

ЗАДАНИЯ
теоретического тура заключительного этапа
XXXIII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2016-17 уч. год.
10-11 классы

Дорогие ребята!

Поздравляем Вас с участием в заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников по биологии! Отвечая на вопросы и выполняя задания, не спешите, так как ответы не всегда очевидны и требуют применения не только биологических знаний, но и общей эрудиции, логики и творческого подхода. Успеха Вам в работе!

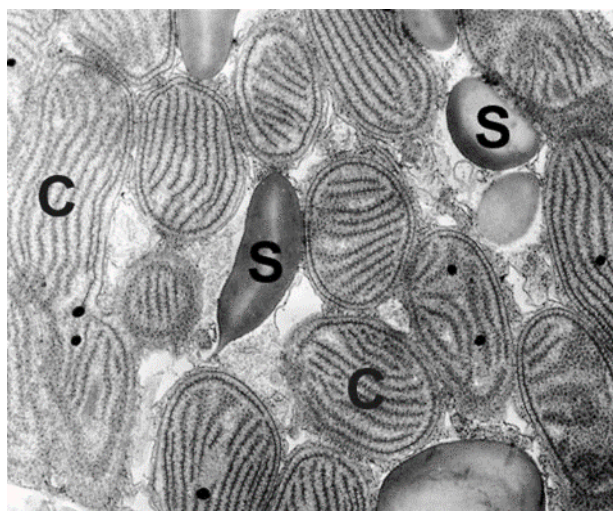
Часть 1. Вам предлагаются тестовые задания, требующие выбора только одного ответа из четырех возможных. Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **60** (по 1 баллу за каждое тестовое задание). Индекс ответа, который вы считаете наиболее полным и правильным, укажите в матрице ответов. Образец заполнения матрицы:

№	а	б	в	г
...		X		

1. В японской кухне популярны съедобные водоросли: красная – нори (порфира), бурые – комбу (морская капуста) и хидзики (саргассум), зеленая – морской салат (ульва). У какой из них обе гаметы, участвующие в половом процессе, лишены жгутиков?

- а) порфира;
- б) ламинария (морская капуста);
- в) саргассум;
- г) ульва.

2. На рисунке представлен фрагмент клетки эукариотной водоросли (С – пластида, S – запасной полисахарид). К какому отделу относится эта водоросль?



- а) Харовые водоросли;
- б) Эвгленовые водоросли;
- в) Красные водоросли;
- г) Бурые водоросли.

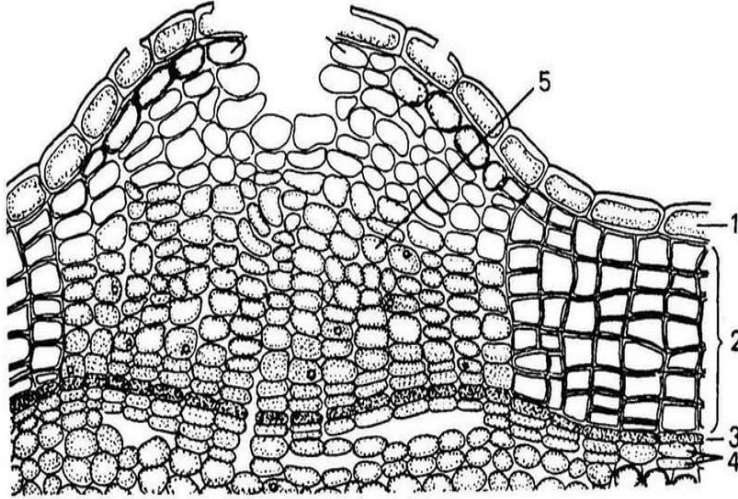
3. Для зеленых водорослей (отдел *Chlorophyta*) характерно:

- а) хлоропласты с хлорофиллами а и b, изоморфные жгутики, целлюлоза синтезируется линейным терминальным комплексом;
- б) хлоропласты с хлорофиллами а и b, изоморфные жгутики, целлюлоза синтезируется розеточным терминальным комплексом;
- в) хлоропласты с хлорофиллами а и d, гетероморфные жгутики, целлюлоза синтезируется линейным терминальным комплексом;
- г) хлоропласты с хлорофиллами а и d, изоморфные жгутики, целлюлоза синтезируется розеточным терминальным комплексом.

4. Если в процессе опыления на рыльце цветкового растения попадет 10 пыльцевых зерен того же вида, то количество семян, которое оно может образовать, потенциально равно:

- а) 5;
- б) 10;
- в) 20;
- г) 40.

5. Перидерма – вторичная покровная ткань, которая может покрывать не только стебли многолетних растений, но и старые части корня и подземные побеги.



На рисунке изображены структурные элементы перидермы бузины, из которых живыми сохраняются:

- а) 1, 2, 3, 4; б) 2, 3, 4, 5; в) 1, 2, 4, 5; г) 1, 3, 4, 5.
6. Каротиноиды **не могут** выполнять в растениях следующие функции:
- а) антенную (дополнительный пигмент фотосинтеза);
 б) антиоксидантную (взаимодействие с активными формами кислорода);
 в) запасную (временный запас фотоассимилятов);
 г) структурную (поддержание правильной конформации пигмент-белковых комплексов).
7. Для семейства Пасленовых характерны плоды, составленные двумя плодолистиками. У сорта томатов «Бычье Сердце» в плодах бывает около 10 – 15 плодолистиков. Такое нетипичное строение плода обусловлено следующим явлением:
- а) гомеозис (замена тычинок на плодолистики);
 б) фасциация (увеличение объема меристемы);
 в) вторичное утолщение (деление клеток в зоне камбия);
 г) пролификация (продолжение верхушечного роста над цветком).
8. Для ускорения укоренения стеблевые черенки обычно обрабатывают:
- а) ауксином;
 б) цитокинином;
 в) гиббереллином;
 г) абсцизовой кислотой.
9. Александр Валентинович купил на рынке грецких орехов. Большинство из них были с двумя «створками», но попался один с четырьмя (см. рис.).



Норма



«Четырёхстворчатый орех»

Какой вывод о морфологическом строении растения грецкого ореха (*Juglans*) можно сделать на основании такого наблюдения?

- а) у большинства цветков два плодолистика, но иногда попадаются цветки с четырьмя, и, вероятно, должны попадаться цветки с тремя плодолистиками;
- б) у большинства зародышей две семядоли, но иногда попадаются зародыши с четырьмя, и, вероятно, должны попадаться зародыши с тремя семядолями;
- в) в большинстве плодов одно семя (зародыш с двумя семядолями), но иногда попадаются плоды с двумя семенами (по две семядоли в зародыше каждого семени), и, вероятно, должны попадаться плоды с тремя семенами и шестью створками;
- г) у большинства растений грецкого ореха листорасположение очередное, но иногда попадаются растения с супротивным листорасположением, что отражается на строении плодов и семян.

10. Обычно САМ-метаболизм характерен для растений из засушливых мест обитаний. При этом первичная фиксация углекислоты происходит ночью. Однако есть и водные растения, для которых характерен САМ-метаболизм (Полушник, *Isoetes* из Плауновидных). В каких водоёмах должно произрастать это растение?

- а) с высокими значениями рН на глубине более 1,5 м за Полярным кругом;
- б) с низкими значениями рН на глубине более 1,5 м в субтропической зоне;
- в) с низкими значениями рН на глубине около 0,3 м в тропических областях;
- г) с высокими значениями рН на глубине около 0,3 м в умеренной зоне.

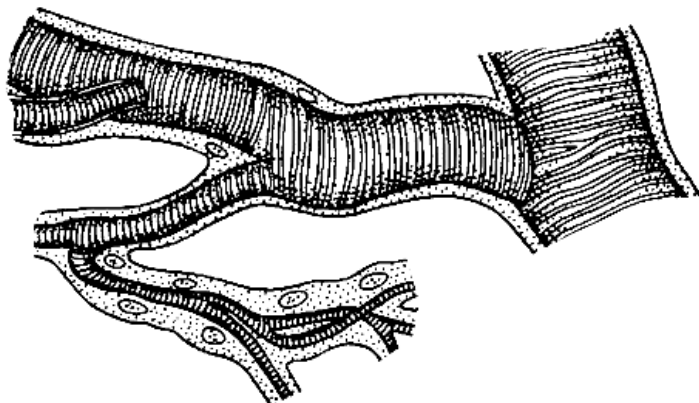
11. У растений *Arabidopsis thaliana* получен мутант по одному из фоторецепторов – фитохрому (обеспечивает чувствительность в красной части спектра). Какие из физиологических реакций у растений дикого типа и у мутантов с дефектным фитохромом будут одинаковыми?

- а) фототропизм;
- б) фотопериодизм;
- в) синдром избегания тени;
- г) эффект прерывания ночи.

12. У кукурузы ферментом, катализирующим первичную акцепцию CO_2 во время темновой фазы фотосинтеза, служит:

- а) фосфоенолпируваткарбоксилаза;
- б) рибулозобисфосфаткарбоксилаза;
- в) АТФ-синтаза;
- г) каталаза.

13. Тенидии – спиральные утолщения кутикулярной выстилки трахей у насекомых. Тенидии имеют важное функциональное значение, а именно:

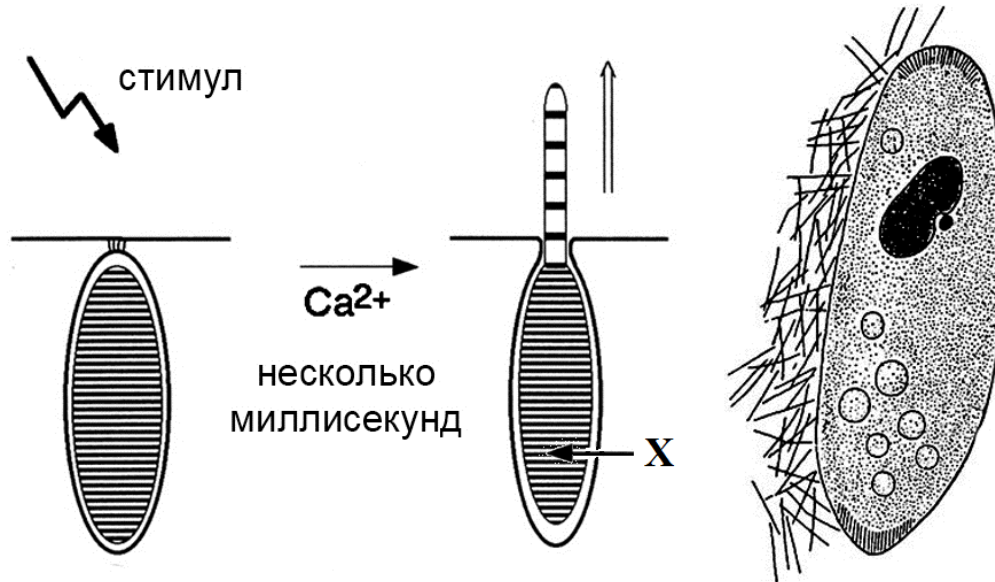


- а) увеличивают площадь дыхательной поверхности и эффективность газообмена;
- б) обеспечивают резерв материала для того, чтобы трахеи могли удлиняться по мере роста насекомого, что особенно важно для личинок;
- в) препятствуют деформации трахей при сокращении мышц и смещении внутренних

органов;

г) способствуют перистальтическим сокращениям трахей во время активной вентиляции дыхательной системы.

14. Трихоцисты – защитные органеллы инфузорий. Трихоциста представляет собой веретенообразное плотное тельце, окружённое мембранным пузырьком, и располагается непосредственно под поверхностной мембраной клетки. Схема слева иллюстрирует механизм срабатывания трихоцисты в ответ на раздражение, а на рисунке справа показана инфузория-туфелька, выбросившая многочисленные трихоцисты.



Структура, отмеченная на рисунке знаком «X», состоит из:

- полисахаридов;
 - кристаллов минеральных веществ (отходов жизнедеятельности);
 - липидов;
 - белков.
15. Выберите наиболее верное описание кровеносной системы двустворчатых моллюсков:
- замкнутая; трёхкамерное сердце; кровь содержит гемоцианин;
 - незамкнутая; двух- или трёхкамерное сердце; кровь содержит гемоцианин либо гемоглобин;
 - незамкнутая; трёхкамерное сердце; дыхательные пигменты в крови обычно отсутствуют;
 - незамкнутая; трёхкамерное сердце; кровь содержит гемоцианин.
16. Родиной популярной у аквариумистов неоновой рыбки (*Paracheirodon innesi*) из семейства харацинид являются маленькие речки в верховьях Амазонки, протекающие под густым пологом тропического леса. Они получили своё название из-за ярких полос на боку (голубой и красной), светящихся как неоновая реклама в полумраке водоёма. Яркость и цвет полос объясняются тем, что:
- имеющиеся в коже пигментные клетки придают рыбкам окраску, а полупрозрачные чешуйки зеркально отражающие падающий на них свет, добавляют яркости;
 - кожа и чешуя рыб не окрашены, но прозрачные чешуйки имеют призматическую форму, они по-разному преломляют и отражают падающий свет, давая разные цвета;
 - на боках у рыб имеются особые светящиеся органы – фотофоры;
 - светится не сама рыбка, а живущие в слизи на её коже люминесцирующие бактерии.
17. С помощью какого механизма представители класса Головохордовые (тип Хордовые) доставляют пищу в глотку в процессе питания?
- засасывает путём изменения объёма глотки;

- б) захватывает движением щупалец предротовой воронки;
- в) попадает вместе с водой в глотку при плавании;
- г) загоняется с помощью мерцательного эпителия предротовой воронки.

18. Среди представителей какого отряда птиц могут быть выявлены экологические аналоги пингвинов в северном полушарии?

- а) Веслоногие;
- б) Кивиобразные;
- в) Ракшеобразные;
- г) Ржанкообразные.

19. Снижение температуры окружающей среды за пределы термонейтральности у большинства теплокровных приводит к:

- а) снижению скорости метаболизма и поглощения кислорода;
- б) снижению потребления пищи, скорость метаболизма при этом не меняется;
- в) переключению на эктотермный тип регуляции температуры тела;
- г) увеличению скорости метаболизма и поглощения кислорода.

20. Капля никотина убивает лошадь, а микрокапля никотина у человека может вызвать:

- а) снижение дыхательного объема;
- б) повышение концентрации внимания;
- в) снижение частоты сердцебиения;
- г) отмену действия атропина на сердечный ритм.

21. Цыплёнок сразу после вылупления поместили в изолированную комнату. В первые сутки после вылупления в комнате находился только крутящийся на подставке красный кубик. На вторые сутки в комнате с цыплёнком присутствовал только человек. На третьи сутки в комнате находилась только взрослая курица. На четвёртые сутки цыплёнку в комнате демонстрировали только крутящийся на подставке силуэт головы и шеи птицы. Как Вы думаете, какой из четырёх объектов цыплёнок будет считать своей матерью и следовать за ним по окончании эксперимента?

- а) крутящийся красный кубик;
- б) человек;
- в) взрослая курица;
- г) силуэт головы и шеи птицы.

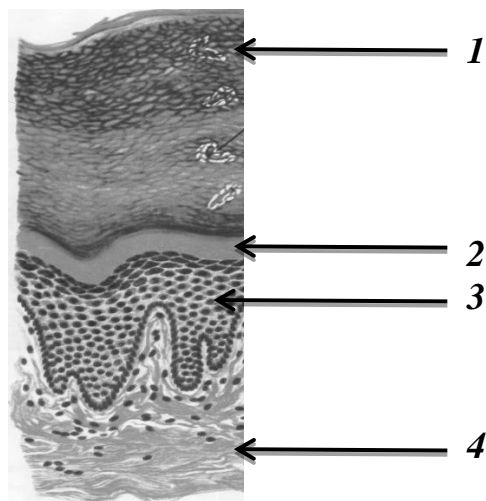
22. В средние века в рационе европейского феодала было обилие мяса, в больших количествах также употребляли вино. Скорее всего, многие феодалы страдали от:

- а) дефицита витаминов группы В;
- б) избытка ресвератрола;
- в) избытка мочевой кислоты и ее солей;
- г) недостатка незаменимых аминокислот.

23. На рисунке представлено гистологическое строение кожи человека.

Укажите минимальный уровень (1 – 4) глубины поражения ожогом, при котором пропадет болевая чувствительность:

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.



