

**ЗАДАНИЯ**  
**теоретического тура заключительного этапа**  
**XXXVII Всероссийской олимпиады школьников по биологии.**  
**г. Уфа. 2020-21 уч. год**

**11 класс**

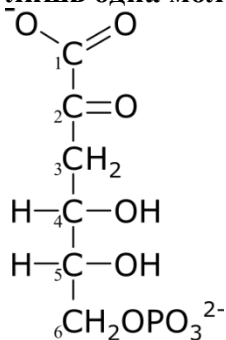
*Дорогие ребята!*

*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 – **40** (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. Традиционный мексиканский напиток пульке получают сбраживанием сока агавы бактериями *Zyotomas mobilis*. Они могут получать энергию только в процессе этанольного брожения, причём вместо гликолиза используют путь Энтнера-Дудорова. Ключевой промежуточный продукт этого пути 2-кето-3-дезоксиглицерин-6-фосфоглюконат (КДФГ) расщепляется на пируват и 3-фосфоглицериновый альдегид; конечный энергетический выход составляет лишь одна молекула АТФ на одну молекулу глюкозы.



КДФГ

Было показано, что если выращивать *Z. mobilis* на глюкозе с меченым атомом  $\text{C}_1$ , то в результате брожения в культуральной жидкости меченый углерод окажется:

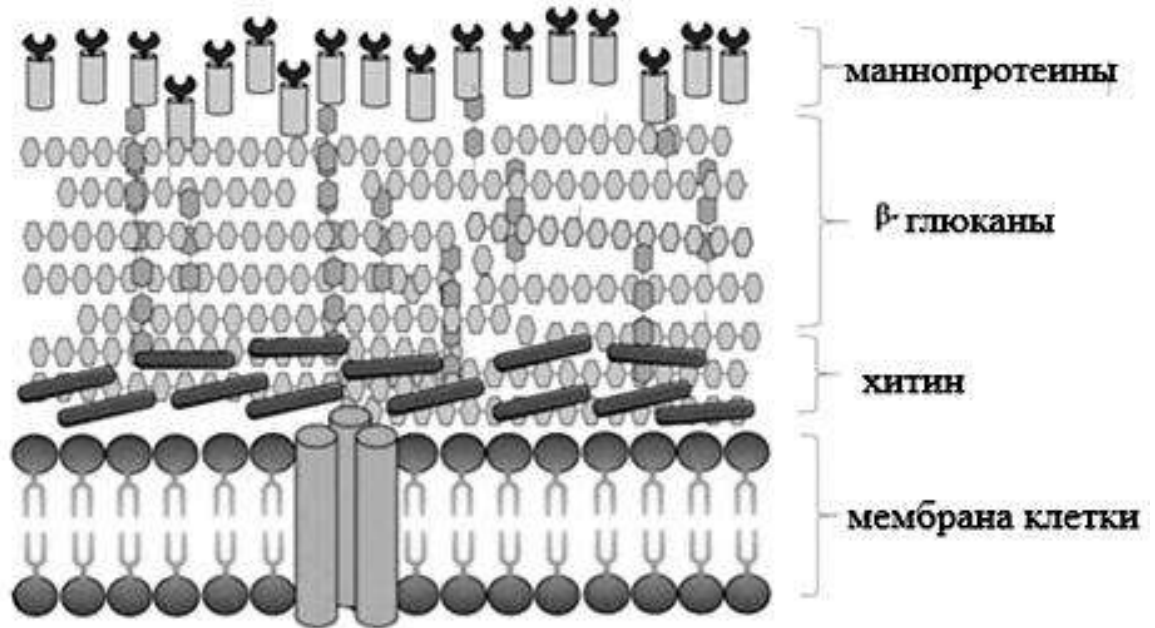
- а) полностью в составе этанола;
- б) полностью в составе углекислого газа;
- в) примерно 50% в составе этанола, 50% в составе углекислого газа;
- г) примерно 33% в составе пирувата, 33% в составе этанола, 33 % в составе углекислого газа.

– метаногенная архея. Это означает, что данный микроорганизм:

- а) разрушает углеводородные цепочки или жирные кислоты с образованием метана;
- б) восстанавливает  $\text{CO}_2$  за счет окисления других веществ, например водорода;
- в) образует токсичные производные метана, такие как метанол и формиат, для конкуренции с другими микроорганизмами;
- г) благоприятно влияет на проблему глобального потепления, конвертируя парниковый газ  $\text{CO}_2$  в метан.

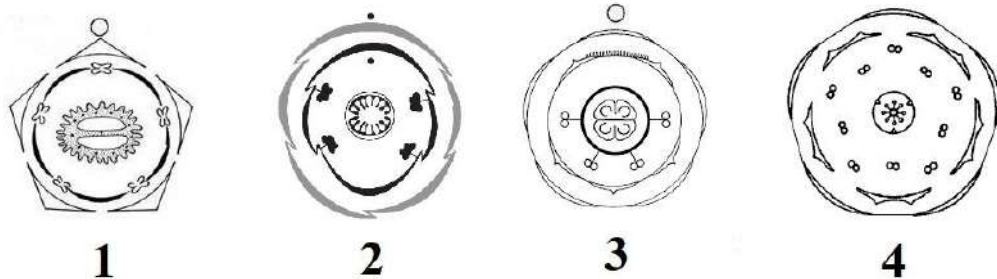
3. **Рекомбинантные белки (например, инсулин, соматотропин, интерферон человека) получают, встраивая их гены в культивируемые микроорганизмы. Удобным объектом для этой операции могут быть бактерии, но в таком случае переносимый ген необходимо модифицировать. Это требуется в силу следующей особенности биосинтеза белка у бактерий:**
- а) из-за отсутствия у бактерий экпирования эффективность трансляции понижается, а эукариотная мРНК быстро разрушается нуклеазами после транскрипции;
  - б) прокариотный старт-кодон отличается от эукариотного, его необходимо заменить;
  - в) некоторые кодоны соответствуют у прокариот иным аминокислотам, нежели у эукариот;
  - г) отсутствие у бактерий сплайсинга не позволит вырезать интроны после транскрипции.
4. **Группа калифорнийских ученых провела эксперимент по совместному выращиванию модифицированных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) и кишечных палочек (*Escherichia coli*) на бедной среде с постепенным добавлением антибиотика. *S. cerevisiae* имели дефектные митохондрии, лишённые цитохром с-оксидазы. *E. coli* были ауксотрофны по витамину B1, кроме того в них встроили гены мембранной АДФ/АТФ транслоказы и SNARE-подобных белков из патогенных хламидий, нарушающих слияние фагосом и лизосом при эндоцитозе. С какой целью ученые проводили подобный эксперимент?**
- а) создание лабораторной модели для изучения симбиогенеза;
  - б) экспериментальная проверка правила Гаузе (два вида не могут длительно занимать одну экологическую нишу);
  - в) изучение горизонтальной передачи непатогенным бактериям способности к внутриклеточному паразитированию;
  - г) создание двух симбиотических культур как первый шаг в разработке сложных искусственных сообществ микроорганизмов.
5. **Факультативные внутриклеточные бактериальные патогены родов *Listeria*, *Shigella*, *Escherichia* обладают способностью быстро полимеризовать актин на поверхности клетки, причем осуществляющий это мембранный белок ActA рассредоточен асимметрично, в основном работая на одном из полюсов клетки. Эта активность позволяет бактериям:**
- а) окружать себя актиновой капсулой для защиты от иммунных клеток;
  - б) проникая в клетку хозяина, «заделывать» за собой её оболочку, на какое-то время сохраняя жизнеспособность хозяйской клетки;
  - в) заражать соседние клетки хозяина, проталкивая себя прямо через мембраны с помощью актиновых филаментов;
  - г) попадая в фагосому, препятствовать её соединению с лизосомой, тем самым нарушая фагоцитоз.

6. На схеме представлена клеточная стенка эукариотного организма:



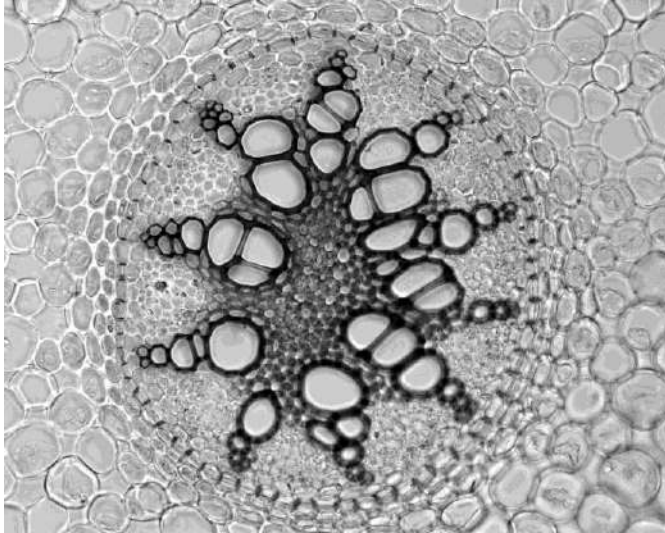
- а) белого гриба (*Boletus edulis* Bull.) ;  
 б) возбудителя фитофтороза картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary);  
 в) пекарских дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C.Hansen);  
 г) широкопалого речного рака (*Astacus astacus* Linnaeus).

7. На флаге Башкортостана изображён “цветок курая” — геральдическая стилизация соцветия растений из родов Дудник (*Angelica*), Борщевик (*Heracleum*), Реброплодник (*Pleurospermum*), которые называют кураем в народе. Выберите диаграмму, наиболее точно отображающую настоящее строение “цветка курая”.



- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

8. Определите, к какому таксону относится растение, поперечный срез корня которого изображен на рисунке.



- а) плаунообразные;
- б) хвойные;
- в) однодольные цветковые;
- г) двудольные цветковые.

9. На фотографии семенной (женской) шишки пихты стрелка указывает на:



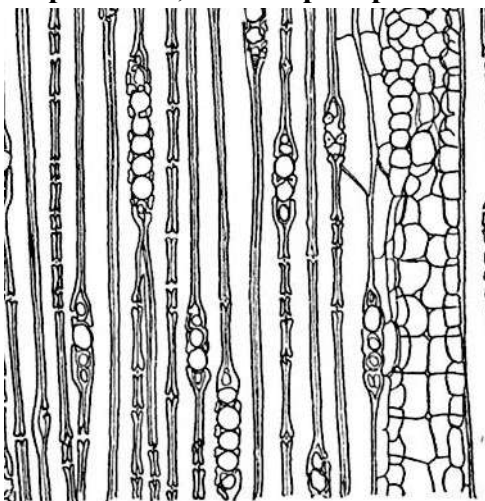
- а) семенную чешую;
- б) кроющую чешую;
- в) семязчаток;
- г) мегаспорофилл.

10. Как стало известно ученым, насекомопыление возникло задолго до появления цветков. Перед вами реконструкция мухи *Vuccinatormyia magnifica* из раннемеловых отложений. Какие структуры голосеменных могли выделять нектар и обеспечивать специфичность взаимодействий с насекомыми с длинным хоботком?



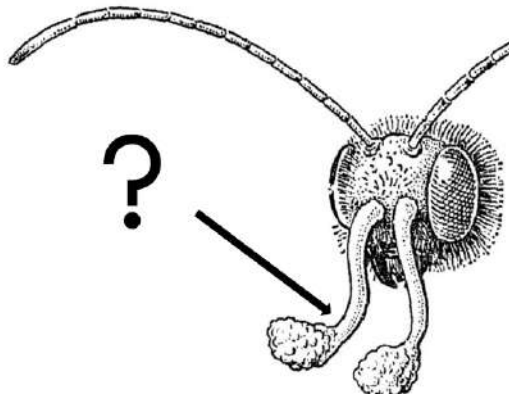
- а) пыльцевая камера и микропилярные трубки семязачатка;
- б) кроющиеся чешуи шишек;
- в) пыльцевая трубка;
- г) шейка архегония.

11. Определите, какой срез древесины изображен на рисунке.



- а) поперечный;
- б) радиальный;
- в) продольный тангенциальный;
- г) под углом в  $45^\circ$  к продольной оси стебля.

12. На какую структуру на голове насекомого указывает стрелка?

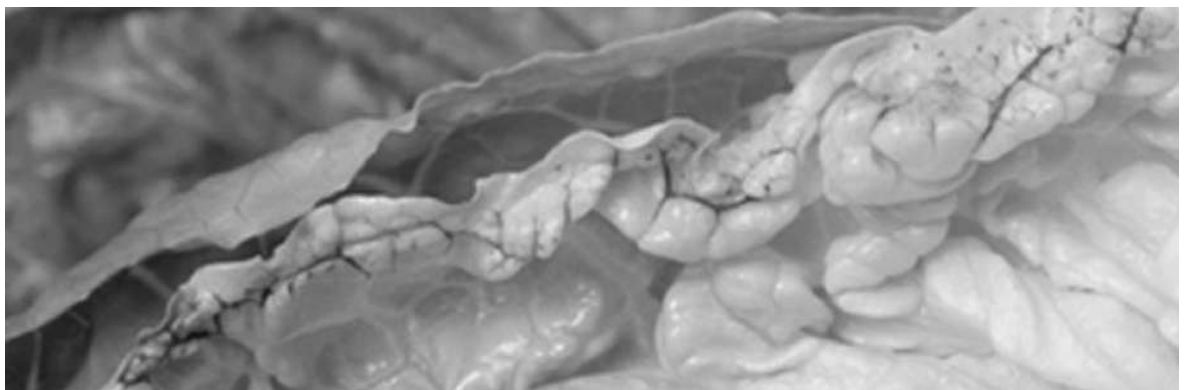


- а) видоизмененный ротовой аппарат;
- б) моногенетический сосальщик;
- в) спорангий паразитического оомицета;
- г) поллиарий орхидеи.

