7)
6. Многоклеточные с клеточными оболочками из хитина (группа **Обазои, Obazoa**)
+ Одноклеточные. Имеют стронциевый внеклеточный скелет (группа **Ризарии, Rhizaria**)
7. Микроскопических размеров (8)
+ Макроскопических размеров (группа **Обазои, Obazoa**)
8. Клетка способна поглощать пищевые частицы по всей своей площади (группа **Амебозои, Amoebozoa**)
+ Клетка способна поглощать пищевые частицы только в строго отведенном для этого месте (группа **Альвеоляты, Alveolata**)

Вопрос 2. Построение кладограммы

В современной многоцарственной системе, эукариоты глобально разделены на три группы: Аморфеи+ (Amorphea+), Диафоретики (Diaphoretickes) и Дискобы (Discoba). Первые две из них – настолько большие по разнообразию и количеству видов, что иногда именуются **мегагруппами**. Они, в свою очередь, включают ряд **супергрупп**. С некоторыми из них вы познакомились в предыдущем вопросе. Теперь вам необходимо нарисовать единую кладограмму для организмов, указанных ранее (**A–M**). Полученная схема должна быть эволюционно правдоподобной и должна наиболее точно отражать родственные связи между представленными организмами. Для построения используйте следующую справочную информацию:

- Страменопилы, Альвеоляты и Ризарии составляют супергруппу **SAR**, в которой первые две группы являются сестринскими, а третья – Ризарии – базальной.
- Архепластиды и SAR – сестринские группы, составляющие мегагруппу Диафоретики.
- Мегагруппа Аморфеи+ включает супергруппы Метамонады, Обазои и Амебозои, причем Амебозои ближе по родству к Обазоям, чем к Метамонадам.
- Аморфеи+ и Диафоретики не являются сестринскими группами, а Дискобы ближе по родству к последним.

Вопрос 3. Сборные группы

Если оказывается, что группа содержит организмы, которые неродственны друг другу, то ее обычно сразу же переименовывают, затем расформируют, а организмы распределяют по «нормальным» (в филогенетическом плане) группам уже на основании их эволюционного происхождения. Сборные группы зачастую очень бедны по информационному содержанию, поскольку содержат организмы на основании какого-то одного (реже – нескольких) признаков. Приведите два любых примера сборных групп. Поясните, по какому признаку неродственные организмы были в эту группу изначально включены.

4. Кольца жизни (20 баллов)

Родной остров группы дикарей из Малайзии полностью затопило цунами. Тех, кто успел добраться до плотов, шторм унёс далеко в океан и выбросил возле двух небольших островов, разделённых километровым проливом. Первый остров был покрыт лесом, а в центре второго возвышался потухший вулкан, склоны которого, как и сам остров, поросли травами и небольшими кустарниками. Племя поселилось на втором острове возле пресного озера. За 2 года спокойной жизни люди выяснили, что, хотя на островах мало животных, растения приносят необычно много плодов и семян, а каждый год складывается из сезона дождей и сезона засухи.

Однако шаман племени знал про то, что вулканы обязательно просыпаются с какой-то периодичностью – один раз в год, другие раз в тысячу лет. Он хотел предсказать это событие, но нужные мысли ускользали. Помогите шаману.

Вопрос 1. Местность вблизи вулканов обычно считается плодородной, то есть хорошо подходящей для произрастания многих видов растений. Однако, вулканическая активность может и отрицательно влиять на растения, даже если они не подвергаются прямому воздействию извергающейся лавы. Занесите как минимум по 3 известных вам положительных и отрицательных фактора воздействия вулканов на растения в таблицу.

Вопрос 2. Структуры некоторых организмов, живущих в регулярно изменяющихся условиях, содержат информацию о скорости их роста в прошлые годы. Какие 3 организма из представленных на рисунке 1 имеют такие структуры?

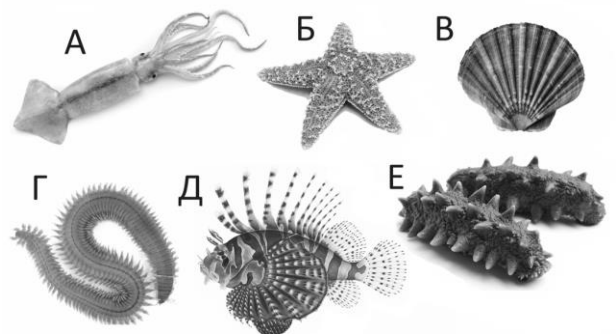


Рисунок 1

Вопрос 3. Сейчас конец сезона засухи, с момента прибытия на остров прошло ровно 2 года. Исследовав покрытый лесом остров, шаман сделал спил дерева, а обследовав вулканический - поймал сухопутную травоядную черепаха и сделал спил самого старого из живых кораллов. Рассмотрите спилы и пластинку панциря и ответьте на вопросы:

а) Как называются структуры, видимые на рисунке 2?