24. Ниже схематично изображена процедура определения следующего параметра крови у человека:

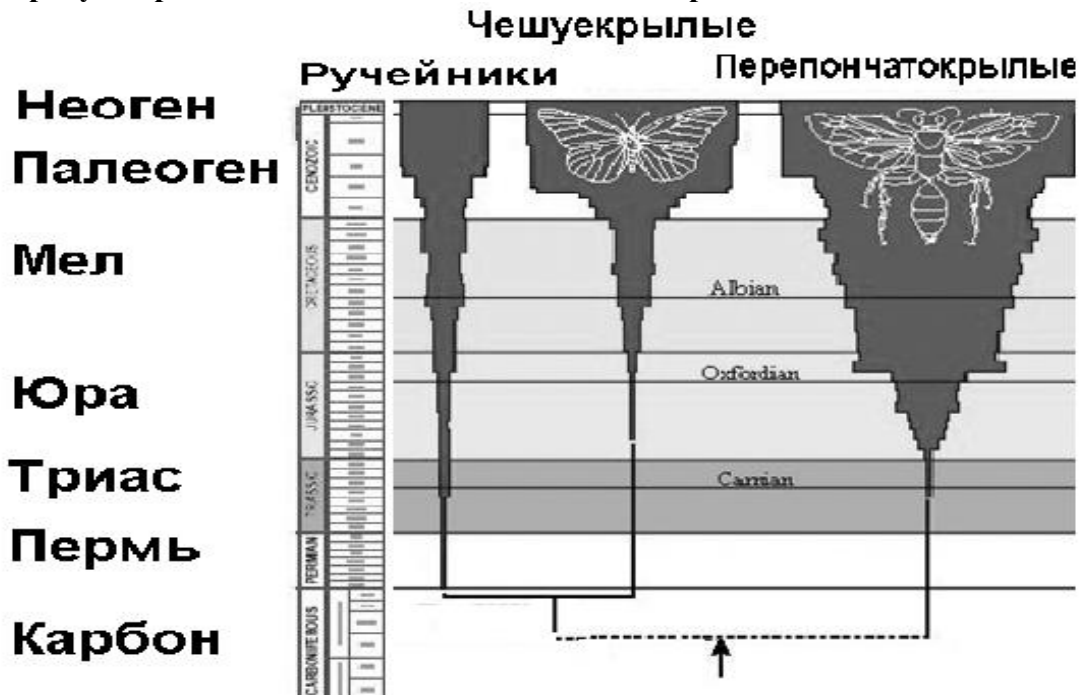


- а) скорость оседания эритроцитов (СОЭ);
- б) протромбиновый индекс;
- в) цветовой показатель;
- г) гематокрит.

25. У пациента сразу после переливания донорской эритроцитарной массы появились онемение в области носогубного треугольника, судороги. Данное осложнение можно объяснить следующим образом:

- а) несовместимостью крови реципиента и донора по системе АВО, либо Резус;
- б) психоэмоциональным возбуждением пациента;
- в) гипокальциемией (снижением уровня свободного кальция в крови) вследствие его связывания цитратом натрия, являющегося консервантом и неотъемлемым компонентом препаратов донорской крови;
- г) повышением объема циркулирующей крови вследствие введения в кровь пациенту дополнительной жидкости в виде эритроцитарной массы.

26. С каким важным эволюционным событием может быть связан представленный на рисунке рост количества видов отдельных отрядов насекомых?



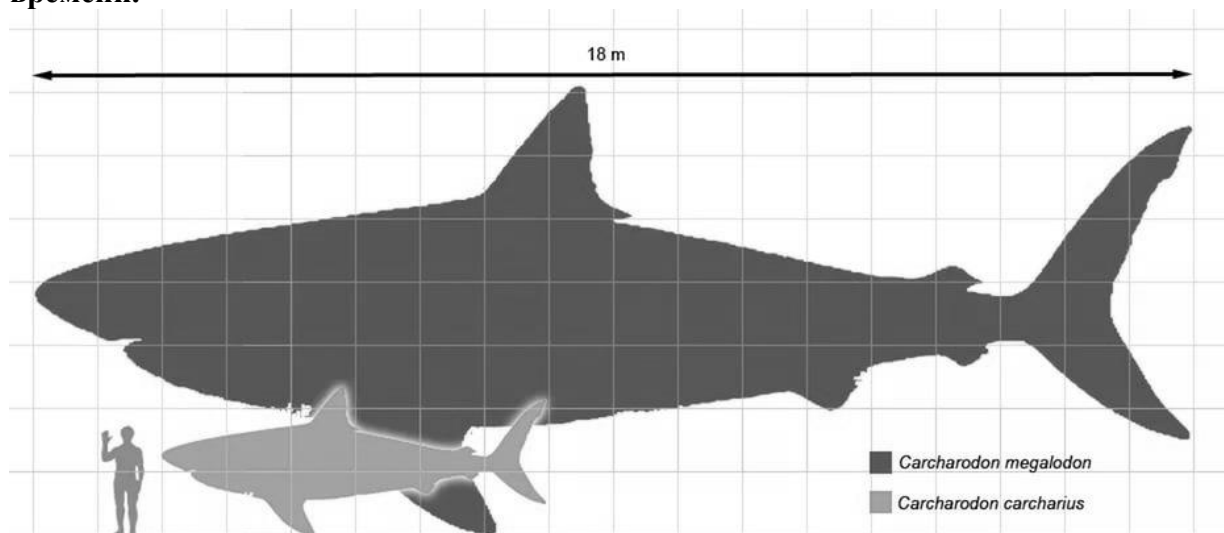
- а) потепление климата;
- б) выход насекомых на сушу;
- в) появление и биологический прогресс цветковых растений;
- г) вымирание хищных динозавров.

27. Южная Америка, отделившаяся от других континентов в результате распада мезозойского суперматерика Гондваны, долгое время (около 30 миллионов лет) находилась в изоляции. Развитие её животного мира шло совершенно независимо, что привело к формированию эндемичных отрядов млекопитающих, объединённых в надотряд «южноамериканских копытных». Некоторые из них были внешне похожи на слонов (пиротерии), тапиров и носорогов (астратерии), лошадей и верблюдов (литоптерны), бегемотов и кроликов (нотонгуляты). Все они вымерли после образования Панамского перешейка, соединившего Южную и Северную Америку около 2,5 миллионов лет назад.



Такое внешнее сходство объясняется:

- случайным совпадением;
 - результатом целенаправленной эволюции (ногогенеза);
 - появлением аналогичных признаков у разных по происхождению организмов в сходных условиях среды;
 - параллельным развитием от общих неспециализированных предков.
28. Самая большая плотоядная акула мегалодон (*Carcharodon megalodon*) жила в миоценовом и плиоценовом периодах кайнозойской эры (20 – 2,6 миллионов лет назад) и была самым крупным морским хищником того времени.



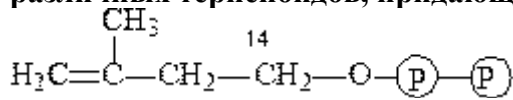
В мезозойской эре акулы никогда не достигали таких размеров. В настоящее время также нет хищных акул такого гигантского размера. Это может быть вызвано:

- отсутствием подходящей крупной добычи, необходимой чтобы прокормиться;
- медленными темпами размножения и роста, не позволяющим акулам дорасти до максимального размера;
- изменением химического состава морской воды, в которой сегодня отсутствуют микроэлементы, стимулировавшие выработку гормона роста;
- конкуренцией со стороны крупных морских рептилий (плиозавров и мозазавров) в мезозое и со стороны зубатых китов сегодня.

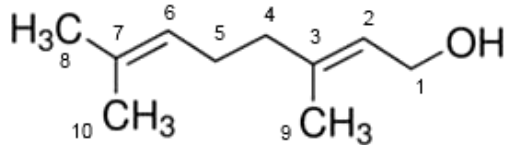
- 29. В процессе анаэробного окисления аммония (анаммокс) происходит сопряженное восстановление:**
- сульфата;
 - молекулярной серы;
 - нитрита;
 - нитрата.
- 30. Первые стадии фиксации молекулярного азота и связанного с ней биосинтеза азотсодержащих соединений клетки катализируются следующими ферментами:**
- нитрогеназа, глутаминсинтетаза, глутаматсинтаза;
 - нитрогеназа, аланиндезаминаза, пируватсинтаза;
 - нитрогеназа, пируватсинтаза, пептидаза;
 - нитрогеназа, аланинсинтаза, пептидаза.
- 31. Наружной мембраны в клеточной стенке не имеют следующие бактерии:**
- стрептомицеты, микрококки, гелиобактерии;
 - микобактерии, стрептомицеты, планктомицеты;
 - гелиобактерии, микрококки, планктомицеты;
 - клостридии, бациллы, азотобактер.
- 32. Значение ионов железа для бактериальных клеток в том числе состоит в том, что оно:**
- может быть донором электронов в некоторых вариантах дыхательного метаболизма;
 - может быть акцептором электронов в некоторых вариантах бродильного метаболизма;
 - является обязательным компонентом всех протетических групп ферментов;
 - в виде гидроксидов может укреплять клеточную стенку, взаимодействуя с тейхоевыми кислотами.
- 33. К важным факторам вирулентности вируса гриппа В можно отнести:**
- поверхностный белок нейраминидазу, отвечающий за инвазию нейронов, что приводит к возникновению болевого синдрома и возможным осложнениям в виде менингита и энцефалита;
 - способность встраивать вирусный геном в хромосомы клетки хозяина, что позволяет эффективно укрываться от внутриклеточных противовирусных систем;
 - белок гемагглютинин, расположенный на мембране вирусной частицы и необходимый для адгезии к клеткам-мишеням и последующего эндоцитоза;
 - высокую изменчивость вируса, за счет которой его гены со временем прекращают распознаваться иммунной системой организма хозяина.
- 34. Грудное молоко содержит галактоолигосахариды и фруктоолигосахариды, выполняющие важную функцию в организме вскармливаемого младенца, так как:**
- угнетают рост патогенных микроорганизмов путем конкурентного ингибирования ферментов начального этапа гликолиза;
 - служат преимущественно субстратом для кишечных микробионтов, так как не усваиваются в тонком кишечнике ребенка;
 - препятствуют селективному росту бифидобактерий, обитающих в протоках молочных желез и могущих попасть в ребенка;
 - после расщепления кишечными симбионтами могут служить заменой лактозы в случае лактазной недостаточности у младенца.
- 35. У животных большинство белков наружной мембраны гликозилировано на внеклеточных участках. Присоединение углеводных остатков осуществляется:**
- ферментами, находящимися в тканевой жидкости;
 - ферментами цитоплазмы с внутренней стороны мембраны, после чего белок переходит на внешнюю сторону;

- в) ферментами эндоплазматического ретикулума;
- г) цитоплазматическими ферментами на рибосоме в процессе синтеза белка.

36. Изопентенилпирофосфат является мономерным предшественником в синтезе различных терпеноидов, придающих запах цветкам и плодам растений.

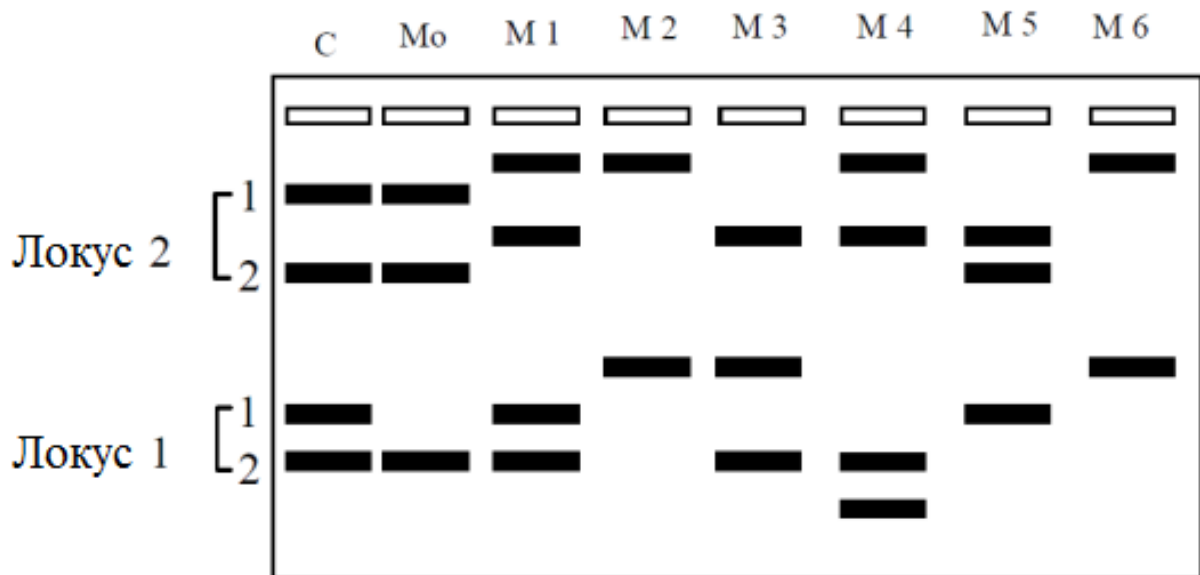


Изопентенилпирофосфат, меченый радиоактивным углеродом С14 в указанном в формуле положении, добавили к гомогенату листьев. В каком положении будет находиться радиоактивный углерод в образующемся гераниоле?



- а) 1 и 5;
- б) 5 и 10;
- в) 4 и 5;
- г) 9 и 10.

37. На рисунке показаны результаты электрофореза микросателлитной ДНК двух локусов цыпленка (С), его матери (Мо) и шести петухов (М1-М6) из этого курятника.



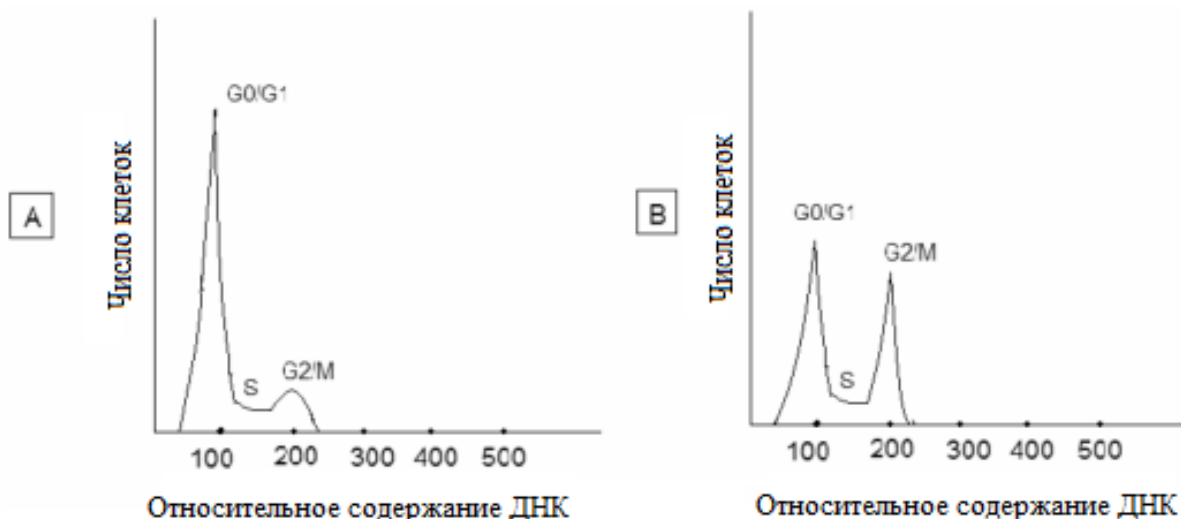
Согласно этим данным:

- а) биологическим отцом цыпленка является петух М1;
- б) биологическим отцом цыпленка является петух М5;
- в) петухи М2 и М3 с равной вероятностью могут быть биологическими отцами цыпленка;
- г) биологического отца установить нельзя, так как для однозначного ответа нужно проанализировать, по меньшей мере, три локуса.

38. Анализ первичной структуры мутантного белка показал, что его аминокислотная последовательность полностью не соответствует последовательности белка дикого типа. Это является результатом:

- а) миссенс-мутации;
- б) нонсенс-мутации;
- в) молчащей мутации;
- г) сдвига рамки считывания.