13. Главное отличие каротинов от ксантофиллов состоит в том, что:

- а) каротины участвуют в процессе фотосинтеза, а ксантофиллы – не участвуют;
- б) у каротинов есть концевые группы в виде шестичленных колец, а у ксантофиллов их нет;
- в) каротины всасываются в кишечнике у человека, а ксантофиллы – не всасываются;
- г) в состав молекул ксантофиллов входит кислород, а в состав каротинов – не входит.

14. Один из симптомов дефицита кальция у растений – неравномерный рост и деформация листовая пластинки. Этот симптом связан с тем, что при дефиците кальция не может выполняться функция:

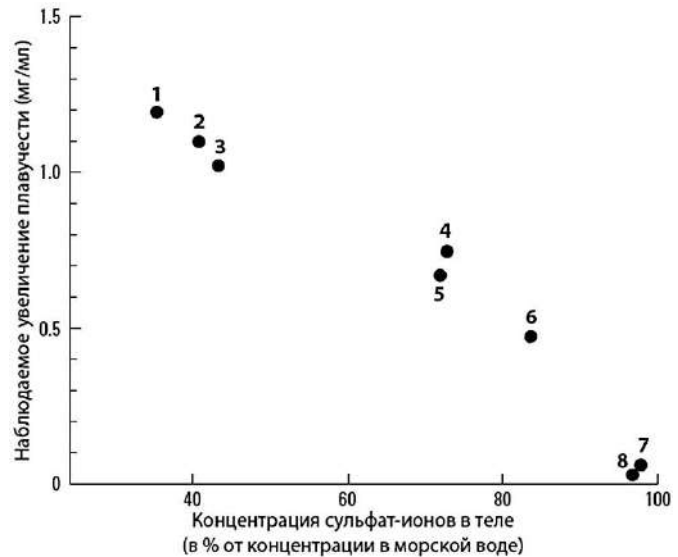
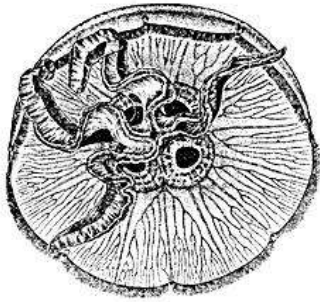


- а) сигнального иона в цитоплазме;
- б) поддержания осмотического потенциала в вакуоли;
- в) поддержания структуры пектиновой сети клеточной стенки;
- г) регуляции активности кальмодулин-зависимых протеинкиназ.

15. Различные растения проявляют разную потребность в элементах минерального питания, связанную с особенностями их метаболизма. Из перечисленных культур выберите такую, потребности которой в удобрениях сульфатами будут самыми высокими относительно остальных:

- а) лук;    б) морковь;    в) свекла;    г) картофель.

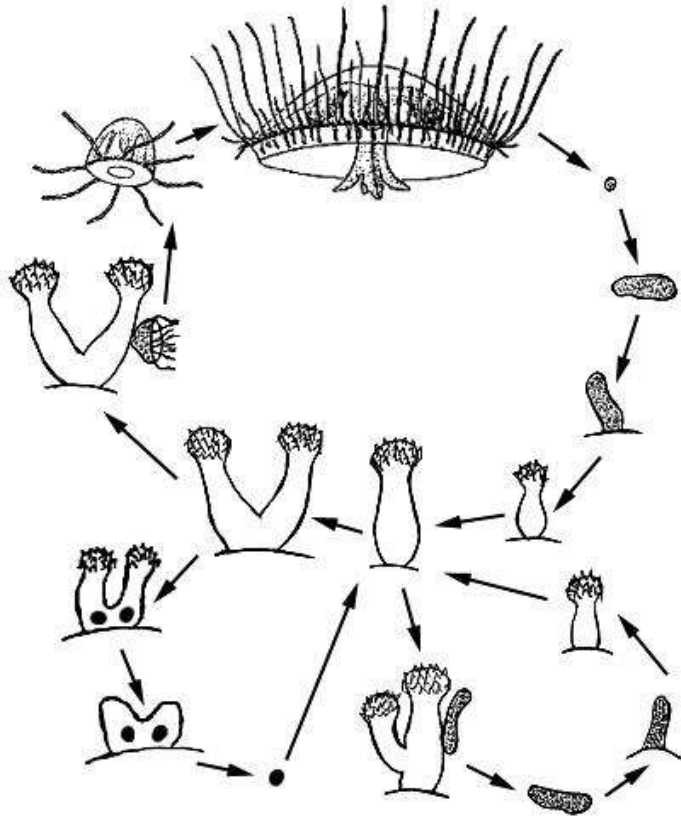
16. Ушастая медуза (*Aurelia aurita*, на рисунке) и многие другие животные относятся к особой экологической группе – к студенистому, или желетелому, планктону. Студенистые животные отличаются пониженным содержанием сульфат-ионов в их теле по сравнению с морской водой (примеры на графике: 1 – гидроидная медуза; 2 – сцифоидная медуза; 3 и 7 – гребневика; 4 – килевогий моллюск (кл. Брюхоногие); 5 – крылоногий моллюск (кл. Брюхоногие); 6 и 8 – сальпы). Осмотический баланс поддерживается за счёт избытка хлорид-ионов.



Для понимания места желетелых организмов в сетях питания важно не только где они обитают, но и где они окажутся после гибели, так как именно там они будут доступны падальщикам и редуцентам. Исходя из представленных данных, погибшие медузы:

- опускаются на дно;
- всплывают на поверхность;
- опускаются либо всплывают в зависимости от размеров и формы тела;
- остаются в тех же слоях воды, что и живые медузы.

17. *Craspedacusta sowerbii* – представитель класса Гидроидные. Краспедакуста широко распространена в пресных водоёмах Евразии, Северной и Южной Америки, Австралии. По-видимому, расселению данного вида способствовала деятельность человека. На рисунке представлен жизненный цикл *Craspedacusta*.

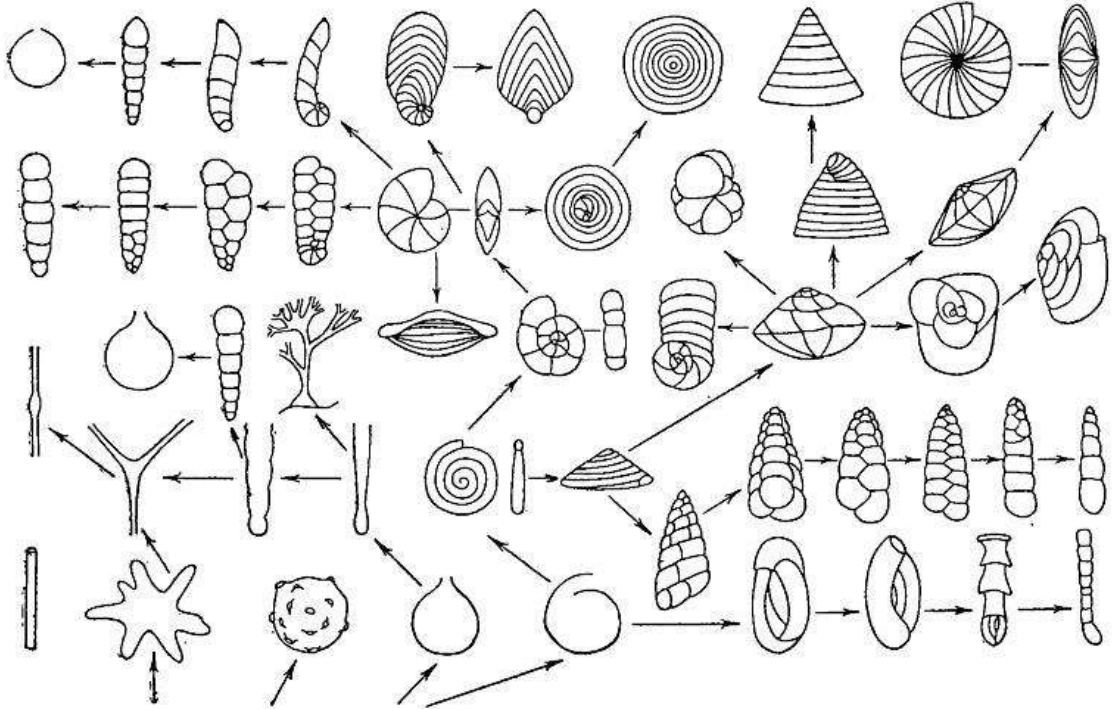


Определите по схеме, сколько различных способов бесполого размножения описано у *Craspedacusta*:

- а) 2;                    б) 3;                    в) 4;                    г) 5.



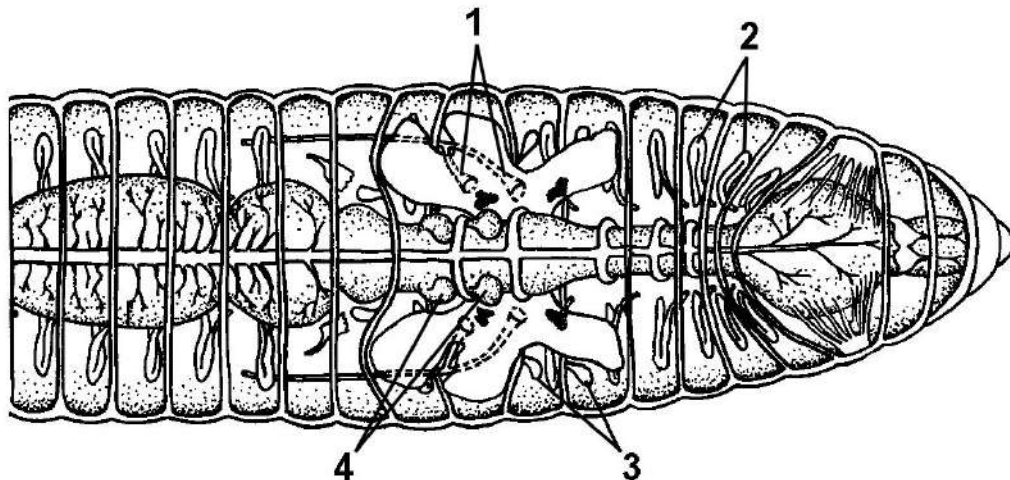
18. **Фораминиферы – морские одноклеточные. Клетка фораминифер образует псевдоподии и, как правило, имеет наружную раковинку с одним или несколькими отверстиями – устьями. Раковинки фораминифер различаются по составу и по строению – в частности, по числу камер. Самые простые раковинки однокамерные, встречаются также двухкамерные и многокамерные. Многокамерные раковинки формируются постепенно: по мере роста клетки нарастают новые камеры. Описано множество типов многокамерных раковинок в зависимости от порядка нарастания и расположения камер. Схема отражает одну из гипотез эволюции фораминифер.**



Определите по схеме, сколько раз в ходе эволюции фораминифер возникали формы с прямыми однорядными многокамерными раковинками:

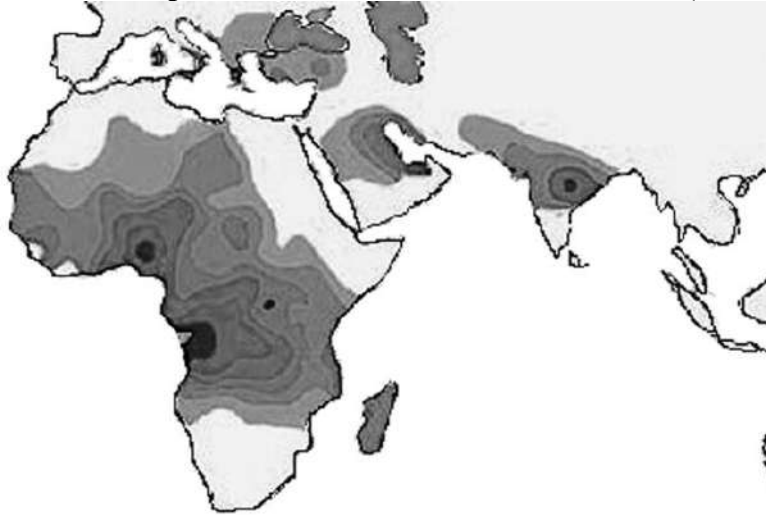
- а) 1;                      б) 3;                      в) 4;                      г) 6.