б) Как извержения вулкана, судя по рисунку на спилах, воздействуют на деревья лесного острова, кораллы вулканического острова и черепах вулканического острова? Укажите, отрицательно или положительно, и напишите предполагаемую причину.

в) Раз в сколько лет происходят извержения этого вулкана, если каждое извержение длится не более нескольких дней? Через какое время произойдёт следующее извержение?

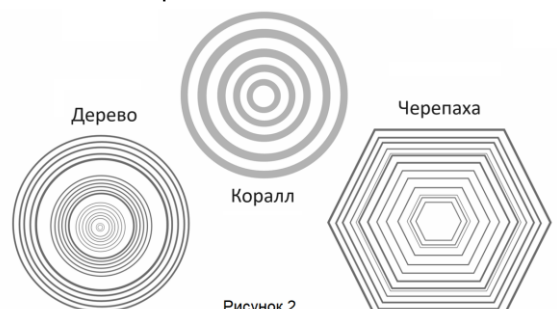


Рисунок 2

5. Биодоступность препаратов (20 баллов)

Для того, чтобы лечение пациентов проходило эффективно, фармакологам необходимо рассчитать правильную дозу лекарственного препарата. При этом важно учитывать не то, сколько средства проникает в организм, а то, какая его часть усваивается, попадая в системный кровоток, и оказывает необходимый эффект.

Для этого был придуман термин биодоступность (F) - часть введенного вещества, которая в неизменном виде попадает в системный кровоток. Биодоступность одного и того же препарата может отличаться в зависимости от пути введения.

Для всех пунктов задачи использовать следующие значения: объем плазмы крови - 4 л, объем внеклеточной жидкости - 11 л, объем внутриклеточной жидкости - 25 л.

Вопрос 1. Рассчитайте биодоступность анальгина, если через некоторое время после приема таблетки, содержащей 0,5 г препарата, его концентрация в плазме крови достигла 110 мг/л. Считайте, что весь препарат в это время в крови. Запишите решение.

Вопрос 2. Существует два пути введения препаратов: энтеральный, когда препарат поступает в организм преимущественно через желудочно-кишечный тракт и парентеральный, при любом другом способе поступления. Заполните таблицу, определив, к какому виду относится каждый из путей введения (энтеральный или парентеральный).

Вопрос 3. При каком способе введения биодоступность у препаратов выше: при энтеральном или при внутривенном?

Вопрос 4. Предположите, из-за чего может сильно снижаться биодоступность препарата при пероральном введении.

Вопрос 5. Как вы думаете, почему вакцинацию обычно проводят подкожно, а не внутривенно? Обоснуйте свой ответ

Вопрос 6. Известно, что все вещества выводятся из организма с разной скоростью. Период полувыведения показывает, за какое время концентрация препарата в плазме крови уменьшается в два раза.

Через 4 часа после введения 500 мг вещества с биодоступностью 20% его концентрация в плазме крови стала 6,25 мг/л. Каков период полувыведения этого вещества?

Вопрос 7. Кажущийся объем распределения (V_d) - объем жидкости, который необходимо добавить к дозе препарата, чтобы получилась концентрация вещества, равная его концентрации в плазме крови

Рассчитайте диапазоны кажущихся объемов распределения для следующих ситуаций: а. Препарат не выходит за пределы кровеносного русла, б. Препарат попадает из крови в межклеточное вещество (внеклеточная жидкость), в. Препарат распределяется по всему организму, беспрепятственно проникая внутрь клеток, г. Препарат имеет свойство накапливаться в клетках

Вопрос 8. Для лечения бронхопневмонии пациенту Н. был назначен прием Ампициллина, равномерно распределяющегося во всех жидкостях организма, для которого существует 2 тактики лечения:

Таблетки для приема внутрь по 250 мг 6 раз в день ($F=70\%$)

Раствор для внутримышечных инъекций 500 мг 3 раза в день ($F=90\%$)

Для эрадикации (уничтожения) возбудителя из организма необходимо, чтобы концентрация антибиотика в тканях была не ниже его минимальной подавляющей концентрации 1 мкг/мл. Время полувыведения ампициллина - 2 часа. Какая тактика лечения более эффективна?