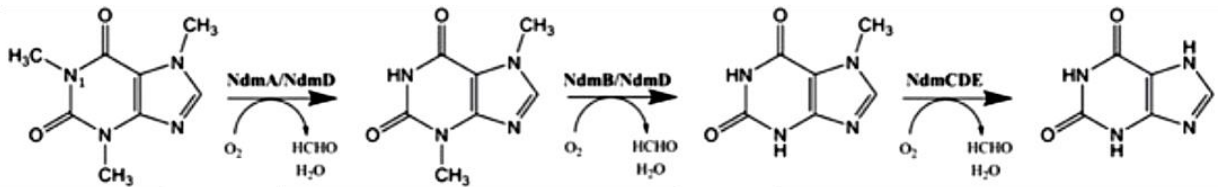
39. На графике А показано типичное распределение нормально делящихся клеток по стадиям клеточного цикла, а на графике В – распределение после обработки этих клеток в течение 24 часов белком «Х» с неизвестной функцией.



Согласно приведенным графикам белок «Х» действует как:

- ингибитор перехода $G_0 \rightarrow G_1$;
 - ингибитор перехода $G_1 \rightarrow S$;
 - ингибитор перехода $G_2 \rightarrow M$;
 - индуктор апоптоза.
40. Сколько видов гамет у гибридов поколения F_1 (x), генотипов у поколения F_2 (y) и фенотипов у поколения F_2 (z) можно ожидать при скрещивании $AABbCC \times aabbcc$?
- (x) 16, (y) 24, (z) 16;
 - (x) 8, (y) 27, (z) 8;
 - (x) 8, (y) 64, (z) 16;
 - (x) 8, (y) 32, (z) 16.
41. У кузнечиков дикого типа цвет тела зеленый, а розовый цвет тела обусловлен рецессивной мутацией гена, локализованного в X хромосоме. При скрещивании розовой самки с самцом дикого типа в потомстве:
- все самки будут зеленые, а все самцы розовые;
 - половина всех самцов и всех самок будут розовые;
 - все потомство будет розовым независимо от пола;
 - все потомство будет зеленым независимо от пола.
42. Ученый исследует белок SNAP25B, участвующий в процессе экзоцитоза. Известно, что SNAP25B прикрепляется к плазматической мембране посредством остатка пальмитиновой кислоты, прикрепленного к одному из остатков цистеина. Ученый хочет получить мутацию белка SNAP25B, которая предотвратит присоединение пальмитиновой кислоты, но не вызовет значительных изменений в структуре белка. Для этого ученый должен произвести замену цистеина на:
- серин;
 - аргинин;
 - глутамат;
 - триптофан.
43. Кофейный жук (*Hypothenemus hampei*) является одним из основных вредителей кофе. Суммарный ежегодный ущерб, наносимый кофейным жуком, составляет порядка 500 млн. долларов. В отличие от других насекомых, для которых потребление кофеина приводит к отравлению, кофейный жук приобрел устойчивость к кофеину за счет живущих в его кишечнике симбиотических бактерий. Эти бактерии расщепляют кофеин до безвредных продуктов. На

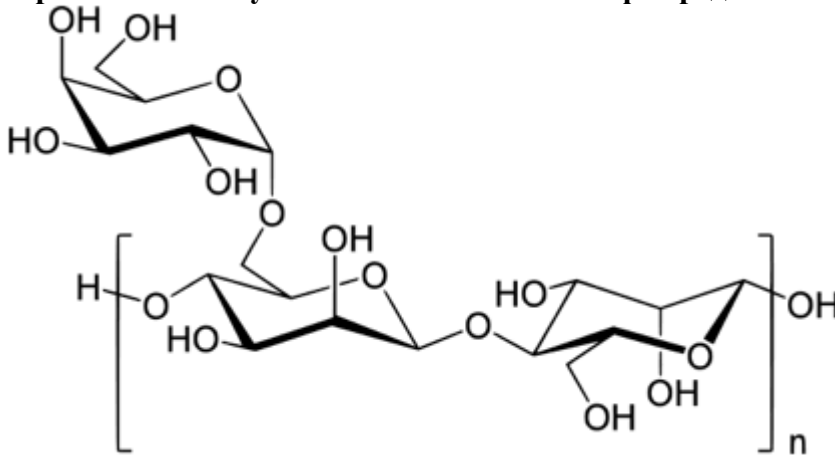
рисунке ниже приведена схема расщепления кофеина.



Ферменты, участвующие в процессе расщепления кофеина (NdmA, NdmB, NdmD, NdmCDE), по своей каталитической природе являются:

- а) дегидрогеназами;
- б) монооксигеназами;
- в) пероксидазами;
- г) гидролазами.

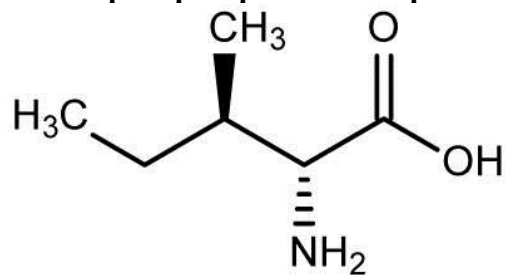
44. Значительная часть сухой массы кофейных семян представляют галактоманнаны. Фрагмент молекулы галактоманнана кофе представлен на рисунке ниже.



Большинство животных неспособны их переваривать, однако кофейный жук приобрел ферменты, расщепляющие галактоманнаны, от своих симбиотических бактерий, путем горизонтального переноса генов. Можно предположить, что по своей каталитической активности эти ферменты являются:

- а) 1,4-альфа-гликозидазами;
- б) 1,4-бета-гликозидазами;
- в) 1,3-альфа-гликозидазами;
- г) 1,3-бета-гликозидазами.

45. На рисунке представлена химическая структура аминокислоты лейцина - одной из самых распространенных протеиногенных аминокислот.



Какая доля лейцина, получаемого при химическом синтезе в пробирке из оптически неактивных веществ будет идентична изомеру лейцина, входящему в состав белков:

- а) 100%;
- б) 75%;
- в) 50%;
- г) 25%.

46. Александр Михайлович выделил клетки феохромоцитомы (опухоль мозгового вещества надпочечника) крысы и поместил их в питательную среду. Через некоторое время он добавил к полученной культуре клеток несколько капель раствора хлорида калия и наблюдал интенсивное выделение адреналина клетками. Он без труда интерпретировал результаты своих наблюдений, сделав

вывод, что хлорид калия:

- а) приводит к осмотическому шоку, в результате которого клетки увеличиваются в объеме и лопаются, высвобождая содержащийся в них адреналин;
- б) связывается с внутриклеточными рецепторами, запускающими биосинтез адреналина;
- в) активирует работу Na/K-АТФазы, что приводит к гиперполяризации мембраны и секреции адреналина через специфические белки-переносчики;
- г) приводит к деполяризации мембраны клеток и поступлению в них кальция, что в свою очередь запускает экзоцитоз везикул, содержащих адреналин.

47. Корабельный червь – морской двустворчатый моллюск, питающийся древесиной. Недавно было показано, что корабельный червь обладает уникальной среди эукариот способностью синтезировать свою собственную целлюлазу, что облегчает потребление пищи растительного происхождения. Наличие гена целлюлазы в геноме корабельного червя легче всего объяснить:

- а) мутацией гена амилазы, позволившей расщеплять целлюлозу;
- б) перетасовкой экзонов, в результате чего из нескольких генов корабельного червя сформировался ген целлюлазы;
- в) наличием целлюлазы у общего предка двустворчатых моллюсков;
- г) горизонтальным переносом гена от симбиотических бактерий.

48. Метод клеточных культур – один из распространенных методов, применяемых в современных биологических исследованиях. Он заключается в том, что клетки тканей животных (или растений) выделяют из организма и выращивают в специально подготовленной среде. В случае с клетками млекопитающих, среда обычно содержит сыворотку крови телят или козлят. Для приготовления среды сыворотку обычно инкубируют при 56°C в течении 30 мин. Эта термическая обработка необходима, поскольку:

- а) термическая обработка приводит к расщеплению белков до аминокислот, которые являются питательным субстратом для клеток;
- б) термическая обработка убивает бактерии, содержащиеся в сыворотке;
- в) термическая обработка приводит к инаktivации компонентов системы комплемента, которые могут вызывать гибель клеток;
- г) термическая обработка приводит к превращению фибриногена, содержащегося в плазме, в фибрин.

49. Ученый выделил клетки из мозга крысы и поместил их в питательную среду в специальный флакон (изображен на рисунке), после чего поместил его в инкубатор на несколько дней для наращивания клеточной массы. Затем ученый собрал клетки, выросшие в этом флаконе, и пересадил десятую долю в новый флакон. Такую операцию он повторил еще несколько раз. Можно предположить, что после серии пересевов, в полученной клеточной культуре мозга будут доминировать клетки:

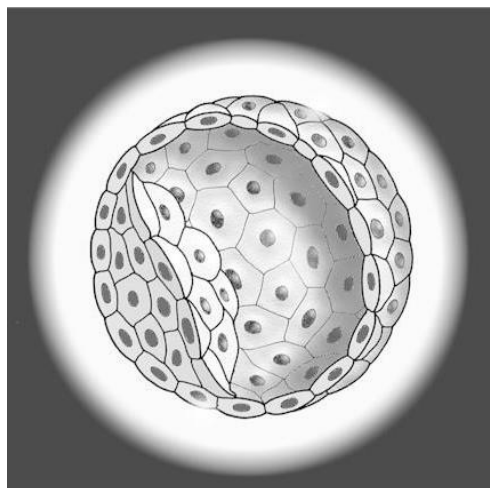
- а) мотонейроны;
- б) клетки Пуркинью;
- в) дофаминэргические нейроны;
- г) астроциты.



50. Созревание ооцитов и раннее развитие эмбриона дрозофилы зависит от мРНК некоторых генов, которые переносятся в ооцит из окружающих его клеток материнского организма. Иногда в этих генах происходят летальные мутации, нарушающие их функции и несовместимые с нормальным развитием эмбриона. В случае такой мутации, гибель потомков будет характерна для скрещивания:
- самца, гомозиготного по рецессивной летальной мутации, и самки дикого типа;
 - самца, гетерозиготного по доминантной летальной мутации, и самки дикого типа;
 - самки, гомозиготной по рецессивной летальной мутации, и самца дикого типа;
 - самки и самца, гетерозиготных по одинаковой рецессивной летальной мутации.

51. На рисунке изображена одна из стадий эмбрионального развития:

- мышь;
- курица;
- муха;
- лосось.



52. Рецессивные мутации белоглазости *white* (*w*) и жёлтого цвета тела *yellow* (*y*) у дрозофилы произошли в генах, находящихся на X-хромосоме. Гомозиготную белоглазую самку с нормальным серым телом скрестили с красноглазым самцом с жёлтым телом. В полученном потомстве будут:

- все потомки дикого типа (серые и красноглазые);
- самцы с белыми глазами и самки с красными глазами, все мухи серого цвета;
- самки с белыми глазами и самцы с красными глазами, все мухи жёлтого цвета;
- красноглазые самки с жёлтым телом и белоглазые самцы с серым телом.

53. Два сорта томатов были скрещены для получения гибридов F_1 , которые затем три сезона подвергались самоопылению. Какая доля генов, гетерозиготных у растения F_1 , останется в гетерозиготном состоянии у растения F_4 ?

- 12,5%;
- 25%;
- 37,5%;
- 50%.

54. В анализирующем скрещивании дигетерозиготы по сцепленным генам было получено расщепление потомства по 2 признакам на 4 фенотипических класса в соотношении 42% : 38% : 11% : 9%. Расстояние между генами, отвечающими за эти признаки, составляет:

- 10 сантиморганид;
- 20 сантиморганид;
- 40 сантиморганид;
- 80 сантиморганид.

55. Белая окраска кошек зависит от нескольких генов, среди которых аутосомный ген *W*, доминантная мутация в котором приводит к нарушению миграции меланобластов и белой окраске, и не сцепленный с ним аутосомный ген *c*, рецессивная мутация в котором приводит к альбинизму. Для скрещиваний кошки Василисы генотипа *CCWw* и кота Василия с генотипом *ccww* наиболее вероятно, что:

- оба родителя белые, все котята белые;
- оба родителя белые, половина котят белые, половина – окрашенные;
- оба родителя белые, 3/4 котят белые, 1/4 – окрашенные;
- мать окрашенная, отец белый, 3/4 котят окрашенные, 1/4 – белые.

56. Вы спите и вдруг в дверь вашей спальни стучат ваши родители, чтобы Вас разбудить и позавтракать вместе с Вами. В Вашем холодильнике есть сок, молоко,

хлеб и банка джема. Что в этой ситуации будет открыто Вами первым?

- а) потенциал-зависимые Ca^{2+} - каналы мышц, поднимающих веко;
- б) потенциал-зависимые Na^{+} - каналы слухового нерва;
- в) механочувствительные K^{+} - каналы волосковых клеток улитки;
- г) кальций-зависимые Cl^{-} - каналы таламуса.

57. Учитывая, что в наследовании групп крови по системе АВО принимает участие не только ген гликозилтрансферазы *ABO*, но и взаимодействующий с ним по механизму рецессивного эпистаза ген фукозилтрансферазы *h* (мутация которого в гомозиготе известна как «Бомбейский феномен»), наибольшее число разных генотипов по генам *ABO* и *h* встречается среди людей с группой крови:

- а) А; б) В; в) АВ; г) О.

58. Для генной инженерии несколько лет назад начали использовать белок Cas9, впервые описанный у стрептококков. Он является РНК-направляемой ДНК-эндонуклеазой (связывает короткую гидовую РНК и разрезает комплементарную ей двунитевую ДНК). Если сравнить Cas9 с традиционными ферментами генной инженерии, то можно утверждать, что фермент Cas9 является аналогом:

- а) рестриктаз;
- б) лигаз;
- в) топоизомераз;
- г) ДНК-полимераз.

59. Стрептококки используют Cas9 в системе CRISPR-Cas, в которой гидовые РНК синтезируются со специального участка генома, названного локус CRISPR. В этот локус копируются фрагменты экзогенной ДНК, попадающей в клетки бактерий. Белок Cas9 используется стрептококками для:

- а) подавления иммунной системы хозяина;
- б) защиты от бактериофагов;
- в) репликации геномной ДНК;
- г) транскрипции.

60. У собак часто встречается рецессивная глухота, не сцепленная с полом. Вероятность того, что в помете от здоровых родителей, у которых раньше уже были глухие щенки, все четыре щенка из четырех будут нормально слышать, равна:

- а) 1;
- б) 3/4;
- в) 81/256;
- г) 39/64.

Часть 2. Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5). Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **90** (по 2,5 балла за 36 тестовых заданий). Индексы верных ответов (В) и неверных ответов (Н) отметьте в матрице знаком «Х». Образец заполнения матрицы:

№	?	а	б	в	г	д
...	в		X	X		X
	н	X			X	

1. В жизненном цикле нижеперечисленных водорослей встречаются гаплоидные и диплоидные стадии. У кого из этих водорослей гаметы образуются митотически?

- а) пиннулярия (диатомовая водоросль);
- б) порфира (красная водоросль);
- в) морская капуста — ламинария (бурая водоросль);
- г) фукус (бурая водоросль);
- д) нителла (харовая водоросль).

2. **Стигма в клетках зеленых водорослей:**

- а) представляет собой флавиновый фоторецептор;
- б) представляет собой родопсиновый фоторецептор;
- в) совокупность липидных глобул с каротиноидными пигментами;
- г) расположена только в пластидах;
- д) расположена только в цитоплазме.

3. **Протонема сфагнома (*Sphagnum*) является гаметофитом (гаплобионтом), т.к.:**

- а) на верхушке протонемы формируется пластинка с немногочисленными ризоидами, а за счет деления клеток краевой меристемы пластинка становится многолопастной;
- б) с ее помощью может происходить вегетативное размножение;
- в) она формируется при прорастании гаплоидной мейоспоры и имеет гаплоидный набор хромосом в ядре каждой клетки;
- г) при массовом высевании спор образуется много протонем, каждая из которых могла бы продуцировать по несколько облиственных побегов;
- д) из нее путем митоза формируется пластинка с ризоидами, из которой развиваются облиственные побеги с архегониями и антеридиями.