19. На рисунке орган(-ы) выделительной системы обозначены цифрой:



- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

20. Серповидноклеточная анемия – наследственная патология с аутосомно-рецессивным типом наследования. Аллель *S* обуславливает замену одной аминокислоты в структуре глобина и синтез нетипичной формы гемоглобина - гемоглобина *S*. В условиях пониженного содержания кислорода гемоглобин *S* изменяет конформацию, собираясь в цепочки, из-за чего эритроциты, содержащие такой дефектный гемоглобин, вытягиваются и приобретают форму полумесяца (серпа). У гетерозигот-носителей имеется и гемоглобин *S*, и нормальный гемоглобин *B*; симптомы могут проявляться в слабой форме. У людей, гомозиготных по аллелю *S*, развивается тяжёлая хроническая анемия и симптомы, связанные с тем, что эритроциты становятся хрупкими и хуже транспортируют кислород. Тем не менее, в некоторых регионах (см. карту) частота встречаемости аллеля *S* очень высока (до 15%):



Такое географическое распространение серповидноклеточной анемии объясняют тем, что она обуславливает врождённую устойчивость к определённому инфекционному заболеванию, препятствуя нормальной жизнедеятельности возбудителя в организме человека. Это заболевание:

- а) холера;  
 б) сонная болезнь;  
 в) малярия;  
 г) шистосомоз.
21. В годы усиленного размножения норвежского лемминга (*Lemmus norvegicus* L.) наблюдаются его массовые миграции, которые являются способом:
- а) освоения новых биотопов и расширения видового ареала;  
 б) обогащения генофонда и устранения накопившихся вредных мутаций;  
 в) регуляции численности.  
 г) перезимовать в более благоприятных климатических условиях.
22. Клинальная форма изменчивости проявляется в постепенном изменении какого-либо признака. Она является следствием:
- а) дрейф генов и естественного отбора;  
 б) экологической изменчивости и естественного отбора;  
 в) естественного отбора и пространственной изоляции;  
 г) естественного отбора и репродуктивной изоляции.

23. На занятии в Биологическом музее, изучая коллекцию черепов и скелетов позвоночных животных, школьники выяснили, что у представителей разных классов животных количество затылочных мышечков неодинаково. У земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих оно составляет соответственно:

- а) 0, 1, 2, 2;
- б) 1, 2, 2, 2;
- в) 1, 1, 1, 2;
- г) 2, 1, 1, 2.

24. На схеме показано расположение элементов речевого аппарата человека в момент произнесения звука:



- а) [н'];      б) [у];      в) [п];      г) [т].

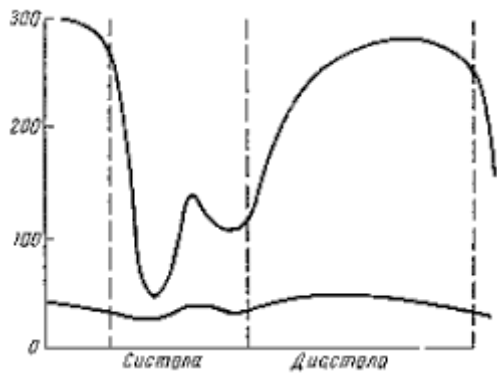
25. На археологической стоянке прибельской культуры Муллино II, расположенной в Туймазинском районе Башкортостана, обнаружены древнейшие в мире останки домашней лошади, датированные радиоуглеродным методом VII-VI тыс. до н.э. Исходя из вышесказанного, прибельская культура относится к:

- а) палеолитическим;
- б) мезолитическим;
- в) неолитическим;
- г) хальколитическим.

26. з перечисленных частей пищеварительной системы укажите участок , который пища проходит последним при нормальном акте пищеварения.

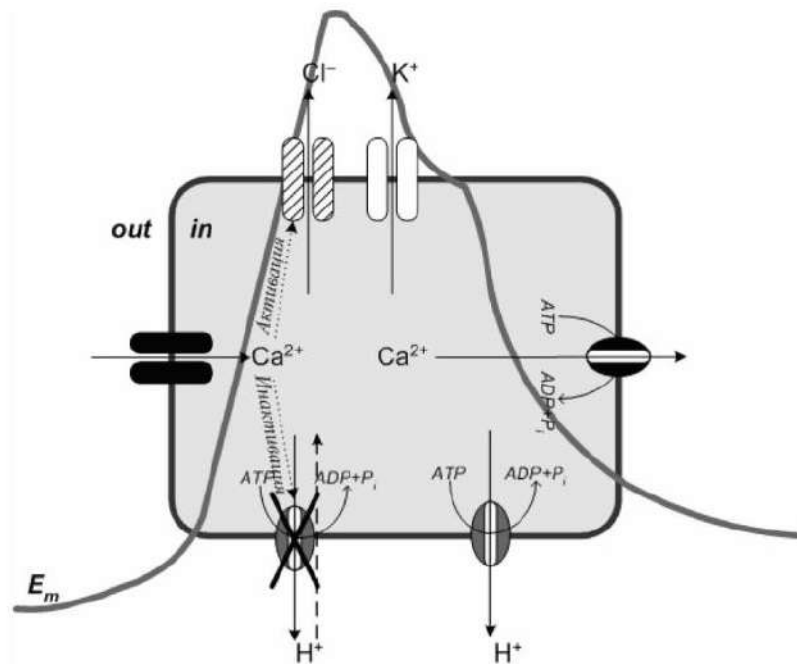
- а) сигмовидная кишка;
- б) сфинктер Одди;
- в) илеоцекальный клапан;
- г) пилорический сфинктер.

27. На верхней кривой изображен объемный поток крови через сосуды:



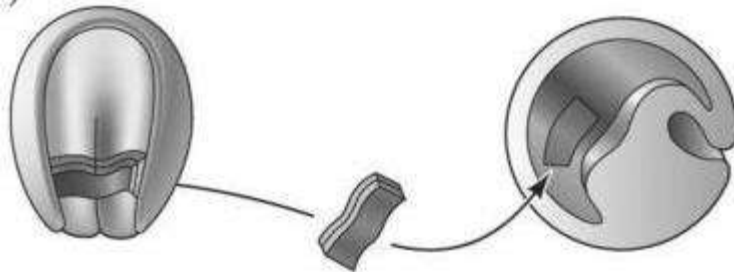
- а) сердца;
- б) мозга;
- в) почки;
- г) пальца.

28. На схеме ниже изображено формирование потенциала действия:



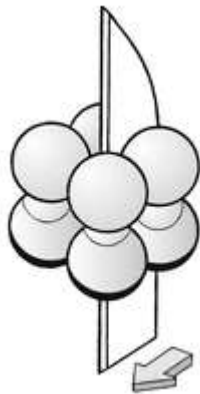
- а) рабочего миокарда;
- б) гладкой мышцы;
- в) слухового рецептора;
- г) высшего растения.

29. Известно, что материал зародышевого организатора (дорсальной губы бластопора) не только индуцирует развитие нервной трубки из вышележащего материала эктодермы, но и обеспечивает ее регионализацию. Это связано с неоднородностью материала самого организатора. На стадии поздней гаструлы у тритонов (хвостатых амфибий) материал организатора преимущественно сосредоточен в области крыши архентерона (первичной кишки). Исследователи провели операцию по пересадке самого постериорного (заднего) участка крыши архентерона поздней гаструлы тритона в бластоцель ранней гаструлы (см. рис.).



**Что будет с организмом-реципиентом?**

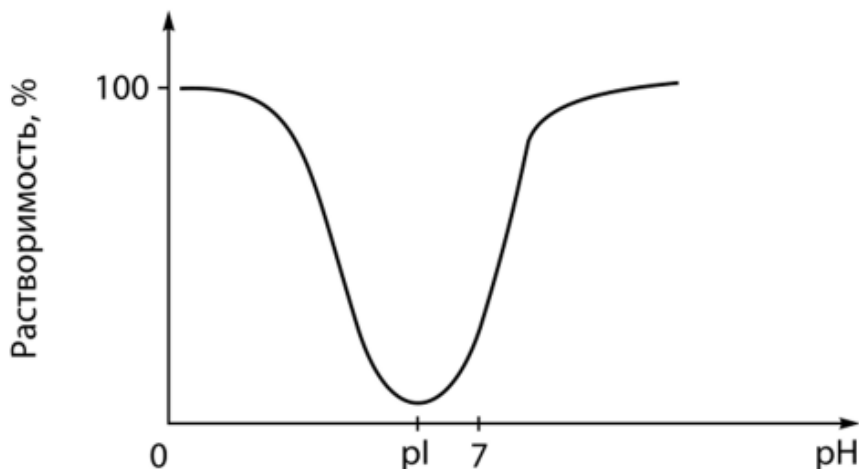
- а) операция не повлияет на развитие;
  - б) на вентральной стороне будут развиваться структуры головы (глаза, слуховые пузырьки, органы обоняния);
  - в) на вентральной стороне будут развиваться хвостовые структуры;
  - г) на вентральной стороне будут развиваться структуры заднего мозга.
30. Известно, что яйцеклетки некоторых животных содержат детерминанты, определяющие дальнейшую судьбу клеток, в которые они попадают, а также соседних клеток. Был проведен эксперимент: эмбрион морского ежа на стадии восьми бластомеров разделили на две половины (см. рис.).



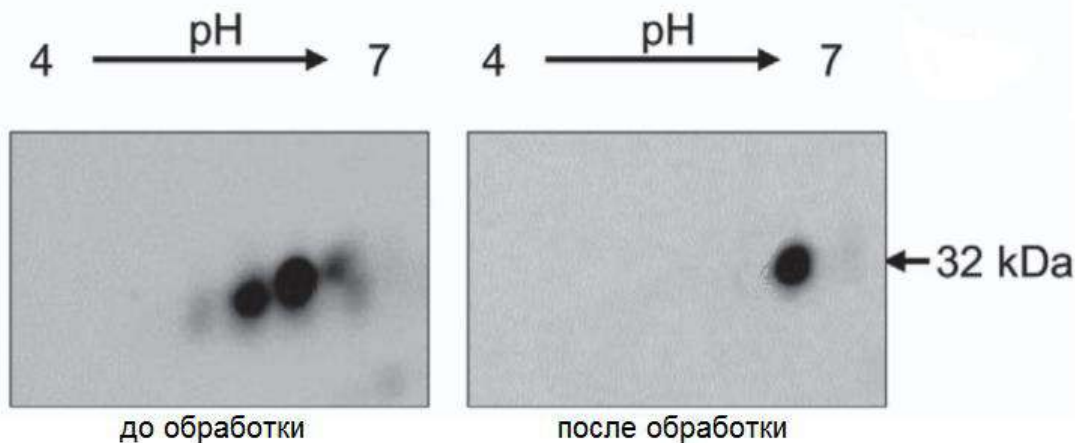
**Что получится в результате эксперимента?**

- а) разовьются две личинки нормального размера;
  - б) разовьется одна относительно нормальная личинка и одна нежизнеспособная;
  - в) разовьются две личинки меньшего размера;
  - г) разовьются две нежизнеспособные личинки.
31. У млекопитающих сперматозоиды выполняют следующую функцию:
- а) презентация антигенов отца, чтобы предотвратить отторжение плода;
  - б) протеолиз блестящей оболочки для осуществления активации яйцеклетки и передачи генетического материала отца;
  - в) обеспечение питания зародыша на ранних стадиях развития;
  - г) обеспечение продвижения зиготы по половым путям самки.

32. **Изоэлектрическая точка белка (pI)** – такое значение pH, при котором суммарный заряд белковой молекулы равен 0. На графике представлено изменение растворимости некоего белка в зависимости от pH. Какое из приведенных ниже утверждений верно?



- а) растворимость белка в изоэлектрической точке максимальна;  
 б) при щелочных значениях pH молекула будет заряжена положительно;  
 в) pI зависит от аминокислотного состава белка;  
 г) одинаковое значение pI двух белков свидетельствует об идентичности их аминокислотного состава.
33. **Белок LPAP** – небольшой белок, чьи функции неизвестны. Этот белок, выделенный из культуры клеток Jurkat, проанализировали методом двумерного электрофореза. Слева представлены результаты для нативного препарата белка, справа – для препарата белка после обработки ферментом протеинфосфатазой. Какое утверждение можно сделать, исходя из этих результатов?



- а) белок LPAP имеет несколько участков фосфорилирования;  
 б) фермент фосфатаза фосфорилирует белок LPAP;  
 в) молекулярные массы фосфорилированного и дефосфорилированного белков различаются в несколько раз;  
 г) в клетке присутствует несколько изоформ белка LPAP, различающихся по аминокислотному составу.

34. При исследовании метаболических процессов часто используются радиоактивно-меченые соединения. При исследовании гликолиза использовали глюкозу, меченую  $^{14}\text{C}$  (период полураспада 5700 лет) по первому и шестому атомам углерода, с удельной радиоактивностью 10 милликюри/моль. Какова будет удельная радиоактивность полученной из этой глюкозы пировиноградной кислоты?
- 2,5 милликюри/моль ;
  - 5 милликюри/моль;
  - 10 милликюри/моль;
  - 20 милликюри/моль.
35. В транспортных РНК присутствует много модифицированных нуклеозидов. Среди них не встречается:
- тимидин;
  - псевдоуридин;
  - дигидроуридин;
  - N-метилуридин
36. Рибосома занимает на мРНК участок длиной примерно 100 нуклеотидов. Белок цитохром С человека состоит из 105 аминокислот. Сколько рибосом будет в полисомах, синтезирующих этот белок:
- полисом не будет, т.к. матрица слишком короткая;
  - три;
  - более трёх;
  - для ответа надо знать длину 3'-нетранслируемой последовательности.
37. В клетках животных можно обнаружить:
- одну форму РНК-полимеразы;
  - две формы РНК-полимеразы;
  - три формы РНК-полимеразы;
  - четыре формы РНК-полимеразы.
38. У мышей окраска шерсти зависит от генов *Y*, *C* и *B*. Рецессивный аллель альбинизма *c* даёт белую окраску и эпистатически подавляет гены *Y* и *B*. Аллель *Y* в гетерозиготе эпистатически подавляет ген *B* и даёт жёлтую окраску тела, в гомозиготе летальна (при любых генотипах *C* и *B*). Аллель *B* отвечает за серую окраску тела, аллель *b* - за чёрную окраску тела. Все гены аутосомные и наследуются независимо друг от друга, мыши дикого типа серые (*yyBBCC*). При скрещивании двух жёлтых мышей в потомстве появлялись только жёлтые и чёрные мыши в соотношении 2 : 1. Генотипы родительских жёлтых мышей:
- оба *YyBBCC*;
  - оба *YybbCC*;
  - YyBbCc* и *Yybbcc*;
  - YyBbcc* и *YybbCc*.
39. Исходя из условий предыдущего задания, в достаточно большой выборке потомков от скрещивания двух жёлтых мышей генотипа *YyBbCc* можно ожидать следующее соотношение мышат:
- 1/12 белые, 2/3 жёлтые, 1/6 серые, 1/12 чёрные;
  - ¼ белые, 2/3 жёлтые, 1/16 серые, 1/48 чёрные;
  - ¼ белые, ½ жёлтые, 3/16 серые, 1/16 чёрные;
  - ¼ белые, ½ жёлтые, 1/6 серые, 1/12 чёрные.
40. В некоторой большой популяции у одного из индивидов появилась мутация, которая повышает его относительную приспособленность на 5%. Оцените вероятность закрепления данной мутации в популяции.
- 2,5%;
  - 5%;
  - 10%;
  - 50%.

**Часть 2.** Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5). Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **70** (по 2,5 балла за 28 тестовых заданий). Индексы верных ответов (В) и неверных ответов (Н) отметьте в матрице знаком «X». Образец заполнения матрицы:

№	?	а	б	в	г	д
	В		X	X		X
...	Н	X			X	

При оценивании будет использована прогрессивная шкала оценивания. Подсчет очков за один вопрос:

Если все пять ваших ответов правильные, то вы получите **2,5 балла**.

Если только четыре ответа правильные, то вы получите **1,5 балла**.

Если только три ответа правильные, то вы получите **1 балл**.

Если только два ответа правильные, то вы получите **0,5 баллов**.

Если правильными являются менее двух ответов, то вы ничего не получите (**0 б.**).

Образец заполнения матрицы («ПО» и «Бал.» заполняется жюри при проверке!):

№	?	а	б	в	г	д	ПО	Бал.
	В		X	X		X		
...	Н	X			X			

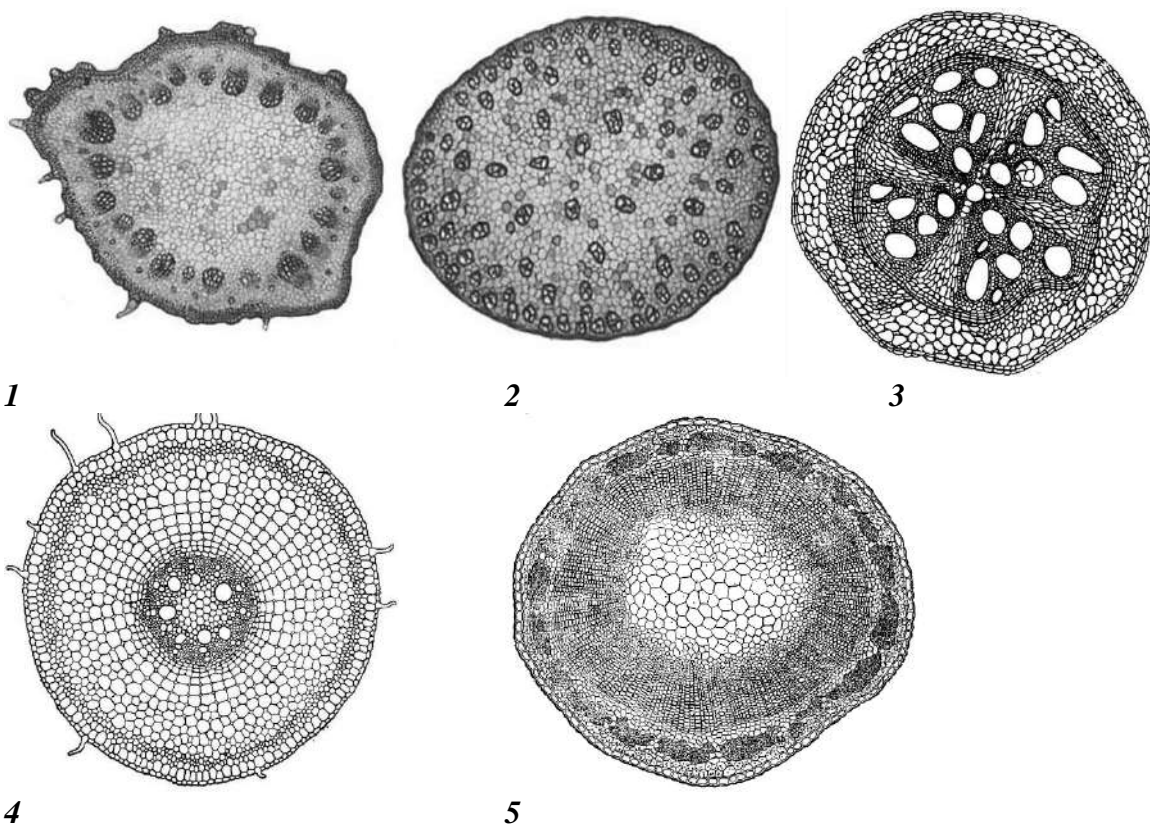
- Какие из следующих процессов, осуществляемых различными микроорганизмами, частично или полностью локализованы на мембране?
  - денитрификация;
  - молочнокислородное брожение;
  - пропионовокислородное брожение;
  - метаногенез;
  - азотфиксация.
- Кишечная палочка (*Escherichia coli*) – самая изученная бактерия, что делает её очень удобным объектом для биотехнологии. Недавно группе израильских ученых удалось получить хемоорганогетеротрофный вариант *E.coli*, способный использовать только CO<sub>2</sub> для синтеза требуемой продукции, а также простой органический источник энергии, не участвующий в конструктивном метаболизме (анаболизме). Для этого исследователи:
  - вызвали нокаут генов терминальной оксидазы и АТФ-синтетазы;
  - встроили гены Рубиско и фосфорibuлокиназы;
  - несколькими генно-инженерными операциями добились формирования на мембране фотосистемы I;
  - встроили ген формиатдегидрогеназы, окисляющей формиат с образованием НАДН;
  - встроили гены целлюлазы и выкачивающего её из клетки мембранного транспортера.



3. Среди болезнетворных разновидностей грам-положительных бактерий известна *Listeria monocytogenes* – факультативный внутриклеточный патоген, вызывающий кишечные инфекции. В окружающей среде эти бактерии подвижны и долго сохраняют жизнеспособность, что увеличивает шанс заражения пищевых продуктов. Какие рецепторы могут быть использованы иммунными клетками человека для распознавания и успешной борьбы с *L.monocytogenes*?

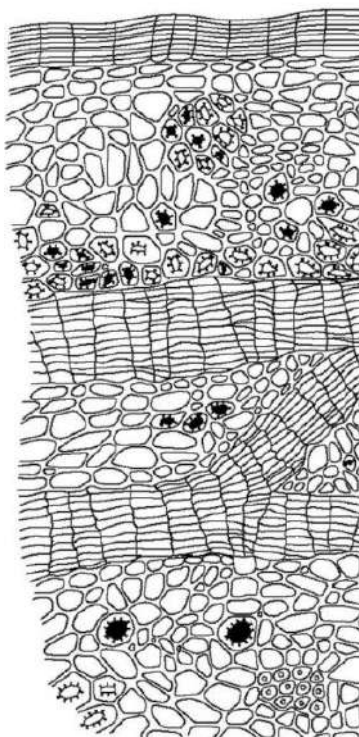
- а) NOD1, цитозольные рецепторы, распознающие пептидогликан;
- б) TLR2, мембранные внеклеточные рецепторы, распознающие пептидогликан;
- в) TLR3, внутриклеточные рецепторы, распознающие двуспиральную РНК;
- г) TLR4, распознающие липополисахариды;
- д) TLR5, распознающие флагеллин.

4. Какие из органов, представленных на анатомических срезах, претерпели вторичное утолщение?



- а) 1;            б) 2;            в) 3;            г) 4;            д) 5.

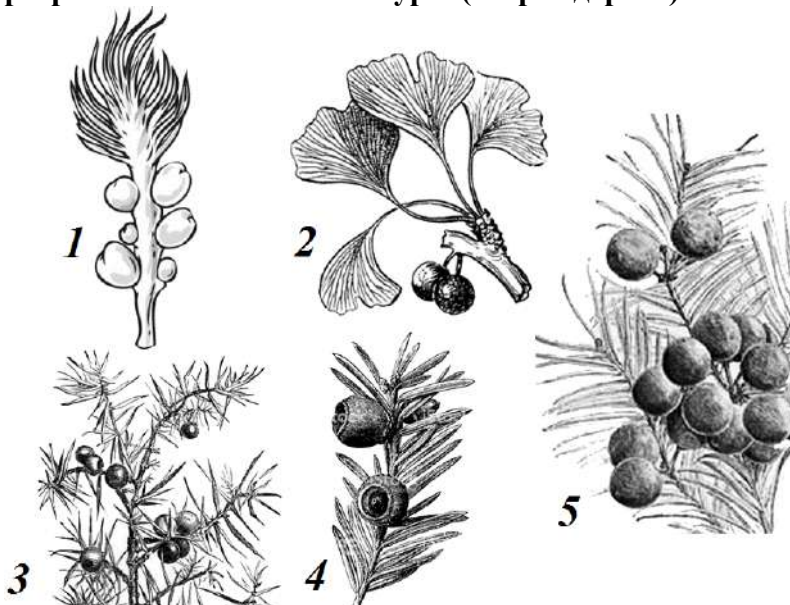
5. Перед вами фрагмент поперечного среза стебля.



Проанализируйте рисунок и укажите, является каждое из следующих утверждений **Верным (В)** или **Неверным (Н)**.

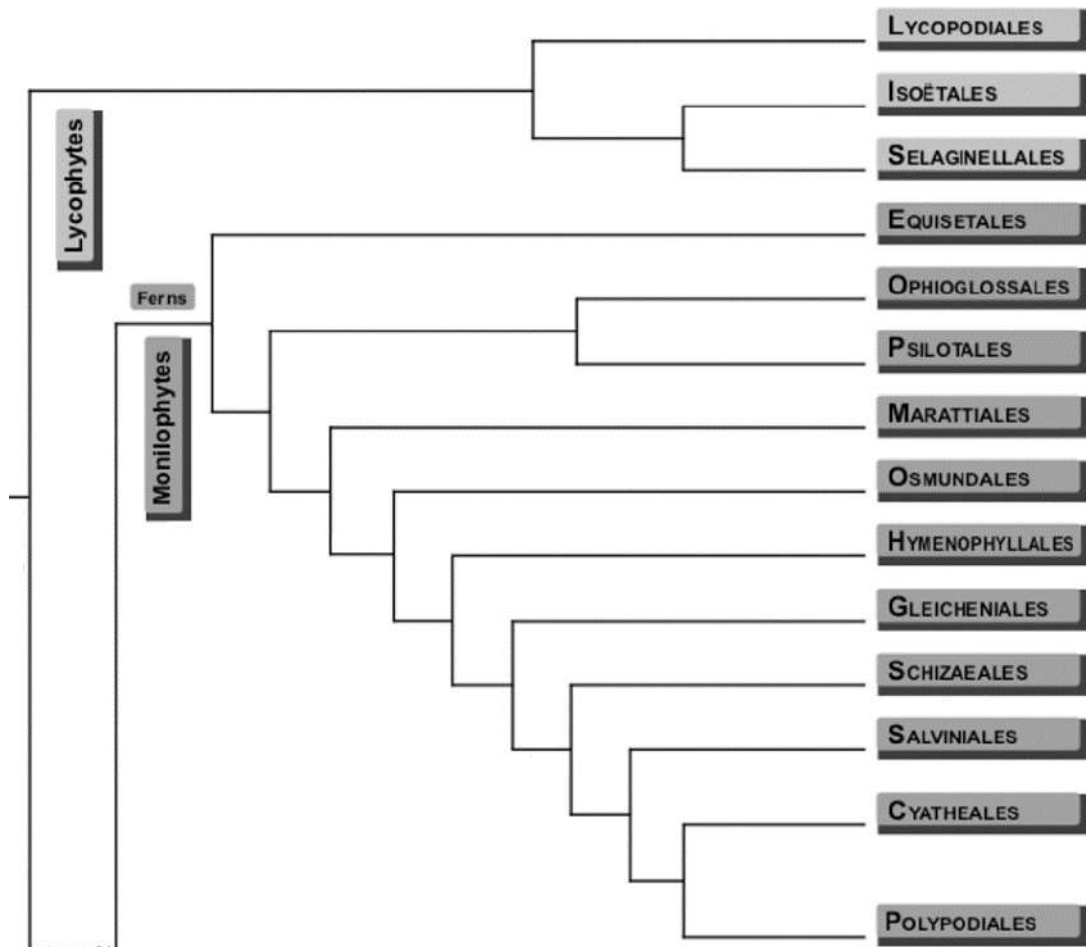
- а) Это, скорее всего, срез древесного растения.
- б) На рисунке представлен процесс образования межпучкового камбия.
- в) Видна покровная ткань – перидерма.
- г) Изображен участок формирования корки.
- д) Так происходит отмирание стебля у травянистых растений.