4. **Для объяснения механизма развития цветка с точки зрения молекулярной генетики и биологии развития была придумана модель ABC (рисунок слева).**

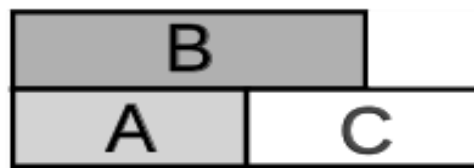
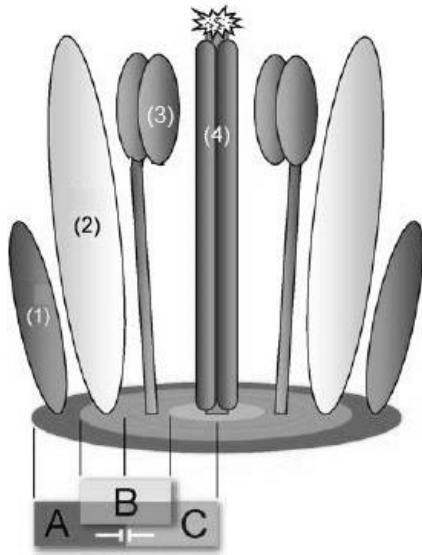


Диаграмма (рисунок справа) показывает действие транскрипционных факторов на генеративный апекс побега согласно модели ABC развития цветка у таких растений как:

- а) тюльпан; б) ива; в) паслен; г) горох; д) арабидопсис.

5. **Видоизмененные (метаморфизированные) корни не могут выполнять функции:**

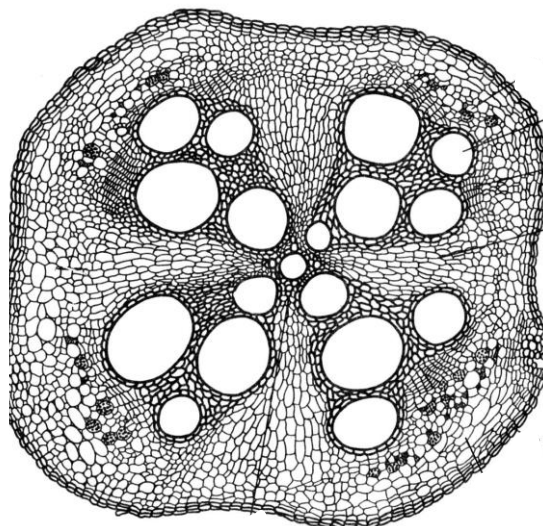
- а) опорную;
- б) запасную;
- в) дыхательную;
- г) ассимиляционную;
- д) водопоглощающую.

6. **Чешуйчатая корка чаще всего встречается у таких растений как:**

- а) сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*);
- б) дуб черешчатый (*Quercus robur*);
- в) липа сердцелистная (*Tilia cordata*);

- г) клен платанолистный (*Acer platanoides*);
- д) рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*).

7. На рисунке изображен поперечный разрез вторично утолщенного корня тыквы (*Cucurbita pepo*). По анатомическому строению эти корни кажутся сходными со стеблем. Однако при внимательном рассмотрении можно обнаружить отличительные признаки, характерные только для вторично утолщенного корня:
- а) наличие открытых биколлатеральных проводящих пучков;
 - б) участки экзархной первичной ксилемы в основании лубодревесных лучей;
 - в) наличие открытых коллатеральных проводящих пучков;
 - г) наличие перидермы;
 - д) отсутствие уголковой колленхимы в коре.

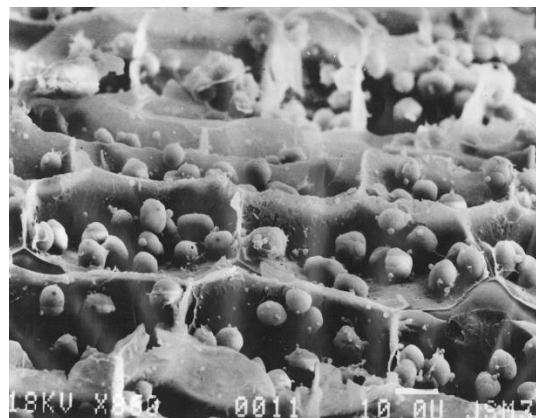


8. В эксперименте алейроновый слой семян овса был разрушен химической обработкой, после чего семена потеряли всхожесть. Чтобы восстановить всхожесть таких семян, их необходимо обработать:

- а) раствором глюкозы и обеспечить стерильные условия;
- б) слабым раствором абсцизовой кислоты;
- в) гиббереллинами;
- г) амилазой;
- д) протеазами.

9. В клетках гаусторий и примыкающих к ним тканей паразитических растений содержится много крахмала (см. рисунок). Какие функции он может выполнять?

- а) запас питательных веществ;
- б) регуляция транспирации;
- в) стимуляция синтеза амилазы;
- г) регуляция сосущей силы гаусторий за счет изменения осмотического давления;
- д) обеспечение быстрого роста клеток растяжением.



10. В листьях олеандра (*Nerium oleander*) молекулы воды могут осуществлять путь в следующей последовательности:

- а) сосуды ксилемы → камбий → флоэма → мезофилл → воздухоносная полость → устьичная щель → передний дворик → пространство крипты;
- б) передний дворик → устьичная щель → задний дворик → воздухоносная полость → клетки мезофилла → трахеиды или сосуды;
- в) сосуды ксилемы → мезофилл → воздухоносная полость → задний дворик → устьичная щель → передний дворик → пространство крипты;
- г) флоэма → мезофилл → камбий → воздухоносная полость → задний дворик → устьичная щель → передний дворик → пространство крипты;
- д) сосуды ксилемы → камбий → флоэма → мезофилл → задний дворик → устьичная щель.

11. Какие экологические группы, стратегии и жизненные формы предков могли оказаться преадаптивными в ходе эволюции цветковых растений в направлении паразитизма?

- а) лианы;
- б) нейстофиты;
- в) эпифиты;
- г) микоризообразователи;
- д) гелиофиты.

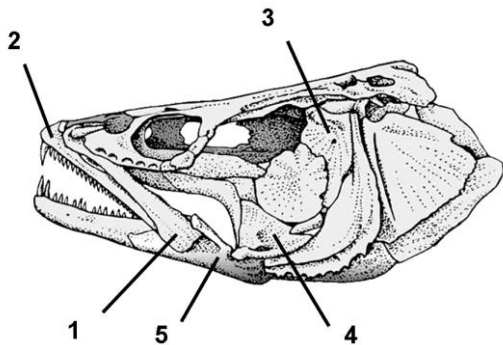
12. Фотохимическую функцию разделения зарядов у растений выполняет пигмент, для которого подходят следующие характеристики:

- а) его эмпирическая формула – $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$;
- б) при потере молекулой атома Mg и замене его на два атома водорода он превращается в ксантофилл;
- в) молекула состоит из порфиринового кольца в составе дикарбоновой кислоты – хлорофиллина, этерифицированной остатком фитола;
- г) легкорастворим в ацетоне, этаноле, метаноле, бензоле;
- д) диапазон длин волн, в котором у него имеются максимумы поглощения, от 420 до 550 нм.

13. Мышцы ракообразных отличаются от мышц млекопитающих:

- а) отсутствием миозина;
- б) отсутствием поперечной исчерченности мышечных клеток;
- в) к одной мышце могут подходить несколько мотонейронов;
- г) способностью генерировать сокращения с частотой, превышающей поступающие к ним потенциалы действия;
- д) наличием тормозных синапсов.

14. У костистых рыб в черепе присутствуют как первичные челюсти (кости, возникшие на основе замещения хряща), так и вторичные (кости, имеющие покровное происхождение).



У млекопитающих в отличие от других наземных позвоночных часть костей первичной челюсти сильно редуцируются и становятся элементами одной из сенсорных систем. Что это за кости?

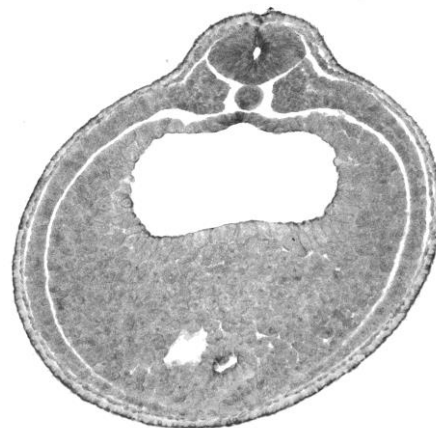
- а) верхнечелюстная (1);
- б) предчелюстная (2);
- в) подвесок (3);
- г) квадратная (4);
- д) сочленовная (5).

15. У позвоночных длинные трубчатые кости всегда полые внутри. Преимущество такого строения заключается в том, что только такие кости:

- а) хранят и защищают костный мозг;
- б) обеспечивают прикрепление сухожилий;
- в) являются более прочными, чем сплошные кости, построенные из такого же по массе количества материала;
- г) могут формировать суставы;
- д) хорошо срастаются после переломов.

16. **Обязательным условием видообразования у животных является возникновение репродуктивной изоляции между исходным и вновь образовавшимся видом. Она может проявиться в том, что:**
- представители нового вида заселяют новую территорию и никогда не встречаются с представителями исходного вида;
 - партнёры разных видов могут встречаться и спариваться, но оплодотворения не происходит;
 - из-за взаимного несоответствия генетических программ гибридные зародыши погибают на ранних стадиях развития;
 - гибридные потомки менее жизнеспособны, чем их родители, или бесплодны.
 - конкуренция приводит к полному вытеснению исходного вида вновь образовавшимся.

17. **На рисунке изображен поперечный разрез одной из стадий эмбрионального развития лягушки. К этому моменту у эмбриона уже произошло формирование:**



- бластопора;
- мезодермы;
- внезародышевых оболочек;
- хорды;
- трехкамерного сердца.

18. **Выделенные нервные волокна продолжают проводить импульсы при:**

- замене внеклеточного натрия на калий;
- замене внеклеточного натрия на белковый поликатион;
- снижении температуры с 37 до 30 градусов Цельсия;
- инактивации Na/K насоса;
- погружении в растительное масло.

19. **Если при обследовании пациента было выявлено, что электрическая ось (направление суммарного вектора кардиограммы) сердца у него расположена горизонтально, то это может свидетельствовать о том, что:**

- сердце расположено параллельно продольной оси тела;
- повреждено левое предсердие;
- у пациента инфаркт правого желудочка;
- у пациента хроническая гипертония;
- пациент здоров, просто он невысокий и коренастый.

20. **Узнают антиген с помощью рецепторов, гены которых подвергаются перестройке в ходе дифференцировки клеток:**

- В-лимфоциты;
- Т-лимфоциты;
- нейтрофилы;
- макрофаги;
- дендритные клетки.

21. **В первые несколько лет жизни у ребенка может образоваться катаракта (помутнение хрусталика) обоих глаз, что приводит к полной потере зрения при сохранной функции сетчатки. С развитием офтальмохирургии во второй половине XX века появилась возможность удаления катаракты и пересадки трупного хрусталика. Подобные операции проводились не только детям после постановки диагноза, но и взрослым, прожившим не один десяток лет слепыми и адаптировавшимся к своему недугу. Выберите правильные утверждения:**
- при возникновении катаракты во взрослом или пожилом возрасте проведение описанной операции нецелесообразно вследствие тяжёлых необратимых изменений

структур глаза;

б) при возникновении катаракты во взрослом возрасте проведение описанной операции целесообразно вследствие сохранности периферического отдела зрительного анализатора;

в) при возникновении катаракты в раннем детстве проведение описанной операции нецелесообразно вследствие неполного развития центрального отдела зрительного анализатора;

г) при возникновении катаракты в раннем детстве проведение описанной операции целесообразно как можно быстрее вследствие неполного развития центрального отдела зрительного анализатора;

д) при возникновении катаракты в раннем детстве проведение описанной операции во взрослом или пожилом возрасте нецелесообразно вследствие неполного развития центрального отдела зрительного анализатора.

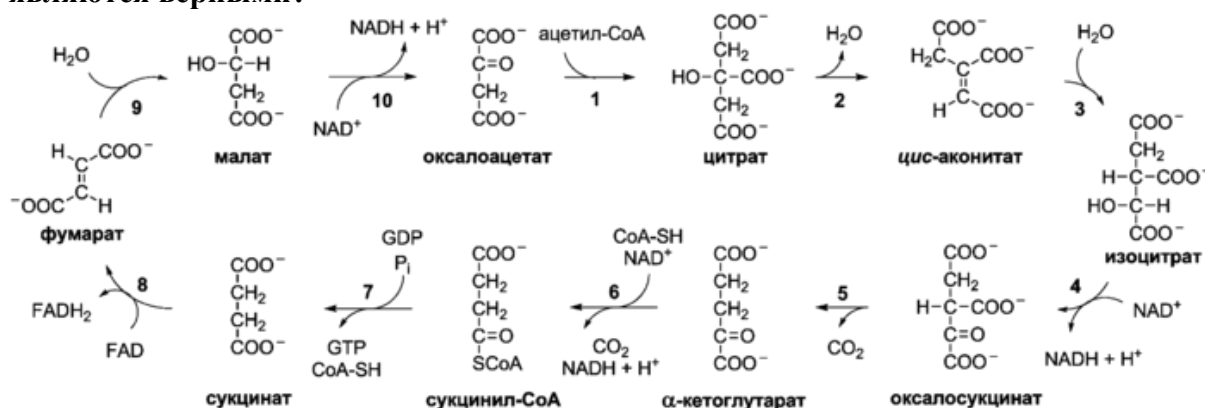
- 22. Для оценки объёма кровопотери в неотложной медицине часто пользуются расчётной формулой индекса шока (ИШ) Альговера. Для этого производят деление численного значения пульса пострадавшего на его систолическое артериальное давление (АД). Из нижеприведенных суждений верными являются:**
- а) у здорового человека ИШ не превышает значения 1,0;
 - б) чем больше объем кровопотери, тем выше ИШ Альговера;
 - в) ИШ Альговера не может иметь отрицательное значение;
 - г) в случае критической кровопотери, когда невозможно определить АД, расчет ИШ Альговера невозможен;
 - д) максимальное значение ИШ Альговера может превышать значение 300.
- 23. Врач А. в свободное от приема пациентов время решил провести следующий эксперимент. Он смешал образец (20 мл) своей крови с образцом (20 мл) крови неизвестной группы (по АВО) своего лучшего друга. Никакой реакции не произошло. Затем он прилил к капле из полученной смеси крови Цоликлон анти-АВ (препарат, содержащий смесь рекомбинантных антител к агглютиногенам А и В), в результате чего произошла агглютинация (выпал осадок). Выберите верные суждения:**
- а) у врача и его друга совершенно точно одинаковая группа крови по системе АВО;
 - б) у врача и его друга совершенно точно одинаковая группа крови по системе Резус;
 - в) у врача совершенно точно I (O) группа крови по системе АВО;
 - г) у врача может быть любая группа крови по системе АВО;
 - д) у врача может быть любая группа крови, кроме I(O), по системе АВО.
- 24. Жидкие питательные среды для выращивания микроорганизмов можно сделать плотными, добавив в нужной концентрации загуститель (такой как агар-агар или желатин). Это может потребоваться исследователю для того, чтобы:**
- а) накопить как можно больше биомассы микроорганизма;
 - б) разделить чистые культуры микроорганизмов;
 - в) определить наличие протеолитической активности у микроорганизма;
 - г) определить чувствительность микроорганизма к антибиотику диско-диффузионным методом;
 - д) вырастить только азотфиксирующих бактерий.
- 25. Данные молекулярно-биологических исследований показывают, что в настоящий момент микробиологи умеют выращивать в виде чистых культур не более 1% от всего разнообразия прокариот. К причинам такого положения дел можно отнести:**
- а) облигатный внутриклеточный паразитизм некоторых патогенных бактерий;
 - б) облигатный симбиоз некоторых микроорганизмов друг с другом;
 - в) наличие комменсальных бактерий-сателлитов у некоторых крупных цианобактерий;
 - г) сложность культивирования строгих анаэробов, обитающих в труднодоступных эконизах;

д) стресс, вызываемый у бактерий транспортировкой от места взятия образца в лабораторию.

26. Протеолитический фермент коллагеназа расщепляет пептидные связи в молекуле коллагена. Повышенная секреция этого фермента приведет к ослаблению:

- а) костей;
- б) сухожилий;
- в) межпозвоночных дисков;
- г) волос;
- д) ногтей.

27. На рисунке изображен некий процесс, протекающий в клетках многих живых организмов. Какие из утверждений относительно этого процесса у эукариот являются верными?



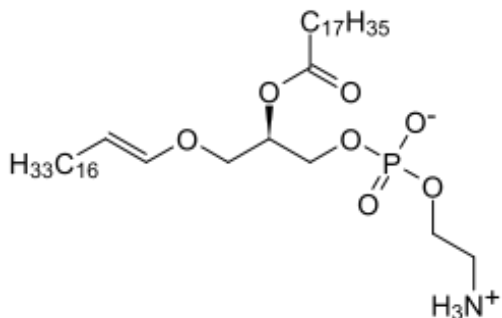
- а) этот процесс протекает в клетках животных, но не в клетках растений;
- б) этот процесс протекает в клетках растений, но не в клетках животных;
- в) этот процесс протекает в том же отделе клетки, что и образование мочевины;
- г) этот процесс протекает в том же отделе клетки, что и синтез жирных кислот;
- д) этот процесс протекает в том же отделе клетки, что и окисление жирных кислот.

28. На рисунке изображена микрофотография одной из клеточных органелл, сделанная при помощи просвечивающего электронного микроскопа. Отметьте процессы, которые могут протекать в этой органелле:



- а) синтез ДНК;
- б) синтез РНК;
- в) синтез белка;
- г) синтез C20–C24 жирных кислот;
- д) синтез гликогена.

29. На рисунке представлена структура плазмалогена – одного из липидов мембран.



В составе этой молекулы можно обнаружить связи:

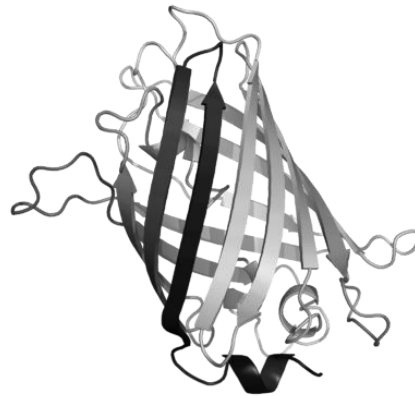
- а) сложную эфирную;

- б) простую эфирную;
- в) фосфодиэфирную;
- г) фосфоангидридную;
- д) амидную.

30. В тканях японского угря (*Anguilla japonica*), широко используемого в японской кухне, в частности, для приготовления японского деликатеса «унаги», содержится особый флуоресцентный белок UnaG, который является билирубин-связывающим белком. Только в таком комплексе UnaG проявляет свои флуоресцентные свойства. В настоящее время японский угорь – единственное позвоночное, для которого достоверно показано наличие флуоресцентного белка. Другой флуоресцентный белок GFP был получен из медузы *Aequorea victoria*. На рисунках ниже приведены реконструкции трехмерных структур молекул этих двух флуоресцентных белков, полученные на основании кристаллографических данных.



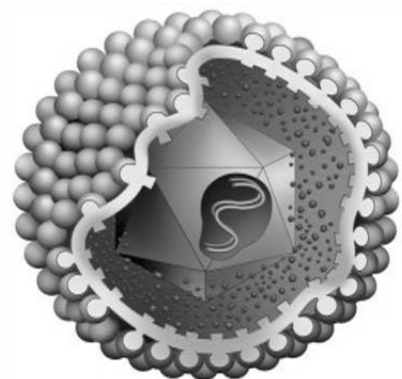
Флуоресцентный белок UnaG



Флуоресцентный белок GFP

Флуоресцентный белок UnaG в отличие от флуоресцентного белка GFP:

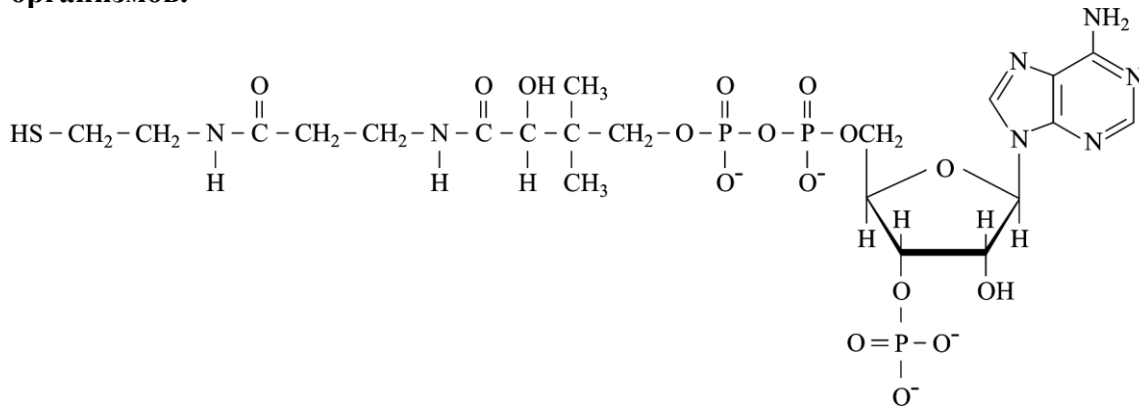
- а) является глобулярным белком;
 - б) неспособен к флуоресценции в отсутствие небелкового компонента;
 - в) содержит альфа-спирали;
 - г) содержит бета-складчатые слои;
 - д) состоит из менее чем 30 аминокислот.
31. На рисунке изображено строение вирусной частицы одного из вирусов человека. Можно утверждать, что:
- а) вирусная частица содержит суперкапсид;
 - б) в процессе инфекции вирусный капсид сливается с плазматической мембраной на поверхности клетки;
 - в) инфекция включает слияние мембран вируса и клетки;
 - г) вирусная частица несет с собой запас питательных веществ, необходимых для инфекции;
 - д) жизненный цикл вируса включает стадию обратной транскрипции.



32. При анализе аминокислотных последовательностей отдельных молекул белков в них обнаруживается довольно много (около 0,1%) неправильно включенных аминокислот. Это в основном связано с высокой частотой ошибок:
- а) ДНК-полимеразы при репликации;
 - б) РНК-полимеразы при транскрипции;
 - в) рибосомы при трансляции;

- г) аминоксил-тРНК-синтазы при связывании аминокислоты и тРНК;
 д) ферментов, осуществляющих гликозирирование белков.

33. На рисунке изображено важное вещество, участвующее в метаболизме всех живых организмов.



Это вещество:

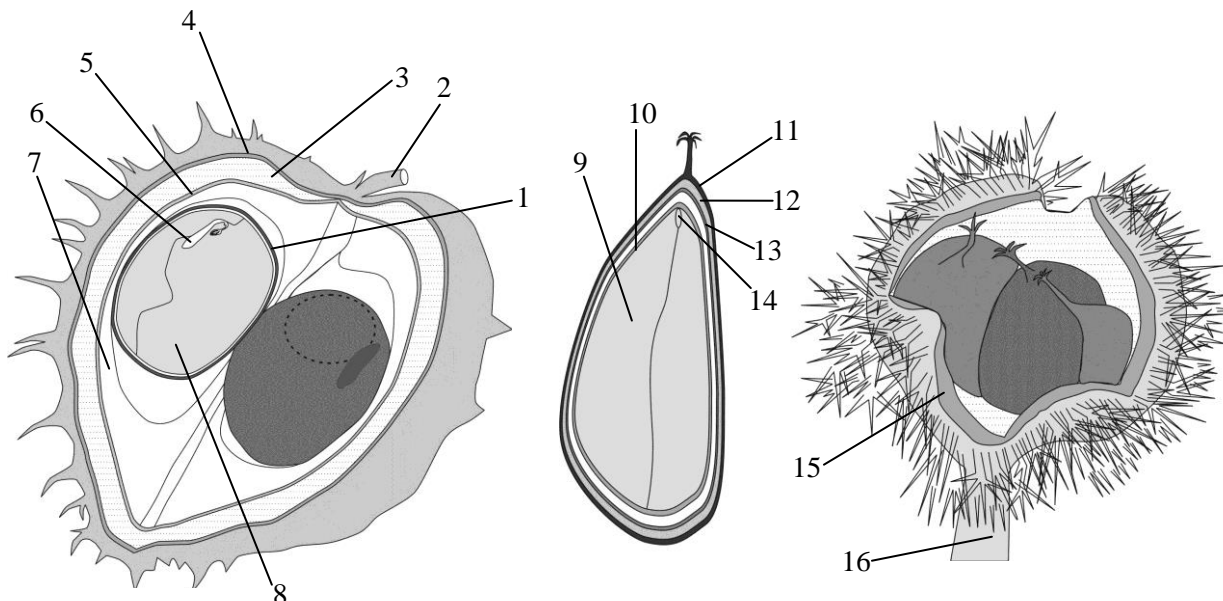
- а) участвует в окислении жирных кислот в митохондриях;
 б) функционирует преимущественно в межклеточном пространстве;
 в) с легкостью пересекает внутреннюю митохондриальную мембрану;
 г) отсутствует в цитозоле клетки;
 д) является нуклеотидом.
- 34. Программируемая гибель клеток по механизму апоптоза является важной частью органогенеза у многих животных. Апоптоз большого количества клеток можно наблюдать, изучая онтогенез и развитие:**
- а) имагинальных дисков личинки дрозофилы;
 б) пальцев задней конечности эмбриона утки;
 в) пальцев задней конечности эмбриона мыши;
 г) редуцирующегося хвоста жабы-сеголетки;
 д) Вольфова протока у эмбриона млекопитающего женского пола.
- 35. Находки хорошо сохранившихся в вечной мерзлоте туш мамонтов не являются большой редкостью. Однако, несмотря на желание некоторых ученых, клонирования этих животных путем пересадки клеточного ядра мамонта в яйцеклетку слона до сих пор не произошло. Это связано с тем, что:**
- а) яйцеклетки слона плохо выдерживают воздействие низких температур;
 б) в клетках мамонта слишком много хромосом и их теломеры слишком короткие;
 в) за тысячи лет в мерзлоте ДНК накапливает множество повреждений;
 г) для успешного клонирования нужно пересадить в яйцеклетку хромосомы из метафазной пластинки, а делящиеся клетки плохо сохраняются;
 д) при клонировании взрослого организма для успешной пересадки ядра в качестве доноров подходят только клетки в фазе G₀, которых в организме мало.



36. Для того чтобы соотношение генотипов в популяции по какому-либо гену соответствовало соотношению, предсказанному равновесием Харди-Вайнберга, необходимо чтобы:

- а) особи с разными генотипами имели бы одинаковую приспособленность;
 б) популяция была бы достаточно маленькой;
 в) в популяции было бы одинаковое число самцов и самок;
 г) в популяции присутствовали бы только два аллеля этого гена;
 д) происходил бы постоянный приток в популяцию новых особей.

3. [5 баллов] Конский каштан (*Aesculus hippocastanum*) – растение из семейства Сапиндовых (*Sapindaceae*), в которое также входят съедобные тропические представители: личи, рамбутан и лонган. Настоящий каштан (*Castanea sativa*) относят к семейству Буковых (*Fagaceae*), самый известный из представителей которых – дуб.



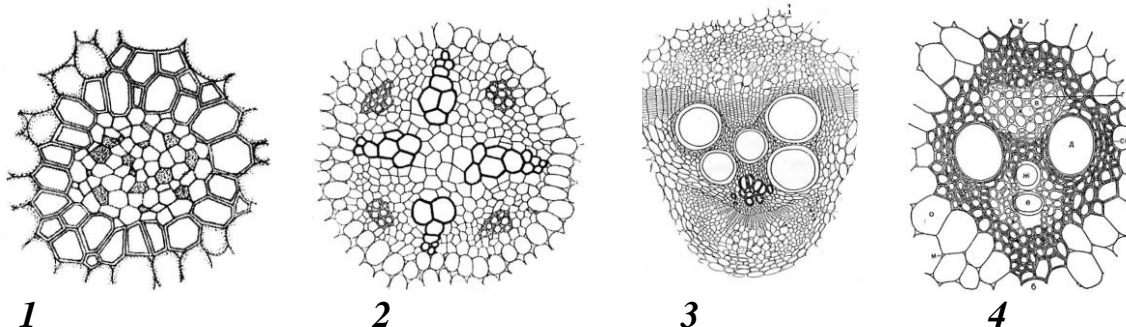
Сопоставьте структуры, отмеченные цифрами на рисунке, с их названиями.

- | | |
|--|--|
| А. Ось зародыша с корешком и почечкой. | Е. Эндокарп. |
| Б. Семядоля. | Ж. Ариллоид (структура, возникающая при разрастании тканей семяножки). |
| В. Семенная кожура. | З. Плюска. |
| Г. Экзокарп. | И. Плодоножка. |
| Д. Мезокарп. | К. Ножка соцветия. |

В случае отсутствия структуры на рисунке используйте обозначение «Х».

Структура	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
Конский каштан										
Каштан настоящий										

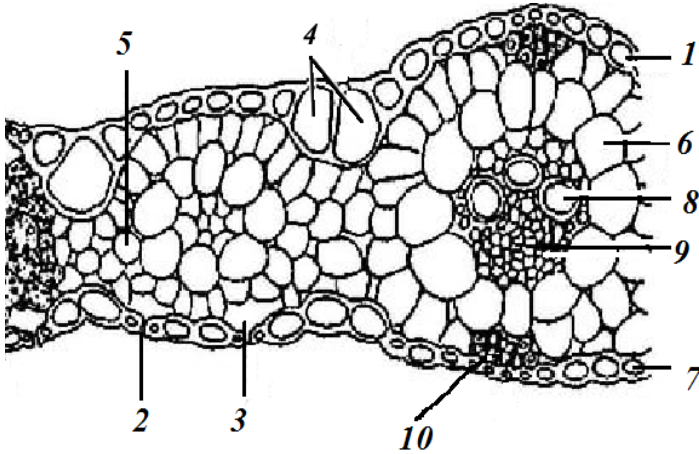
4. [2 балла] На рисунках изображены проводящие пучки покрытосеменных растений. Соотнесите характеристику типов проводящих пучков (1-4) с их буквенными обозначениями (А–Г).



- 1
А) радиальный;
Б) концентрический, амфивазальный;
- 2
В) коллатеральный, закрытый, сосудисто-волокнистый;
- 3
Г) открытый, биколлатеральный, проводящий.
- 4

Типы проводящих пучков	1	2	3	4
Обозначения				

5. [5 баллов] На рисунке изображен поперечный разрез листа проса. Соотнесите структурные элементы листа (А-Л) с их обозначениями на рисунке (1–10).



Обозначения:

- А) верхний эпидермис;
- Б) флоэма;
- В) клетки обкладки;
- Г) воздухоносная полость;
- Д) склеренхима;
- Е) устьице;
- Ж) сосуды ксилемы;
- З) пузыревидные (моторные) клетки
- И) ассимиляционная паренхима мезофилла
- К) нижний эпидермис.

Обозначения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Структурные элементы листа										

6. [4 балла] Соотнесите элементы строения листа и особенности процессов, протекающих в листьях (1–8) с растениями тех видов, у которых они присутствуют (А–Б).

Процессы:

- 1) Фиксация углерода происходит в темновую фазу фотосинтеза один раз в клетках мезофилла листа.
- 2) Предельная концентрация углекислого газа в межклетниках листа, ниже которой он не может использоваться, составляет 50-80 мкл/л.
- 3) В результате карбоксилирования фосфоенолпирувата в клетках мезофилла листа образуется оксалоацетат.
- 4) Акцептором CO₂ в клетках обкладки проводящего пучка является рибулозобисфосфат.
- 5) Фиксация углерода происходит дважды: первый раз в клетках мезофилла, второй раз - в клетках обкладки пучков.
- 6) Предельная концентрация углекислого газа, при которой он может фиксироваться в темновой фазе, может опускаться до 5-20 мкл/л.
- 7) Потери воды при синтезе 1 г сахаров составляют 450-950 г.
- 8) Потери воды при синтезе 1 г углеводов оставляют около 250-350 г.