6. Перед вами сочные фруктификации голосеменных растений. Выберите варианты, где специализация к эндозоохории обеспечивается за счёт разрастания семенной кожуры (спермодермы).



- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4;
- д) 5.

7. Плаунообразные (ликофиты) отделились от остальных растений спорофитной линии эволюции (условно «папоротниковое» древо) еще в раннем девоне. Чем отличаются нынеживущие и известные сейчас вымершие представители Ликофитов от Монилофитов?



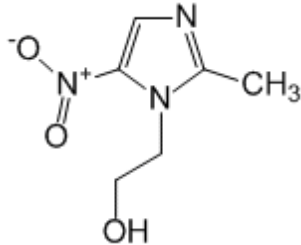
- а) способом образования листьев в филогенезе;  
 б) отсутствием древовидных жизненных форм  
 в) отсутствием среди плаунов растений с семязачатками  
 г) числом жгутиков сперматозоидов;  
 д) составом элементов флоэмы и ксилемы.
8. У зелёных растений (*Viridiplantae*) в фотосистеме I реакция первичного разделения зарядов происходит на  $P_{700}$ , а в фотосистеме II – на  $P_{680}$ . Какие из утверждений по отношению к фотосинтезу верны для этой группы фотосинтезирующих организмов:
- а) энергия фотонов, необходимых для возбуждения фотосистемы I ниже, чем энергия фотонов, необходимых для возбуждения фотосистемы II;  
 б) фотоны с длиной волны более 700 нм наиболее эффективны для реакций световой фазы фотосинтеза;  
 в) энергия возбуждения за счёт пигментов антенных комплексов переходит от фотосистемы I к фотосистеме II;  
 г) фотосистема I и фотосистема II участвуют в транспорте электронов (электрон-транспортной цепи);  
 д) при поглощении фотона из красной области  $P_{700}$  переходит в возбуждённое состояние  $S_1$ , а  $P_{680}$  – в возбуждённое состояние  $S_2$ .

9. У наземных растений кроме цикла Кальвина в темновые реакции фотосинтеза включают С-4 цикл, САМ-метаболизм и фотодыхание. Какие из утверждений верны для этих процессов:
- при С-4 фотосинтезе происходит разобщение первичной фиксации  $\text{CO}_2$  и цикла Кальвина во времени но не в пространстве;
  - при фотодыхании происходят потери углерода из состава сахаров;
  - САМ-метаболизм позволяет в течение дня резко снижать потери воды от транспирации;
  - для С-4 растений характерна биохимическая специализация зелёных клеток листа;
  - если в растении происходит САМ-метаболизм, цикл Кальвина происходить не может.
10. Известно, что при внесении нитратов в почву в растении усиливается синтез одной из групп гормонов – цитокининов. Какие физиологические явления, объясняемые этим эффектом, можно получить, подкармливая растения избыточными дозами нитратов:
- снижение устойчивости к засухе;
  - снижение образования клубеньков бобовыми растениями;
  - замедление перехода в состояние физиологического покоя во второй половине лета;
  - ускорение роста вегетативной биомассы;
  - снижение содержания углеводов в растении, сопровождающееся увеличением содержания аминокислот и белков.
11. У светолюбивых растений под пологом деревьев возникает синдром избегания тени: скорость роста стебля в длину увеличивается, междоузлия становятся длиннее, листовые пластинки меньше, чем при росте при полном освещении. Какие факторы запускают синдром избегания тени:



- в тени деревьев возрастает доля красных фотонов;
- в тени деревьев возрастает доля зелёных фотонов;
- в тени деревьев снижается доля синих фотонов;
- в тени деревьев возрастает доля дальних красных фотонов;
- в тени деревьев спектральный состав не меняется, уменьшается общее количество фотонов.

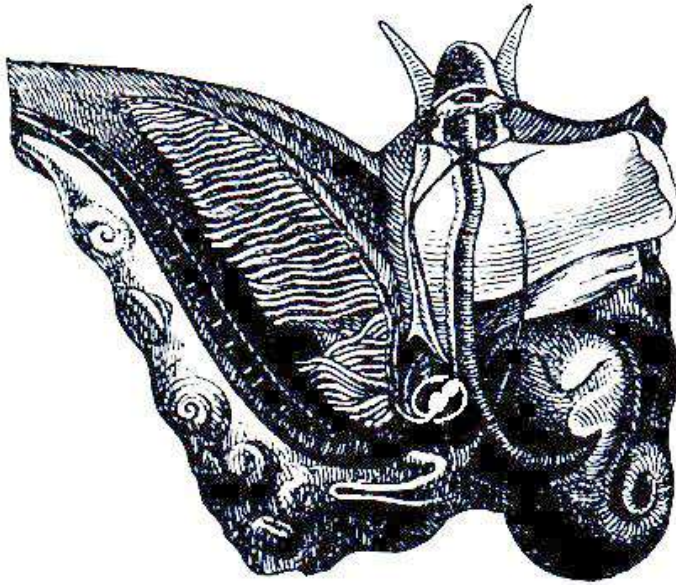
12. Метронидазол – действующее вещество бактерицидных и противопрозоидных лекарственных препаратов. Относится к группе 5-нитроимидазолов. Нитрогруппа является акцептором электронов и встраивается в дыхательную цепь, конкурируя с электротранспортирующими белками. Обладает избирательной активностью в отношении микроорганизмов, имеющих нитратредуктазы: восстановленные нитроимидазолы блокируют синтез нуклеиновых кислот.



Метронидазол применяется для лечения заболеваний, вызванных бактериями *Bacteroides* spp., *Clostridium* spp., *Helicobacter pylori* и другими. Исходя из описания препарата, выберите простейших-возбудителей заболеваний, для лечения от которых можно эффективно применять метронидазол:

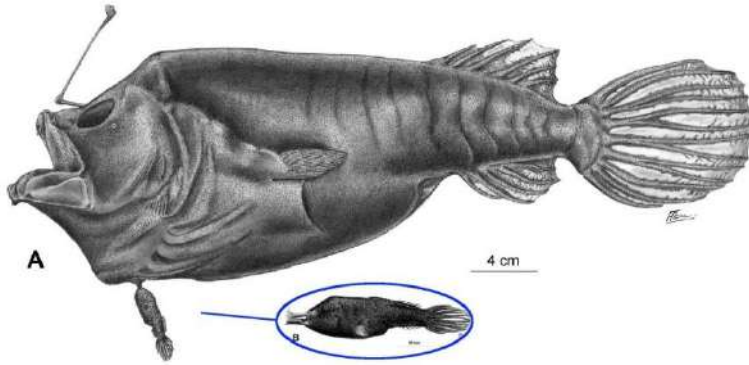
- а) трихомонада (*Trichomonas vaginalis*);
  - б) малярийный плазмодий (*Plasmodium falciparum*);
  - в) лямблия (*Giardia intestinalis*);
  - г) дизентерийная амёба (*Entamoeba histolytica*);
  - д) трипаносома (*Trypanosoma brucei*).
13. У каких из перечисленных организмов хотя бы на некоторых многоклеточных стадиях онтогенеза молекулярный механизм локомоции (передвижения) сводится к взаимодействию белков тубулина и динеина?
- а) печёночная двуустка (*Fasciola hepatica*);
  - б) бурая гидра (*Hydra oligactis*);
  - в) нерейс зелёный (*Alitta virens*);
  - г) мидия съедобная (*Mytilus edulis*);
  - д) аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*).

14. На рисунке изображён препарат: моллюск со вскрытой мантийной полостью. Судя по особенностям строения, отражённым на рисунке, данный моллюск является:



- а) фильтратором;
- б) живородящим;
- в) вторичноводным;
- г) хищником-моллюскоедом;
- д) представителем класса Головоногие.

15. **Глубоководные удильщики (Ceratioidei) - хищные рыбы, обитающие в океане на больших глубинах. Они получили своё название из-за того, что у самок длинный и гибкий первый луч спинного плавника светится на конце и используется для приманивания добычи. При этом они могут заглатывать добычу крупнее, чем они сами. Самцы в десятки раз меньше, они разыскивают самок своего вида с помощью обоняния и зрения (по свечению "приманки"), а затем прикрепляются к их телу, прирастая губами и языком. Постепенно у них атрофируются глаза, челюсти, кишечник и в дальнейшем питание происходит за счёт кровеносной системы самки. При этом половая система функционирует нормально.**



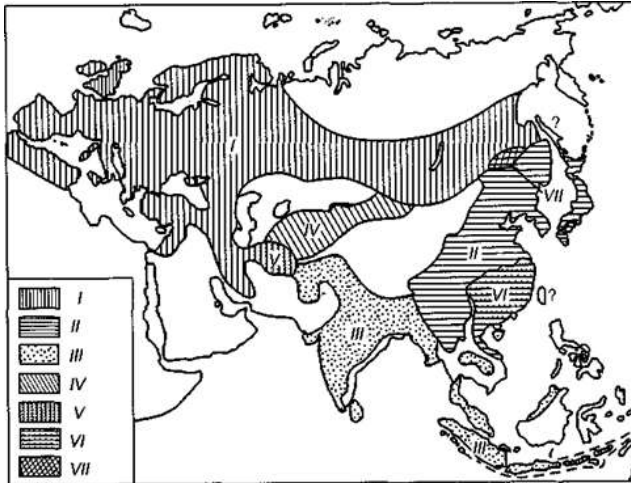
*Centrophryne spinulosa*

**Такие видовые особенности:**

- а) значительно расширяют экологическую нишу;
- б) позволяют самцам существовать в условиях скудости пищевых ресурсов на больших глубинах;
- в) говорят о начале процесса разделения на два разных вида;
- г) при большой разреженности популяции гарантируют присутствие разнополых особей при размножении;
- д) являются показателем биологического регресса.



16. Большая синица (*Parus major* L.) широко распространена в Евразии и насчитывает до 15 подвидов, слегка различающихся оттенками окраски. Ареалы подвидов образуют непрерывную цепочку от Ирландии и Марокко до Дальнего Востока, огибающую с севера и юга центрально-азиатские степи и пустыни. На границах ареалов все пары подвидов свободно скрещиваются. Самый протяжённый ареал имеет номинальный подвид *Parus major major*, который на Дальнем Востоке встречается с подвидом *Parus major minor*, но не смешивается с ним. Недавно проведённые исследования митохондриальной ДНК и цитохрома b показали, что восточная синица (*Parus minor*) – самостоятельный вид.

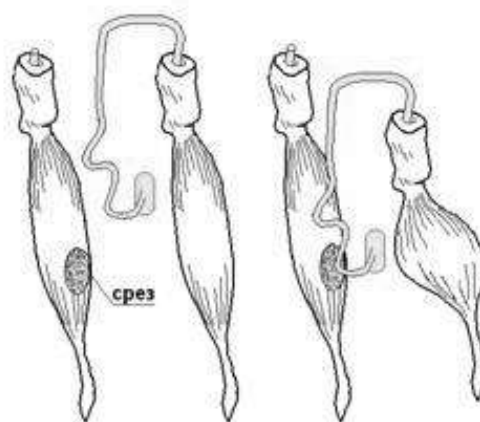
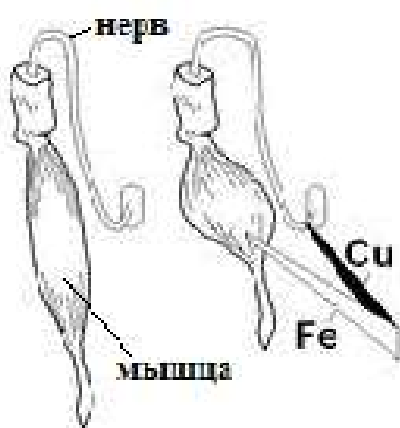


**Возникновение факторов, препятствующих гибридизации этих синиц (*Parus major major* и *Parus major minor*), может быть результатом:**

- а) модификационной изменчивости;
  - б) географической изоляции;
  - в) филетической эволюции;
  - г) аллопатрического видообразования.
  - д) конвергенции.
17. В геологической истории Земли учёные выделяют архейскую эру (архейский эон) - от 4,0 до 2,5 миллиардов лет назад. В это время произошли следующие эволюционные события:
- а) возникновение одноклеточных прокариот;
  - б) возникновение одноклеточных эукариот;
  - в) возникновение многоклеточных эукариот;
  - г) возникновение окислительного фотосинтеза;
  - д) возникновение размножения с участием гамет.
18. Площадь наземной экосистемы (A) и её видовое богатство (S) связаны между собой степенным соотношением  $S = cA^z$ , где c, z — константы. Величина z положительно коррелирует с:
- а) географической широтой экосистемы;
  - б) возрастом экосистемы;
  - в) расстоянием до других схожих экосистем;
  - г) интенсивностью солнечной радиации;
  - д) возрастом таксона, для которого определяется видовое богатство.