Растения:

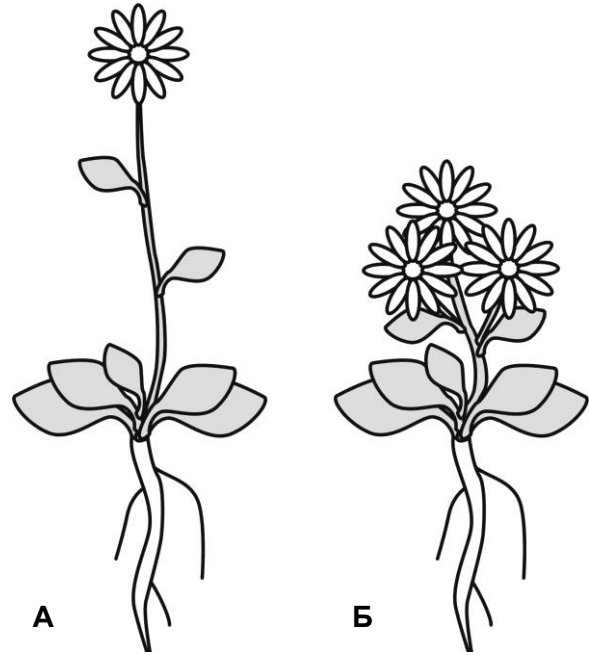
- А) сорго двуцветное (*Sorghum bicolor*) и сахарный тростник культивируемый (*Saccharum officinarum*)
- Б) рожь посевная (*Secale cereale*) и ячмень обыкновенный (*Hordéum vulgare*).

Процессы	1	2	3	4	5	6	7	8
Растения								

7. [3 балла] Стриголактоны – особая группа гормонов, синтезирующаяся в корнях растений. Если поступление минеральных солей недостаточное, биосинтез стриголактонов усиливается, они транспортируются в надземную часть, и не дают расти боковым побегам. Если в результате мутации поврежден либо биосинтез стриголактонов, либо рецепторы к стриголактонам, то даже при недостаточном питании боковые побеги активно развиваются. На рисунке ниже представлены два возможных фенотипа растения (выращены в одинаковых условиях минерального питания): А – нормальное растение (дикий тип), Б – сильно разветвленное растение (либо мутант по биосинтезу стриголактонов, либо мутант по рецепторам к стриголактонам). Вы проводите прививки в различных сочетаниях. Сопоставьте варианты прививок (1-6) с ожидаемыми фенотипами (А–Б).

Варианты прививок:

- 1) Почка дикого типа на корень мутанта по биосинтезу стриголактонов.
- 2) Почка дикого типа на корень мутанта по рецепторам к стриголактонам.
- 3) Почка мутанта по биосинтезу стриголактонов на корень дикого типа.
- 4) Почка мутанта по рецепторам к стриголактонам на корень дикого типа.
- 5) Почка мутанта по биосинтезу стриголактонов на корень мутанта по рецепторам к стриголактонам.
- 6) Почка мутанта по рецепторам к стриголактонам на корень мутанта по биосинтезу стриголактонов.



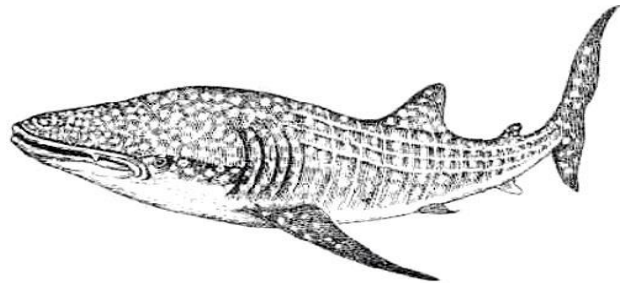
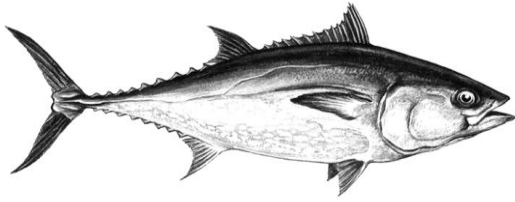
Вариант прививки	1	2	3	4	5	6
Фенотип растения						

10. [5 баллов] Соотнесите различные виды рыб (1-5) с характерными для них стратегиями питания и местами обитания (А–И).

Виды рыб:

1) Тунец

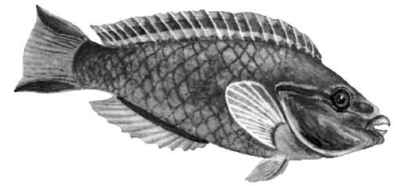
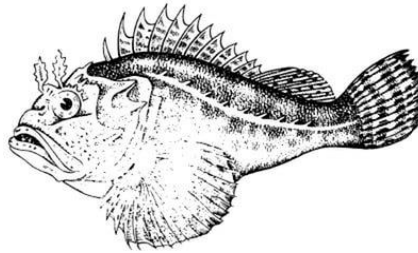
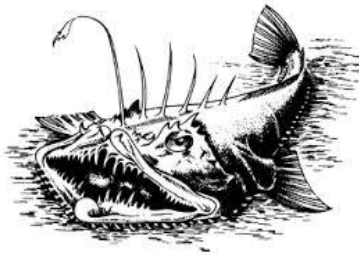
2) Китовая акула



3) Глубоководный удильщик

4) Морской ёрш (скорпена)

5) Рыба-попугай



Стратегии питания:

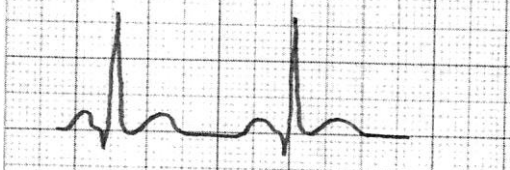
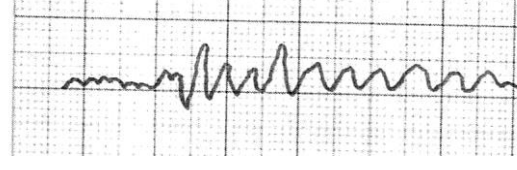
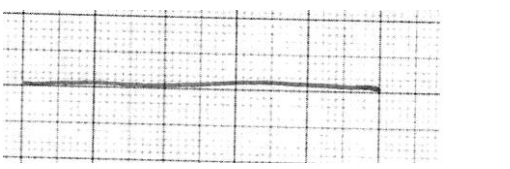


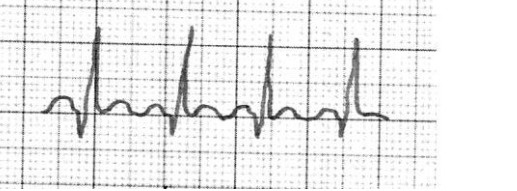
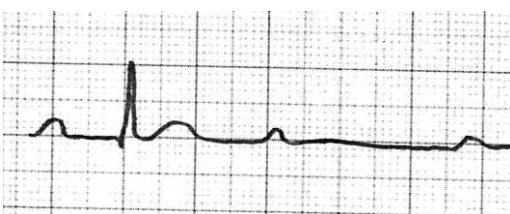
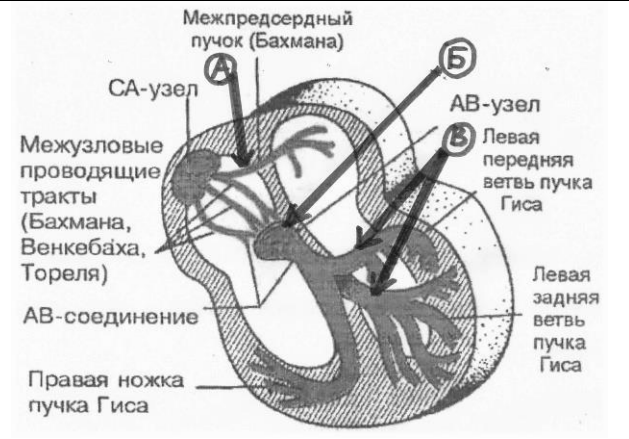
- А) подкарауливание в засаде;
- Б) разгрызание и перемалывание субстрата, на котором живут пищевые объекты;
- В) коллективная загонная охота;
- Г) фильтрация;
- Д) подманивание добычи.

Место обитания:

- Е) абиссаль;
- Ж) sublittoral, коралловые рифы;
- З) sublittoral, песчаное дно;
- И) пелагиаль, открытый океан.

Рыба	1	2	3	4	5
Питание					
Местообитание					

14. [3,5 балла] На рисунке изображена схема проводящей системы сердца человека. Соотнесите изображения представленных ниже электрокардиограмм (1 – 7) с уровнем нарушения проводимости в сердце (А – В). Если электрокардиограмме не соответствует ни один из вариантов А – В, следует в листе ответов указывать «X». Все электрокардиограммы имеют схожие скорость записи ленты, вольтаж и отведение.

1		5	
2		6	
3		7	
4		 <p>Межпредсердный пучок (Бахмана) (A) B</p> <p>СА-узел АВ-узел</p> <p>Межузловые проводящие тракты (Бахмана, Венкебаха, Тореля)</p> <p>Левая передняя ветвь пучка Гиса</p> <p>Левая задняя ветвь пучка Гиса</p> <p>АВ-соединение</p> <p>Правая ножка пучка Гиса</p>	

Электрокардиограмма	1	2	3	4	5	6	7
Уровень нарушения проводимости							

15. [3 балла] Рассмотрите схемы скелетов ископаемых рептилий (1-6). Укажите, являлась ли рептилия представителем отряда Ящеротазовые (А), отряда Птицетазовые (Б) или не являлась динозавром вообще (В). Для Ящеротазовых характерно трехлучевое строение таза, когда лобковая кость направлена перпендикулярно оси тела, для птицетазовых – четырехлучевой, когда лобковая кость имеет два выроста – передний, параллельный оси тела, и задний, параллельный седалищной кости.

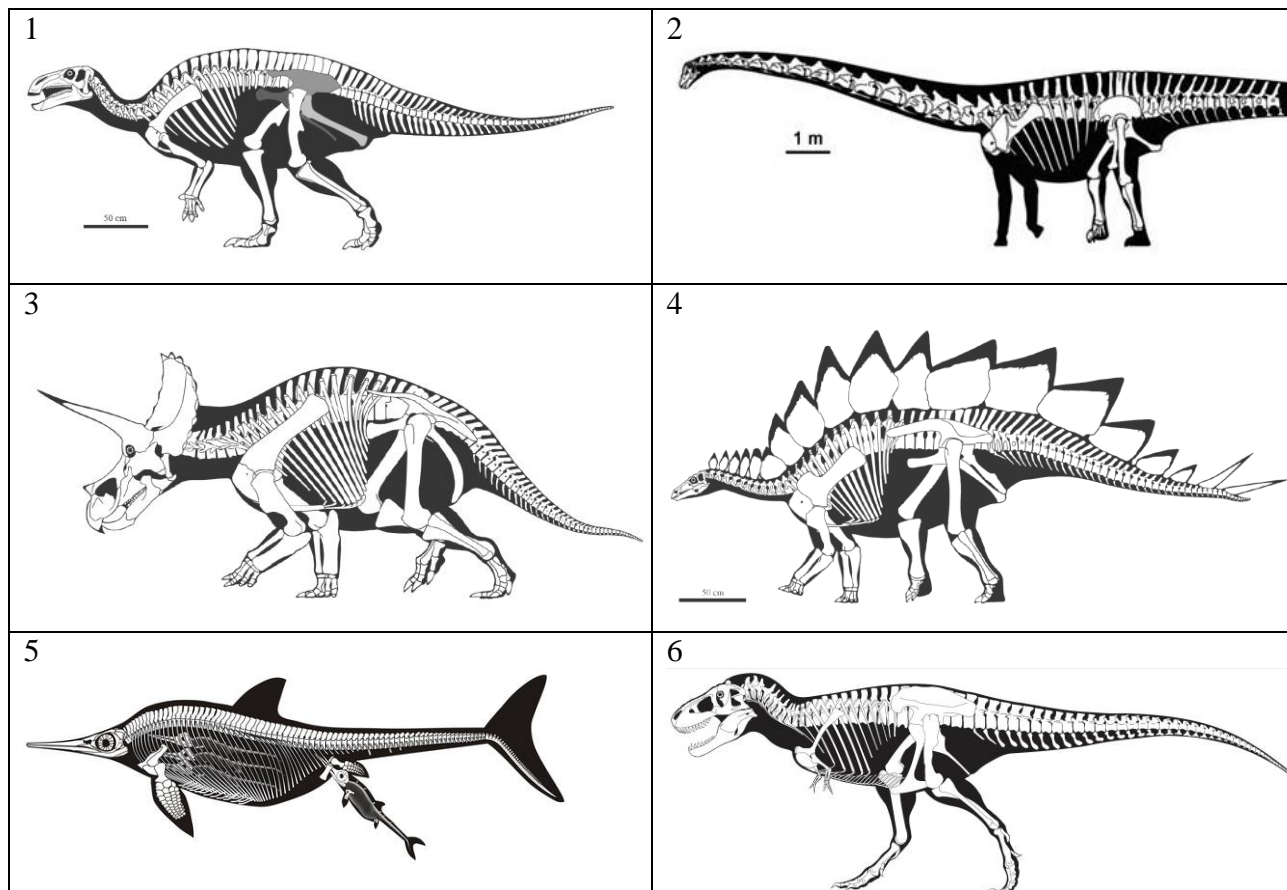


Схема	1	2	3	4	5	6
Представитель						

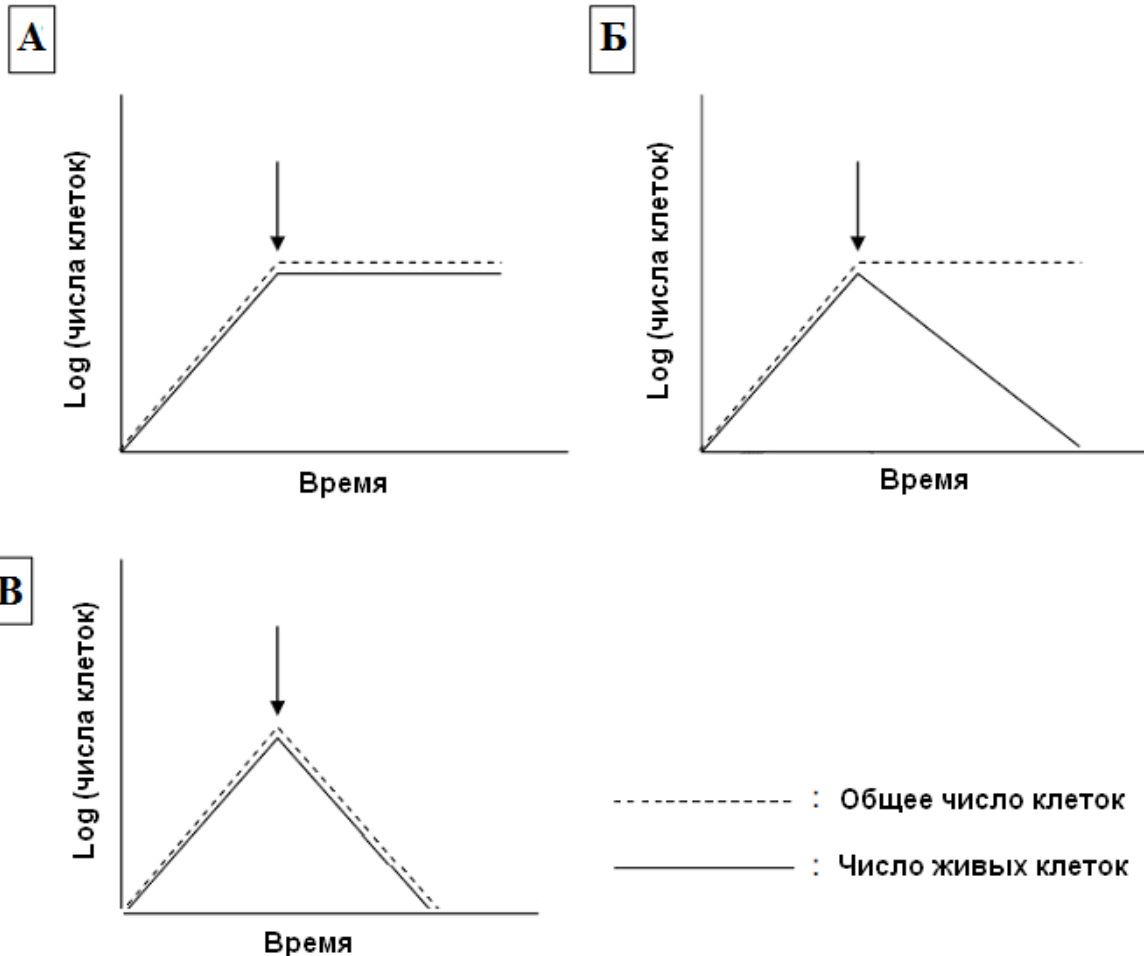
18. [3 балла] Известно, что разные антибактериальные вещества имеют разные механизмы действия. В частности:

Вещества типа 1 ингибируют ДНК-зависимую РНК-полимеразу бактерий, блокируя транскрипцию и трансляцию (например, рифампицин);

Вещества типа 2 обладают гликозид-гидролазной активностью и разрушают пептидогликаны клеточной стенки бактерий (например, лизоцим);

Вещества типа 3 нарушают синтез фолиевой кислоты (например, сульфаниламиды).

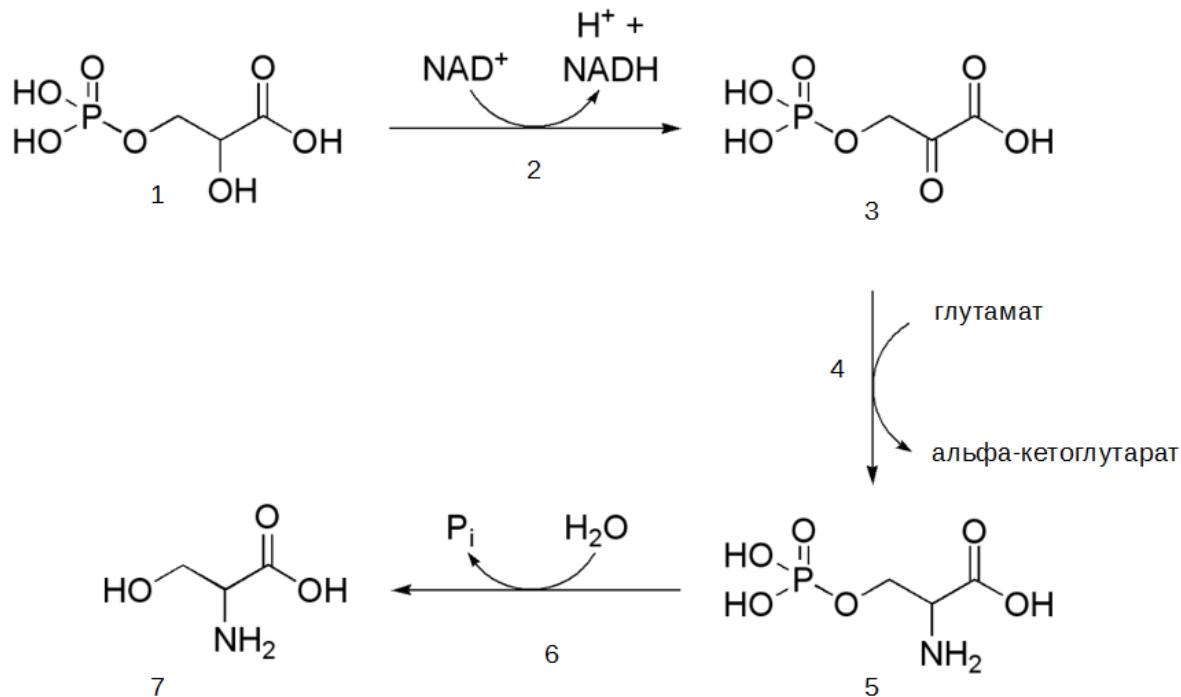
Бактерии выращивали в культуральной среде и в момент времени, отмеченный стрелкой, добавляли вещество одного из указанных типов. Были получены следующие результаты:



Соотнесите кривые роста А, Б и В с типом применяемого антибактериального вещества (1–3).

Тип антибактериального вещества	1	2	3
Кривая роста			

19. [3,5 балла] На рисунке представлен один из метаболических путей человека. Соотнесите названия веществ и ферментов, катализирующих реакции (А-Ж) с номерами на рисунке (1-7):



А – фосфосерин

Б – 3-фосфоглицерат

В – 3-фосфогидроксипируват

Г – серин

Д – фосфосеринфосфатаза

Е – фосфоглицератдегидрогеназа

Ж – аминотрансфераза

Номер вещества/фермента	1	2	3	4	5	6	7
Название							

20. [5 баллов] Соотнесите названия пяти химических соединений (1–5) со схемами/формулами (I–V), представленными на рисунке, и их описанием (А–Д).

Соединение:

- 1) каротин
- 2) карнитин
- 3) кератин
- 4) креатин
- 5) карнозин

Описание:

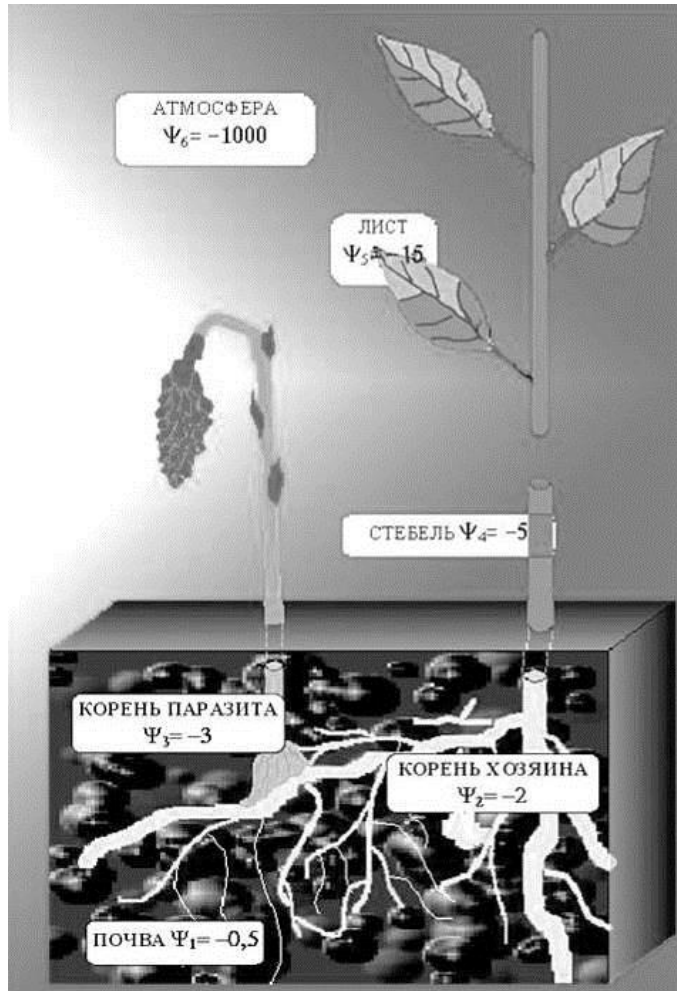
- А) фибриллярный белок, компонент промежуточных филаментов и роговых структур;
- Б) дипептид с антиоксидантной, металлохелаторной и буферной функцией;
- В) изопреноид, вспомогательный пигмент фотосистем;
- Г) четвертичный амин, переносчик жирных кислот в матрикс митохондрий;
- Д) аминокислота, способная к обратимому фосфорилированию с образованием макроэргической связи.

I	II	III	IV	V

Соединение	1	2	3	4	5
Схема/формула					
Описание					

21. [4 балла] Перед Вами схема движения воды в системе почва → растение- хозяин → растение- паразит → атмосфера, выраженное в значениях водного потенциала. Водный потенциал – это работа, которая необходима для того, чтобы поднять потенциал связанной воды до уровня чистой воды.

Водный потенциал (Ψ) является суммой следующих четырех составляющих: Ψ_s - осмотический потенциал, отражающий влияние частиц растворенных веществ на активность воды; Ψ_p - потенциал давления, отражающий влияние механического (гидростатического или тургорного) давления на активность воды; Ψ_m - матричный потенциал, отражающий влияние молекул полимеров на активность воды; Ψ_g - гравитационный потенциал, отражающий влияние силы тяжести на активность воды. Потенциал чистой воды всегда принимается равным нулю. В живых системах, в почве и атмосфере значение Ψ почти всегда отрицательно. Движение воды в системе осуществляется от большего значения к меньшему. Диапазон доступной растениям почвенной влаги весьма узок и составляет от 0 до 15 бар.



Внимательно рассмотрите схему и отметьте знаком «X» верные и неверные утверждения.

- 1) Растение-хозяин имеет большую сосущую силу, чем паразит.
- 2) Верхний концевой двигатель (транспирация) у растений сильнее нижнего, работающего за счет корневого давления.
- 3) Паразит потенциально может самостоятельно получать воду из почвы.
- 4) Получение воды из организма хозяина термодинамически менее выгодно, чем из почвы.

Утверждение	1	2	3	4
Верное (ДА)				
Неверное (НЕТ)				

24. [4 балла] Рисунок иллюстрирует газообмен у бокоплавов – ракообразных из отряда Разноногие, где:

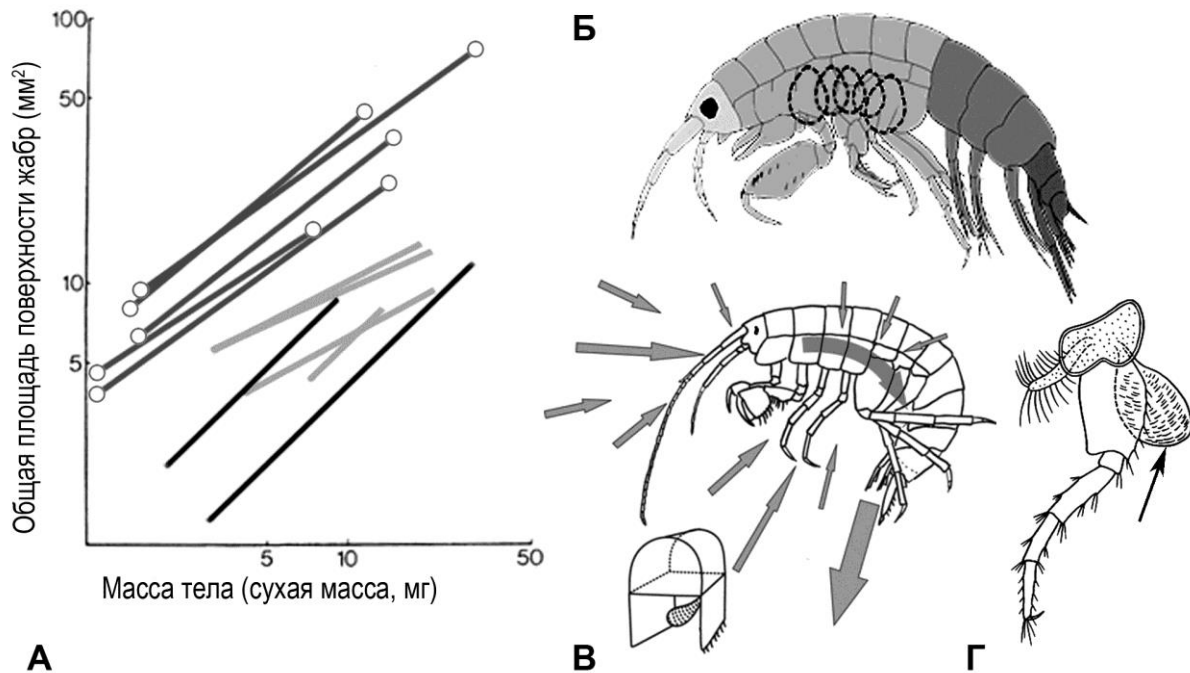
А – зависимость площади поверхности жабр от массы тела у разных бокоплавов: морские виды (серые графики с маркированными концами), литоральные виды (светло-серые графики) и обитатели песчаных пляжей, живущие выше уровня прилива (чёрные графики);

Б – расположение жабр (жабры показаны пунктиром);

В – токи воды, создаваемые с помощью брюшных ног, и схема строения грудного сегмента (показана одна жабра);

Г – грудная нога с пластинчатой жаброй (показана стрелкой).

Содержание кислорода в атмосферном воздухе – 23% (по массе), содержание кислорода в чистой морской воде при 20°C около 7.2 мг/л.



На основании представленных на рисунке данных можно сделать следующие заключения и предположения:

- 1) При переходе от водных местообитаний к наземным относительная площадь жабр уменьшается, что связано с проблемой испарения воды.
- 2) Бокоплавов – вторичноводная группа ракообразных, их предки обитали на суше и приобрели жабры в ходе освоения водной среды.
- 3) У наземных форм площадь поверхности жабр возрастает – это адаптация к новой среде обитания, в которой жаберное дыхание стало менее эффективно.
- 4) С увеличением массы тела относительная площадь поверхности жабр сильнее всего изменяется у литоральных бокоплавов.

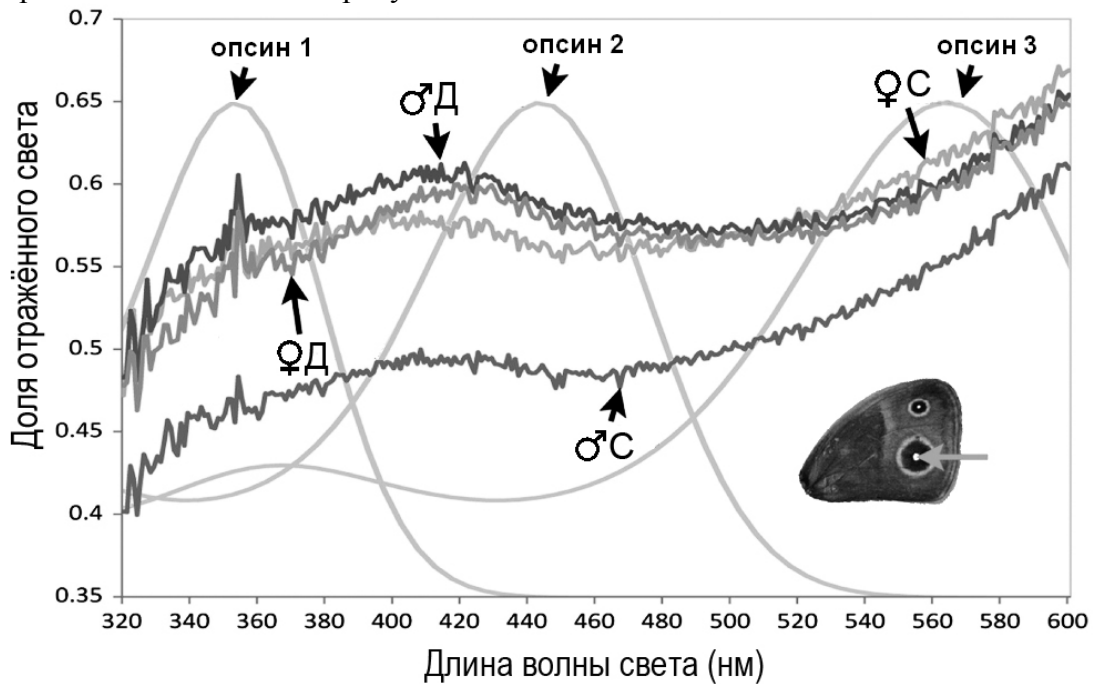
Отметьте знаком «X» верные и неверные утверждения.

Утверждение	1	2	3	4
Верное (ДА)				
Неверное (НЕТ)				

25. [4 балла] Бабочки вида *Bicyclus anynana* обитают в Малави (Африка). У них две сезонные формы: С (бабочки сухого сезона, выводятся из гусениц, развивавшихся при температуре $\leq 9^{\circ}\text{C}$) и Д (бабочки дождливого сезона, температура развития гусениц $\geq 24^{\circ}\text{C}$). Формы С и Д сильно различаются по окраске, особенно по узору на нижней стороне крыльев, имеющему большое значение в ритуале ухаживания за брачным партнёром. Узор крыльев самок и самцов одной и той же формы различается слабо. В ритуале ухаживания одна бабочка выполняет роль «ухажера», а вторая – роль «выбирающего». «Ухажер» быстро открывает и закрывает крылья, демонстрируя «глазки» на верхней стороне передних крыльев (см. рис.). «Выбирающая» бабочка оценивает окраску крыльев «ухажера». Особенно важна светлая точка в центре глазка – если ее закрасить, «ухажер» теряет привлекательность для партнера. Сам «ухажер» не проявляет избирательности.

Светлая точка в центре глазка интенсивно отражает свет. Оказалось, что интенсивность отражения (доля отраженного света) различается как у обоих полов, так и у сезонных форм С и Д. Различия показаны на четырех графиках (для самок и самцов форм С и Д).

У бабочек три вида опсина (зрительного пигмента) с пиками поглощения в желто-зеленом, синем и ультрафиолетовом диапазоне. Спектры поглощения опсинов представлены на том же рисунке.