19. Перед вами схема двух классических экспериментов Луиджи Гальвани (А и Б) на нервно-мышечном препарате лягушки (1791 г). Основываясь на данных опытах, можно сделать следующие заключения:

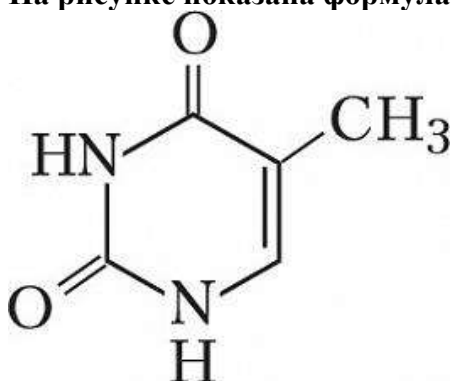


А

Б

- а) повреждение мышцы приводит к изменению ее заряда;
- б) электричество вызывает сокращение мышцы;
- в) электричество в данных тканях возникает благодаря внутренним процессам;
- г) нерв и мышца пассивно проводят электричество, возникающее в гальванической паре;
- д) для сокращения мышцы необходимы ионы меди.

20. На рисунке показана формула хорошо известного вам вещества.

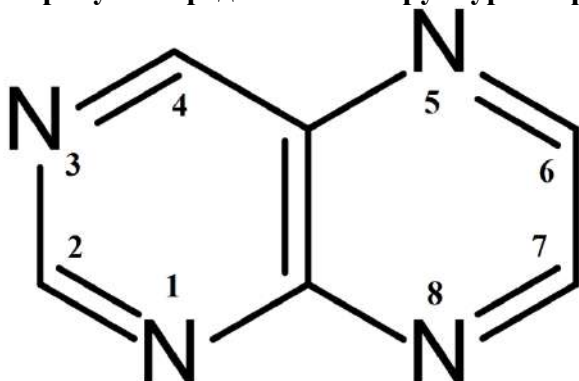


Как его можно назвать?

- а) тимин;
- б) тимидин;
- в) урацил;
- г) 5-метилурацил;
- д) 5-метилпиримидин-2,4(1H,3H)-дион.

- 21. Глюкоза — важнейший, а иногда единственный источник энергии для многих тканей и органов. Синтез глюкозы в организме человека может осуществляться с помощью метаболического пути под названием глюконеогенез из различных субстратов неуглеводной природы. Какие из суждений о глюконеогенезе верны?**
- а) реакции глюконеогенеза полностью идентичны реакциям гликолиза, катализируются теми же ферментами, но протекают в обратную сторону;
  - б) глюконеогенез ускоряется при повышении концентрации глюкозы в крови;
  - в) субстратом для глюконеогенеза могут служить некоторые аминокислоты;
  - г) генетические дефекты ферментов глюконеогенеза могут приводить к развитию лактоацидоза;
  - д) адреналин в стрессовых ситуациях активирует глюконеогенез.
- 22. За поддержание близких к нейтральным значений рН цитоплазмы клеток животных отвечают три основных мембранных переносчика:  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -обменник (I),  $\text{Na}^+,\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$ -обменник (II) и  $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ -обменник (III). Какие из приведенных ниже утверждений верны?**
- а) переносчик I закисляет цитоплазму;
  - б) переносчик II защелачивает цитоплазму;
  - в) переносчик III закисляет цитоплазму;
  - г) переносчики I и II не работают одновременно;
  - д) переносчики II и III не работают одновременно.
- 23. В качестве азотистых оснований в свободных нуклеотидах встречаются:**
- а) пурины;
  - б) пиридины;
  - в) пиримидины;
  - г) индол;
  - д) пиперидин.
- 24. В митохондриях клеток животных находится:**
- а) альдолаза;
  - б) изоцитрат лиаза;
  - в) ацил-КоА дегидрогеназа;
  - г) цитохром оксидаза;
  - д) пируват декарбоксилаза.
- 25. При  $\beta$ -окислении олеиновой кислоты образуется:**
- а) одинаковое количество ацетил-КоА и NADH;
  - б) одинаковое количество ацетил-КоА и  $\text{FADH}_2$ ;
  - в) одинаковое количество NADH и  $\text{FADH}_2$ ;
  - г)  $\text{FADH}_2$  меньше, чем ацетил-КоА;
  - д) NADH больше, чем  $\text{FADH}_2$ , но меньше чем ацетил-КоА.

26. На рисунке представлена структурная формула птеридина.



**Производные птеридина в живых организмах выполняют функции:**

- а) переносчиков электронов;
  - б) коферментов;
  - в) пигментов;
  - г) предшественников пуриновых оснований;
  - д) витаминов.
27. **В митохондриальной ДНК человека присутствуют гены:**
- а) аконитазы;
  - б) рРНК малой субъединицы митохондриальных рибосом;
  - в) субъединицы цитохромоксидазы;
  - г) тРНК;
  - д) глутаматдегидрогеназы.
28. **Убихинон (кофермент Q) является веществом, на котором сходятся пути окисления всех источников водорода для электрон-транспортной цепи митохондрий. Какие из утверждений являются верными:**
- а) восстановление убихинона происходит только за счёт веществ матрикса митохондрий;
  - б) основным источником водорода для восстановления убихинона является NADH;
  - в) окисление убихинона приводит к восстановлению FAD;
  - г) восстановление убихинона может происходить за счёт продуктов гликолиза;
  - д) убихинон может восстанавливаться цитохромом С.

**Часть 3.** Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5), в формате Международной биологической олимпиады. В заданиях содержатся все данные, которые наряду с базовыми знаниями необходимы и достаточны для установления верного ответа. Индексы верных ответов (В) и неверных ответов (Н) отметьте в матрице знаком «Х». Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **55** (по 5 баллов за 11 тестовых заданий).

При оценивании будет использована прогрессивная шкала оценивания. Подсчет очков за один вопрос:

Если все пять ваших ответов правильные, то вы получите **5 баллов**.

Если только четыре ответа правильные, то вы получите **3 балла**.

Если только три ответа правильные, то вы получите **2 балла**.

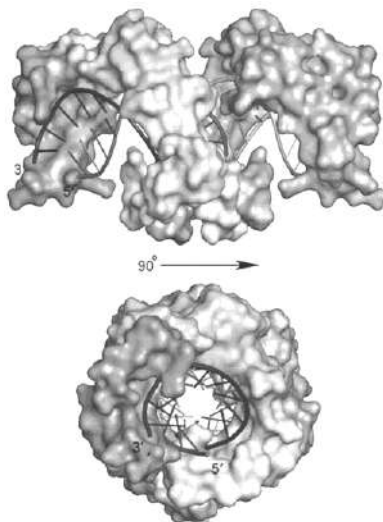
Если только два ответа правильные, то вы получите **1 балл**.

Если правильными являются менее двух ответов, то вы ничего не получите (**0 б.**).

Образец заполнения матрицы («ПО» и «Бал.» заполняется жюри при проверке!):

№	?	а	б	в	г	д	ПО	Бал.
	В		Х	Х		Х		
...	Н	Х			Х			

1. У бактерий родов *Bacillus*, *Clostridium*, *Desulfotomaculum* и ряда других представителей фила *Firmicutes* на определенном этапе развития начинают в большом количестве накапливаться малые кислоторастворимые белки SASP.



Эти небольшие молекулы из 59-75 аминокислот, имеющие структуру спираль-поворот-спираль, какое-то время составляют до 5% всех клеточных белков, но затем полностью исчезают. В экспериментах *in vitro* показано, что в их присутствии ДНК может принимать А-конформацию.

Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений о роли белков SASP в жизни бактерий Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Выполнив свою функцию, становятся ненужными и используются как запас питательных веществ для быстрого роста.
- Б) Увеличивают частоту мутаций, возникающих под действием УФ, что ускоряет адаптацию бактерий к неблагоприятным условиям.
- В) Защищают от высушивания, нагревания, мутагенных молекул и других неблагоприятных факторов.
- Г) Обеспечивают временную защиту от бактериофагов за счет эндонуклеазной активности.
- Д) Активно, хоть и не полностью гидролизуют полисахариды, что позволяет быстро приступить к утилизации нового субстрата, а патогенным формам упрощает распространение по тканям хозяина.

2. Вирус MERS-CoV – представитель отряда *Nidovirales*, вызвавший вспышку ближневосточного респираторного синдрома (MERS) в 2012 году. Его интенсивное изучение в последующие годы показало интересные особенности этих вирусов и наметило перспективы терапии. Так, две трети крайне большого по меркам РНК-вирусов генома (~30 kb) кодируют множество неструктурных белков, проявляющих РНК-зависимую-РНК-полимеразную, РНК-хеликазную активность и другие. Их совместное действие приводит к образованию в ЭПР репликационно-транскрипционных центров (РТЦ) вируса – одно- и двумембранных везикул и впячиваний, необходимых для развития дочерних вирионов. Интересно, что 16 неструктурных белков кодируются лишь двумя рамками считывания *rep1a* и *rep1b* (рис. 1), разделенными «скользкой» последовательностью 5'-УУУАААЦ-3' с последующим псевдоузлом РНК, что приводит к трансляции либо только продуктов *rep1a*, либо сразу всех неструктурных белков. Структурные белки (рис. 2) интегрируются в мембраны системы везикулярного транспорта и аппарата Гольджи (кроме белка N, который первоначально накапливается в цитоплазме, но в дальнейшем обнаруживается в секреторных везикулах). Наибольший интерес представляет шиповидный белок S, служащий для распознавания рецептора (DPP4) клеток-мишеней. После прикрепления вириона белок S должен быть разрезан поверхностными сериновыми протеазами хозяина или кислыми протеазами вроде катепсинов – это приведет к слиянию мембран и входу нуклеокапсида вируса в клетку.

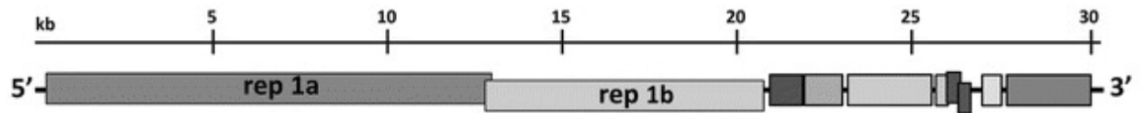


Рис. 1

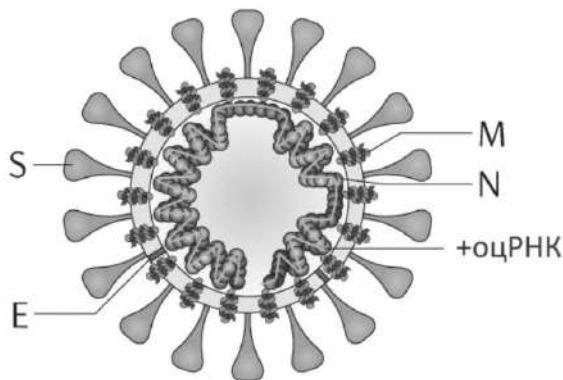
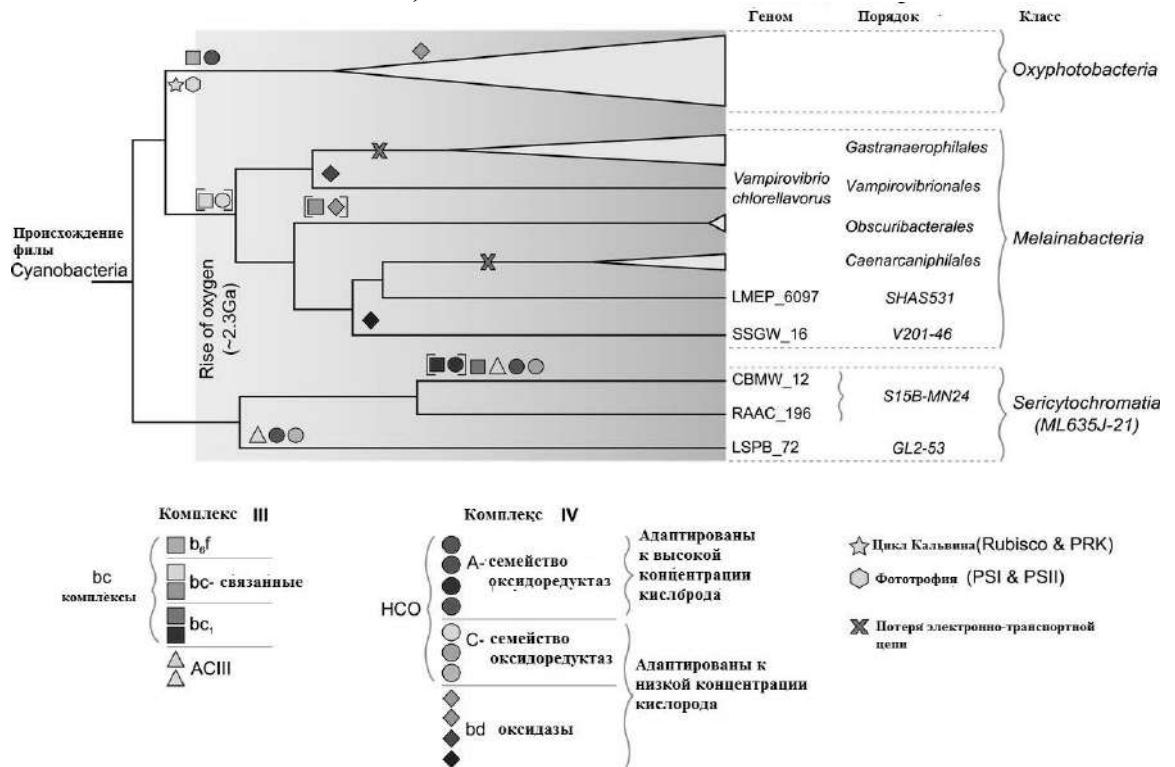