Исходя из представленных данных можно заключить, что:

- 1) Для выбора партнера наименее важна интенсивность отражения точкой на крыле в желто-зеленом диапазоне.
- 2) При смене сезонных форм С и Д самцы и самки меняют роли («ухажер» и «выбирающий») в процессе ухаживания.
- 3) Описанные различия форм С и Д – пример генетического полиморфизма.
- 4) Если самке С закрасить глазки на крыльях, это не повлияет на ее привлекательность для самцов.

Отметьте знаком «X» верные и неверные утверждения.

Утверждение	1	2	3	4
Верное (ДА)				
Неверное (НЕТ)				

26. [5 баллов] Экскреторная урография – рентгенологический метод исследования мочевыводящих путей, основанный на способности почки выделять (экскретировать) определённые рентгеноконтрастные вещества, введённые в организм через вену, в результате чего на рентгенограммах получается изображение почек и мочевых путей. Ниже представлены две рентгенограммы (1 и 2), полученные вышеописанным способом у одного и того же пациента с интервалом 20 минут.



1
*(сразу после введения
рентгенконтрастного вещества в вену)*

2
*(через 20 минут после введения
рентгенконтрастного вещества в вену)*

Исходя из представленных данных можно заключить, что:

- 1) У пациента не происходит образование вторичной мочи.
- 2) Обе почки у пациента функционируют одинаково.
- 3) Функция левой почки у пациента не нарушена.
- 4) Правая почка у пациента не функционирует.
- 5) Правая почка функционирует также, как и левая, однако имеется препятствие току мочи в правом мочеточнике, поэтому моча из правой почки попадает в мочевой пузырь существенно позже, чем из левой.

Отметьте знаком «X» верные и неверные утверждения.

Утверждение	1	2	3	4	5
Верное (ДА)					
Неверное (НЕТ)					

27. [5 баллов] Возбудитель брюшного тифа, *Salmonella enterica* serovar Typhi, в организме человека проходит достаточно сложный цикл патогенеза, в отличие от нетифоидных сальмонелл (например, *Salmonella enterica* serovar Enteritidis), вызывающих диарею на фоне острого воспаления кишечника. Попадая в кишечник, этот представитель энтеробактерий не размножается, а переносится в субэндотелиальное пространство за счет М-клеток пейеровых бляшек, где проникает в резидентных макрофагов. Инвазия макрофагов и выживание в них опосредовано генами островка патогенности *spi2*. За счет мононуклеарных клеток бактерии распространяются по лимфатической системе, поражают лимфоузлы и попадают в кровь (конец инкубационного периода, занимающего до 14 дней). Развивается генерализованная инфекция с возникновением вторичных очагов в селезенке, костном мозге, печени, а также в легких, нервной системе и других органах. Попадая из печени в желчный пузырь, сальмонеллы могут длительно сохраняться в нем. Наконец, через желчные протоки бактерии вновь попадают в кишечник, где на этот раз активно размножаются и инвазируют эпителиоциты кишечника, вызывая воспаление, что опосредуется генами островка патогенности *spi1*.

Используя условное обозначение «Х», укажите, является ли каждое из приведенных утверждений (1–5) верным или нет:

- 1) По сравнению с кишечным сальмонеллёзом, опасность брюшного тифа связана с накоплением в крови продуктов распада пораженных клеток и самих сальмонелл, вызывающих резкое развитие воспаления и цитокиновый шок.
- 2) Для *Salmonella enterica* serovar Enteritidis свойственна пониженная активность или даже отсутствие генов *spi1*, зато активность *spi2* высокая.
- 3) В переболевшем брюшным тифом человеке возбудитель может сохраняться и впоследствии вызывать рецидивы, причем даже в отсутствие симптомов человек может быть носителем инфекции.
- 4) Для лечения брюшного тифа можно рекомендовать внутривенные инъекции бета-лактамов антибиотиков пенициллинового ряда, при условии отсутствия у данного штамма возбудителя приобретенной резистентности.
- 5) Микробиологическая и серологическая диагностика возбудителя брюшного тифа в анализах крови, кала или мочи возможна лишь начиная с третьей недели инфекционного процесса.

Утверждение	1	2	3	4	5
Верное (ДА)					
Неверное (НЕТ)					

28. [5 баллов] *Fusobacterium nucleatum* – анаэробная грамотрицательная условно-патогенная палочка, преимущественно населяющая карманы парадонта в ротовой полости и участвующая в возникновении болезней дёсен. Патогенез бактерии связан, в том числе, с её поверхностным галактозо-ингибируемым лектином Fad2, который способствует коагрегации с другими бактериями и образованию биопленки. Показано, что этот белок может вызывать апоптоз лимфоцитов и подавлять активность НК-клеток. Недавно была установлена связь между *F.nucleatum* и раком толстой и прямой кишки (РТПК). Установлено, что эти бактерии могут избирательно накапливаться в тканях опухоли (что связано с повышенной экспрессией онкоклетками D-галактозо-β(1-3)-N-ацетил-D-галактозамина (Gal-GalNAc)). *F.nucleatum* способны усиливать развитие опухоли. Их адгезин FadA, необходимый для прикрепления к клеткам и инвазии, модифицирует клеточный поверхностный E-кадгерин, в норме связывающий молекулы β-катенина. В результате, концентрация активированного β-катенина в цитоплазме и ядре растёт, что приводит к активации экспрессии онкогенов (LEF/TCF, Мус, Wnt и других) и провоспалительных факторов, таких как NF-κB и IL-8 (последних – только после клатрин-зависимого эндоцитоза *F.nucleatum*), также способствующих пролиферации клеток РТПК. Таким образом, *F.nucleatum* является важным фактором развития и малигнизации опухолей кишечника.

Используя условное обозначение «Х», укажите, является ли каждое из приведенных утверждений (1–5) верным или нет:

- 1) *F.nucleatum* могут попадать из ротовой полости в кровь и дальше избирательно накапливаться в тканях опухоли. У мышей можно временно подавлять этот процесс, вводя в кровь Gal-GalNAc.
- 2) Уровень экспрессии гена *fad2* в тканях кишечника можно рассматривать как прогностический признак развития РТПК. Использование *fadA* для этой цели не подходит.
- 3) Сочетание Gal-GalNAc и ингибиторов клатрина при местном применении может эффективно подавлять влияние *F.nucleatum* на пролиферацию клеток РТПК и их устойчивость к деятельности иммунной системы.
- 4) Штамм *F.nuceatum* с выключающей мутацией гена *fadA* может попадать в ткани РТПК, но не будет их инвазировать и не вызовет стимуляцию роста опухоли. Влияние на устойчивость опухоли исключить нельзя.
- 5) Подавление у эндотелиальных клеток экспрессии E-кадгеринов или их размещения на клеточной мембране может значительно понизить онкогенный потенциал таких клеток.

Утверждение	1	2	3	4	5
Верное (ДА)					
Неверное (НЕТ)					

29. [4 балла] Для исследования четвертичной структуры неизвестного белка его очистили и провели гель-фильтрацию на колонке в разных условиях. В неденатурирующих условиях белок выходил из колонки в виде одного пика с молекулярной массой 160 кДа. В присутствии 6 М мочевины белок выходил из колонки в виде двух пиков с молекулярными массами 100 кДа и 60 кДа. После обработки бета-меркаптоэтанолом в присутствии 6 М мочевины белок выходил из колонки в виде двух пиков с молекулярными массами 50 кДа и 15 кДа.

Отметьте знаком «X» какие из приведенных утверждений являются верными, а какие неверными для описанного эксперимента:

- 1) Белок загрязнен низкомолекулярными пептидами, которые отделились от него в денатурирующих условиях.
- 2) Белок является гетероолигомером.
- 3) Белок представляет собой димер, состоящий из двух полипептидных цепей с молекулярными массами 100 кДа и 60 кДа.
- 4) Субъединица белка с молекулярной массой 100 кДа является гомодимером двух полипептидов с молекулярной массой 50 кДа.
- 5) Субъединица белка с молекулярной массой 60 кДа является гомотетрамером четырех полипептидов с молекулярной массой 15 кДа.
- 6) В нативном белке субъединицы 100 кДа и 60 кДа удерживаются вместе дисульфидными связями.
- 7) Дисульфидные связи обеспечивают олигомеризацию полипептидов 50 кДа и 15 кДа в субъединицы 100 кДа и 60 кДа соответственно.
- 8) Нативный белок является гексамером.

Утверждение	1	2	3	4	5	6	7	8
Верное (ДА)								
Неверное (НЕТ)								

30. [4 балла] Была измерена начальная скорость поступления двух веществ (X и Y) в клетки при их разных концентрациях:

Концентрация, мМ	Начальная скорость транспорта, мкмоль/мин	
	X	Y
0,1	2	18
0,3	6	46
1,0	20	100
3,0	60	150
10,0	200	162

Полученные данные позволяют заключить, что:

- 1) Вещество X поступает в клетки через канал, а вещество Y – через переносчик.
- 2) Вещество X поступает в клетки через переносчик, а вещество Y – путем пассивной диффузии.
- 3) Оба вещества поглощаются клетками за счет активного транспорта;
- 4) Система переноса вещества Y характеризуется насыщением.

Отметьте знаком «X» верные и неверные утверждения.

Утверждение	1	2	3	4
Верное (ДА)				
Неверное (НЕТ)				

31. [1 балл] Количество теплоты, выделяемой при окислении продуктов питания, можно измерить двумя разными способами:

Способ I: поместить определенное количество продукта в камеру калориметра, искусственно окислить и измерить количество выделенной теплоты;

Способ II: поместить животное в камеру калориметра, скормить ему известное количество продукта и измерить количество выделенной теплоты.

При исследовании жиров (1), белков (2) и углеводов (3) в качестве продуктов питания результаты по выделению теплоты, полученные двумя способами, совпали только для двух из них.

Укажите знаком «X» продукт, результаты измерений двумя способами для которого не совпали:

Продукт	1	2	3
Ответ			

32. [3 балла] Что из сказанного справедливо в описанном выше эксперименте?

1) Значения, полученные Способом I, были выше значений, полученных Способом II.

2) Значения, полученные Способом II, были выше значений, полученных Способом I.

3) Липиды по сравнению с углеродом содержат большой избыток водорода, который в физиологических условиях полностью не окисляется.

4) Углеводы содержат большое количество атомов кислорода, что в физиологических условиях мешает их окислению экзогенным кислородом.

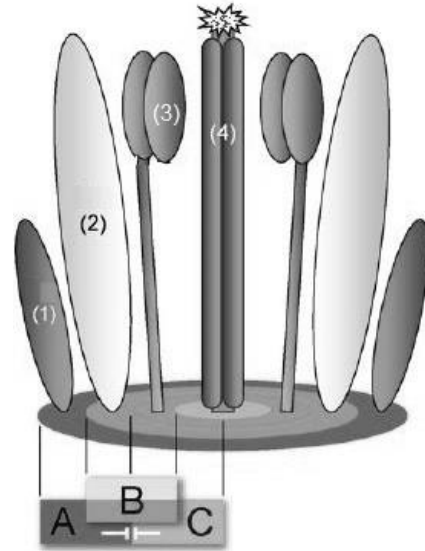
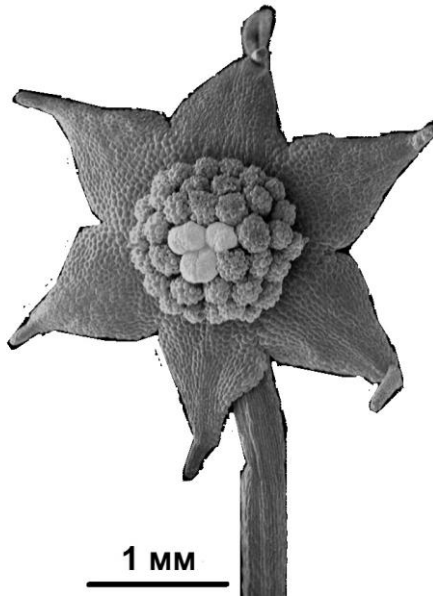
5) Содержащийся в белках азот в физиологических условиях не окисляется.

6) Липиды содержат длинноцепочечные жирные кислоты, которые являются гидрофобными и плохо реагируют с полярными молекулами, такими как кислород.

Отметьте знаком «X» верные и неверные утверждения:

Утверждение	1	2	3	4	5	6
Верное (ДА)						
Неверное (НЕТ)						

33. [4 балла] На фотографии (слева) представлена фотография цветка лакандонии еретической (*Lacandonia schismatica*) – небольшого бесхлорофильного паразитического растения, эндемика Лакандонских джунглей Центральной Америки, у которого наблюдается инверсия кругов генеративной части цветка. Рассмотрите схему ABC-модели регуляции развития кругов цветка В НОРМЕ (не у лакандонии).

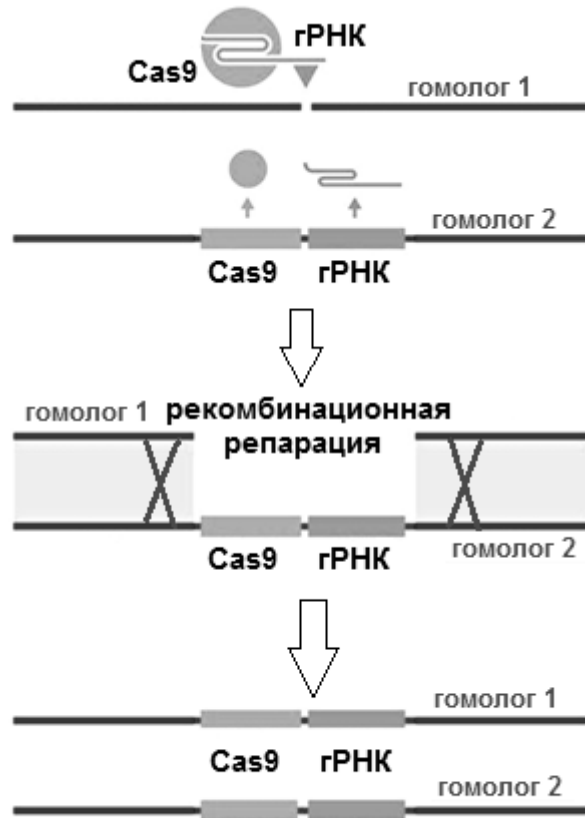


Отметьте символом «X» верные и неверные утверждения об этом объекте (1–4).

- 1) Формула цветка лакандонии $*P_{(6)}G_{\infty}A_3$.
- 2) У лакандонии нижняя завязь.
- 3) У лакандонии подавлена экспрессия генов С-класса, необходимых для развития тычинок и пестиков.
- 4) У лакандонии смещена в центр цветка область экспрессии генов В-класса.

Утверждение	1	2	3	4
Верное (ДА)				
Неверное (НЕТ)				

34. [4 балла] Последние пять лет для редактирования геномов эукариот широко используют бактериальную нуклеазу *Cas9*, которая разрезает двунитевую ДНК в участке, комплементарном короткой гидовой РНК (гРНК). Специфичность участка разрезания генома-мишени задается с помощью последовательности гРНК. В 2015 году для дрозофилы была предложена схема мутагенной цепной реакции (смотри схему ниже), когда в определенный локус хромосомы вносятся гены гРНК и *Cas9*, при этом гРНК специфична к последовательности этого же локуса. В эксперименте гены *Cas9* и гРНК встроили в находящийся в X-хромосоме локус *yellow*, нарушение работы которого приводит к желтому цвету тела мушки (*yellow:Cas9-gRNA*).



Отметьте символом «X» верные и неверные утверждения об этой системе (1–4).

- 1) При скрещивании гомозиготной самки *yellow:Cas9-gRNA* с самцом дикого типа практически все потомки будут иметь желтое тело.
- 2) При скрещивании самца *yellow:Cas9-gRNA* с самкой дикого типа практически все потомки будут иметь желтое тело.
- 3) Небольшая часть потомков мух *yellow:Cas9-gRNA* будет иметь нормальную окраску тела, потому что трансгенная конструкция окажется в составе гетерохроматина и не сможет дублироваться.
- 4) Для того чтобы создать систему мутагенной цепной реакции, достаточно ввести в оплодотворенную яйцеклетку гРНК, специфичную к локусу-мишени, и мРНК *Cas9*.

Утверждение	1	2	3	4
Верное (ДА)				
Неверное (НЕТ)				