Рис. 2

Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений об особенностях вируса MERS-CoV Верным (В) или Неверным (Н).

- А) После присоединения к клетке вирион должен успеть соединиться с мембраной до эндоцитоза – иначе он попадет в фагосому и будет разрушен ферментами лизосом.
- Б) Глиптины – ингибиторы DPP4 – можно рассматривать как потенциальное лекарство от MERS, при условии, что они прочно связываются с рецептором.
- В) Замена нуклеотидов на «скользком» участке 5'-УУУАААЦ-3' приведёт к тому, что будут всегда транслироваться все 16 неструктурных белков.
- Г) В составе вирусных РТЦ можно обнаружить оцРНК, -оцРНК, дцРНК и ряд неструктурных белков вируса.
- Д) Выход вирионов из клетки сопряжен с появлением в цитоплазме везикул, имеющих две мембраны.

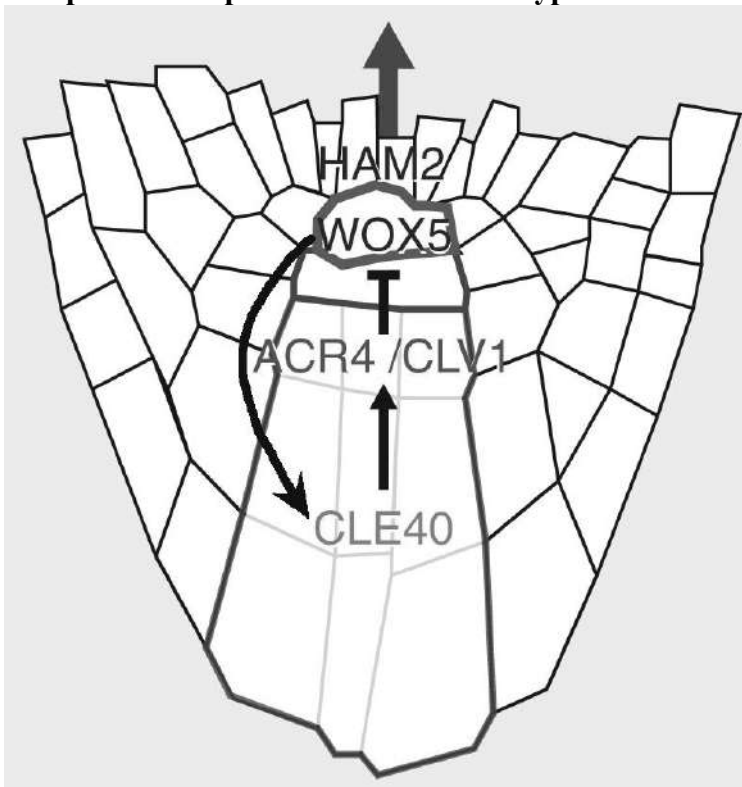
3. Перед вами рисунок эволюционного дерева цианобактерий из статьи, опубликованной в журнале Science (2017, Т. 355, стр. 1436–1440), о происхождении кислородного фотосинтеза и аэробного дыхания у цианобактерий (многоугольник обозначает появление кислородного фотосинтеза, а звездочка – появление цикла Кальвина).



Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Cyanobacteria возникли 2,3 миллиарда лет назад
- Б) Первые цианобактерии уже были способны и к кислородному фотосинтезу, и к фиксации углекислого газа.
- В) Melainabacteria и фотосинтезирующие цианобактерии (Oxyphotobacteria) являются единственными современными потомками своего последнего общего нефотосинтезирующего предка.
- Г) Sericytochromatia – самая базальная ветвь цианобактерий
- Д) Системы аэробного дыхания формировались за счет горизонтального переноса генов от разных групп бактерий, причем одни цианобактерии приобрели белки, подходящие для дыхания при низких концентрациях кислорода, другие – при высоких.

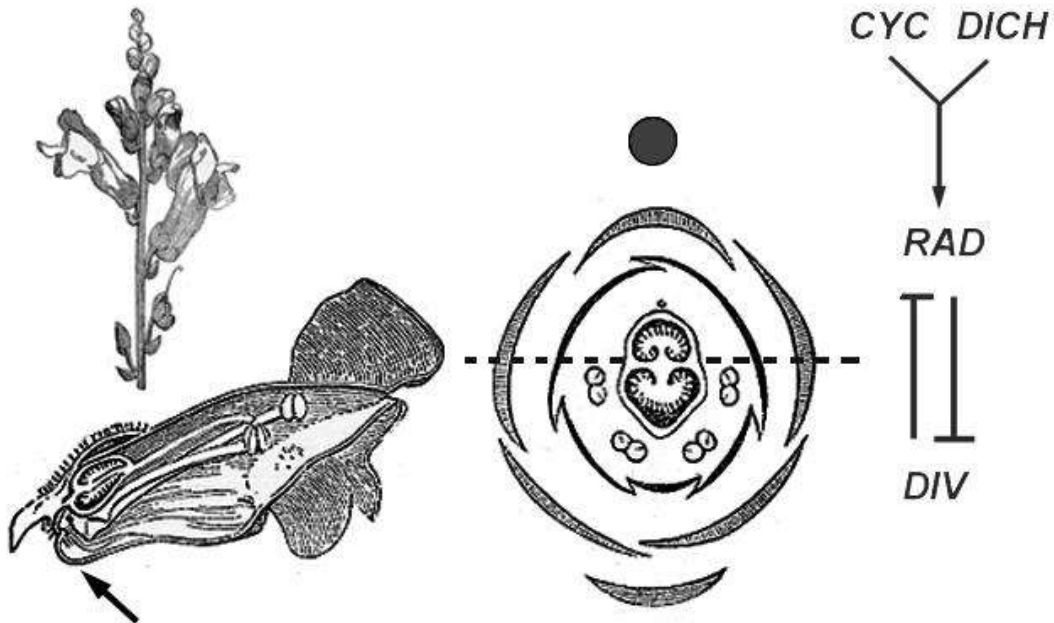
4. Размер апикальной меристемы корня контролируется согласно механизму отрицательной обратной связи. В покое центре синтезируется белок-фактор транскрипции *WOX5*. Он перемещается в окружающие клетки, и они начинают делиться. Кроме того, под действием фактора транскрипции *WOX5* в делящихся клетках синтезируется короткий пептид *CLE40*, который выходит из клеток наружу. В дальнейшем пептид *CLE40* взаимодействует на поверхности клеток покоевого центра с рецептором, который состоит из двух белков: *ACR4* и *CLV1*. После связывания с рецептором сигнал поступает в ядра клеток покоевого центра, и синтез фактора транскрипции *WOX5* уменьшается. Этот механизм позволяет поддерживать число делящихся клеток в меристеме корня на оптимальном уровне.



Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений о регуляции числа делящихся клеток в меристеме корня Верным (В) или Неверным (Н).

- А) При мутации с полной потерей функции либо в гене *ACR4*, либо в гене *CLV1* произойдёт увеличение числа делящихся клеток.
- Б) Если обработать корень искусственно полученным пептидом *CLE40*, число делящихся клеток возрастёт.
- В) Мутация с потерей функции в гене *WOX5* приведёт к остановке роста меристемы корня.
- Г) Если кодирующую часть гена *WOX5* соединить с сильным промотором (*35S<sub>CaMV</sub>*), который не регулируется пептидом *CLE40*, и встроить полученную конструкцию в растение, произойдет увеличение размеров апикальной меристемы корня.
- Д) Если кодирующую часть гена *CLE40* соединить с сильным промотором (*35S<sub>CaMV</sub>*), который не регулируется фактором транскрипции *WOX5*, и встроить полученную конструкцию в растение, произойдет увеличение размеров апикальной меристемы корня.

5. У львиного зева зигоморфный цветок. В верхней части расположена верхняя губа венчика с двумя лопастями, стаминодий (недоразвитая тычинка) и верхняя (уменьшенная в размерах) камера плода. В нижней части располагаются посадочная площадка с сигналами и мешковидным выростом (показан стрелкой), фертильными тычинками и нижняя (увеличенная) камера плода. В верхней части цветка экспрессируются гены *CYCLOIDEA* (*CYC*) и *DICHOTOMA* (*DICH*). Они совместно запускают экспрессию гена *RADIALIS* (*RAD*), который и определяет развитие верхней части цветка. Развитием нижней части цветка управляет ген *DIVARICATA* (*DIV*), который не может экспрессироваться в тех частях цветка, где активен ген *RAD* (и наоборот). Граница активности этих генов на диаграмме условно показана пунктирной линией.



Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений о мутантах с потерей функции по вышеназванным генам Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Фенотип мутантов по генам *CYC* или *DICH* похож на фенотип мутантов по гену *RAD*.
- Б) В случае мутации по гену *DIV* в цветке не будет ни одной фертильной тычинки, они будут заменены стаминодиями.
- В) Венчик мутанта по гену *RAD* будет составлен только из лепестков с сигналами и мешковидными выростами.
- Г) Венчик мутанта по гену *CYC* будет составлен только из «верхних» лепестков без мешковидных выростов.
- Д) Если в цветках мутанта по гену *DICH* произойдёт гомеозисная замена всех лепестков на тычинки и/или стаминодии, о такой цветок будет иметь 10 фертильных тычинок.



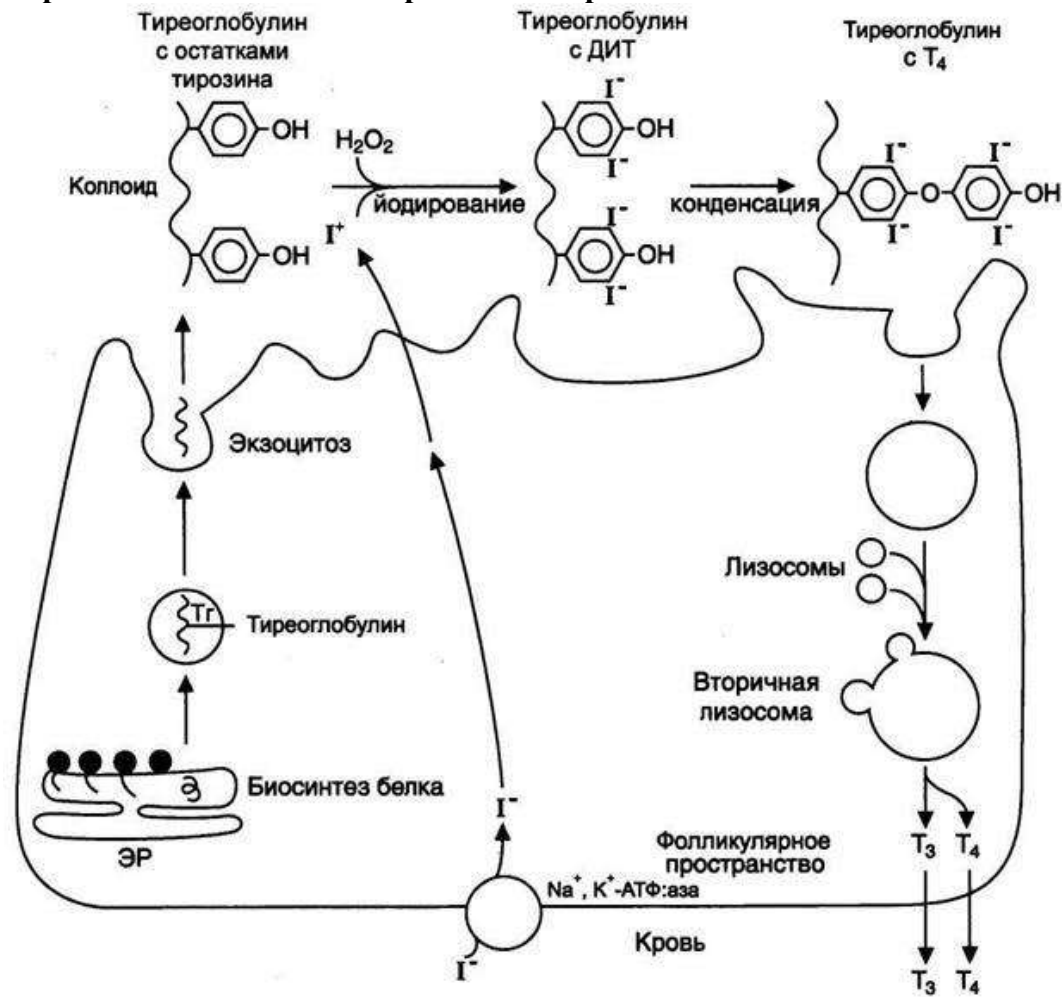
6. Пёстрая окраска различных частей растения часто бывает вызвана подвижными генетическими элементами – транспозонами. Транспозон фасоли с 5' и 3' конца имеет последовательность, очень похожую на границы интронов, поэтому последовательность транспозона правильно вырезается при созревании РНК, если транспозон находится в белок-кодирующей части какого-либо гена. При перемещении (транспозиции) подвижный генетический элемент случайным образом «прихватывает» с собой ещё 2–3 дополнительных нуклеотида справа и слева.



Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений о подвижном генетическом элементе для случая, представленного на фотографии, Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Данный транспозон находится между промотором и кодирующей частью гена, отвечающего за синтез антоцианов.
- Б) Транспозон расположен внутри кодирующей части гена, отвечающего за синтез антоцианов.
- В) При созревании и-РНК этот транспозон удаляется из последовательности РНК, и синтезируется полноценный белковый продукт гена, отвечающего за синтез антоцианов.
- Г) При транспозиции иногда происходит диссоциация хромосомы, в которой находился транспозон, при этом теряется плечо хромосомы, несущее ген, отвечающий за синтез антоцианов.
- Д) Если при развитии семени транспозон переместился в новое место достаточно рано, то возникает обширное тёмное пятно, а при позднем перемещении возникает лишь небольшая тёмная точка.

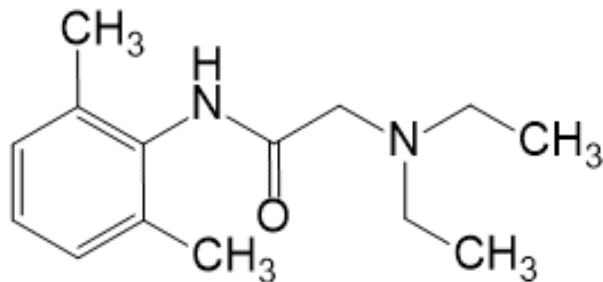
## 7. Перед вам схема синтеза тиреоидных гормонов.



Основываясь на схеме, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений об особенностях этого препарата Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Введение антиоксидантов снижает синтез тиреоидных гормонов.  
 Б) Потребление пищи, дефицитной по фенилаланину, может вызвать гипотиреоз.  
 В) Потребление пищи, содержащей много тирозина (например, сыра), может вызвать гипертиреоз  
 Г) Блокаторы дейодиназы (например, 6-пропил-2-тиоурацил) применяют для лечения гипертиреоза.  
 Д) Индуцирование экспрессии ботулинового токсина в тироцитах снижает концентрацию тироксина в крови.

8. Никита Александрович обратился к стоматологу, чтобы поставить пломбу на верхний резец. Стоматолог перед установкой пломбы при помощи шприца ввёл ему в десну местный анестетик лидокаин (см формулу ниже). Известно, что лидокаин является слабым основанием (В), и в растворе преобладает его протонированная форма (ВН<sup>+</sup>).

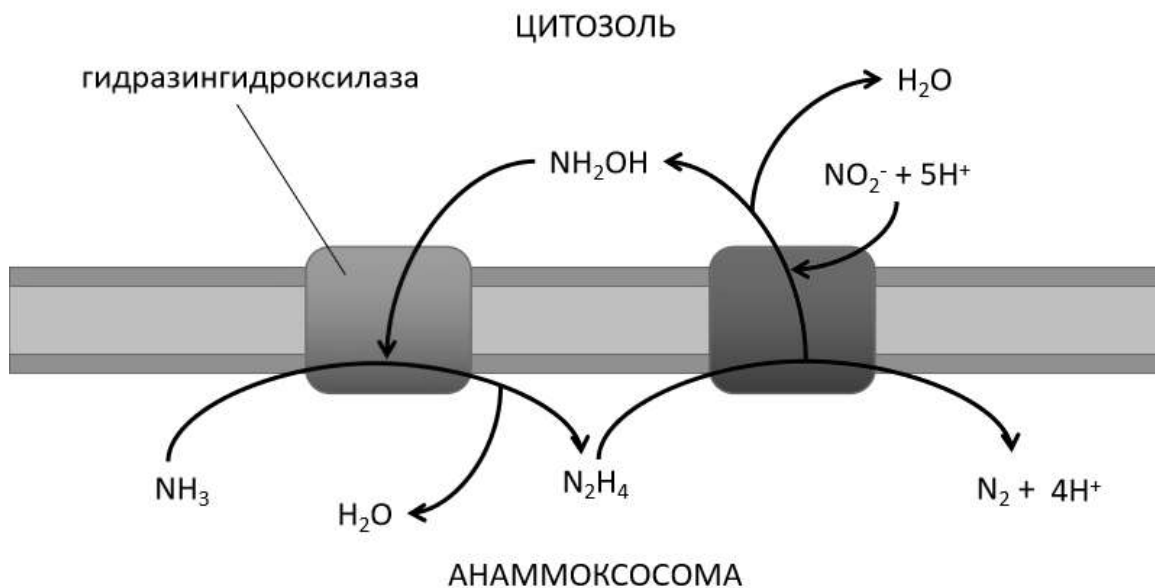


Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений **Верным (В)** или **Неверным (Н)**.

- А) Лекарственное средство проникает в клетку в протонированной форме.
- Б) В основе действия лидокаина лежит блокада калиевых каналов.
- В) Лидокаин воздействует сперва на более тонкие нервные волокна, затем на более толстые.
- Г) Протонирование лидокаина происходит по амидному атому азота.
- Д) Лидокаин связывается с молекулой-мишенью в протонированной форме.

9. Роль живых организмов в круговороте элементов в биосфере постоянно пересматривается. Открываются не только новые аспекты уже известных этапов круговорота элементов, но и целые биохимические процессы, требующие по-новому взглянуть на всю архитектуру циклов биогенных элементов. Один из таких, недавно открытых процессов - анаэробное окисление аммония, или анаммокс (от англ. *anaerobic ammonium oxidation*), открытый и изученный только в конце прошлого века.

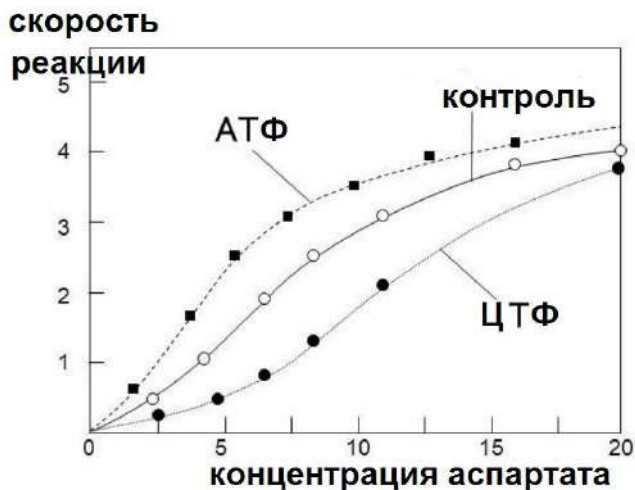
Этот процесс осуществляется бактериями-планктомицетами, обитающими на дне океана. По современным оценкам, анаммокс может быть источником 30% азота, образующегося в мировом океане. Планктомицеты - своеобразные бактерии: они имеют ограниченные мембраной органеллы, в которых и осуществляется анаммокс - анаммоксосомы. На рисунке ниже представлена упрощенная схема анаммокса.



Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений об этом удивительном процессе Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Анаммокс можно рассматривать как разновидность анаэробного дыхания.
- Б) Анаммокс можно рассматривать как разновидность брожения.
- В) Анаммокс приводит к формированию трансмембранного градиента протонов.
- Г) В качестве конечного акцептора электронов в анаммоксе выступает нитрит-анион.
- Д) Бактерии, осуществляющие анаммокс, вносят тот же вклад в круговорот азота, что и клубеньковые бактерии.

10. Рассмотрите график активности работы фермента аспарат-транскарбомулазы, который участвует в одной из реакций синтеза пиримидиновых нуклеотидов.



Кривая «контроль» показывает скорость ферментативной реакции в присутствии только фермента и его субстратов, кривая «АТФ» - скорость в присутствии и субстратов, и физиологического количества АТФ, кривая «ЦТФ» - скорость в присутствии и субстратов, и физиологического количества ЦТФ.

Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) АТФ является одним из конечных продуктов пути биосинтеза пиримидиновых нуклеотидов.  
 Б) АТФ является аллостерическим ингибитором аспарат-транскарбомулазы.  
 В) ЦТФ является аллостерическим ингибитором аспарат-транскарбомулазы.  
 Г) Для присоединения пиримидинового азотистого основания к рибозе нужно затратить энергию, получаемую за счёт гидролиза фосфодиэфирных связей.  
 Д) аспарат-транскарбомулаза имеет участки связывания аспартата, АТФ и ЦТФ.

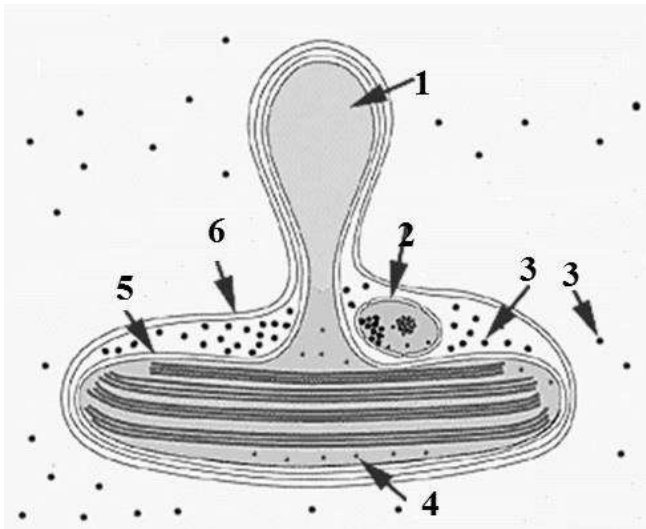
11. У гороха аллель жёлтой окраски горошин  $Y$  доминирует над аллелью зелёной окраски  $y$ , а аллель круглой формы горошин  $R$  доминирует над аллелью морщинистой формы  $r$ . Вы сорвали боб с четырьмя горошинами внутри.

Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Вероятность того, что три горошины будут жёлтыми, а одна зелёной — 100%.  
 Б) Вероятность того, что три горошины будут круглыми, а одна – морщинистой – 42% (108/256).  
 В) Вероятность того, что все четыре горошины окажутся разными по фенотипу, будет 3% (1994/65536).  
 Г) Вероятность того, что все четыре горошины будут круглыми, будет 32% (81/256).  
 Д) Вероятность того, что все четыре горошины будут зелёными, будет 32% (81/256).

**Часть 4.** Вам предлагаются тестовые задания, требующие установления соответствия. Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **74**. Заполните матрицы ответов в соответствии с требованиями заданий.

1. [3 балла] На рисунке приведен фрагмент клетки автотрофной морской водоросли с пластидой, произошедшей в результате вторичного эндосимбиогенеза. Установите соответствие между цифрами на рисунке (1–6) и структурами (А-Е).



- А) 70S рибосомы;
- Б) 80S рибосомы;
- В) пиреноид;
- Г) нуклеоморфа;
- Д) мембраны хлоропластного эндоплазматического ретикулула;
- Е) собственно мембраны хлоропласта.

Цифры на рисунке	1	2	3	4	5	6
Структуры						

2. [4 балла] Перед вами список ингредиентов для приготовления винегрета: свекла, картофель, морковь, огурец консервированный, лук репчатый, горошек консервированный, капуста квашенная, перец черный молотый. Укажите, какими частями растений являются данные кулинарные ингредиенты. Ответ дайте в виде соответствия цифр и букв.

**Ингредиенты винегрета:**

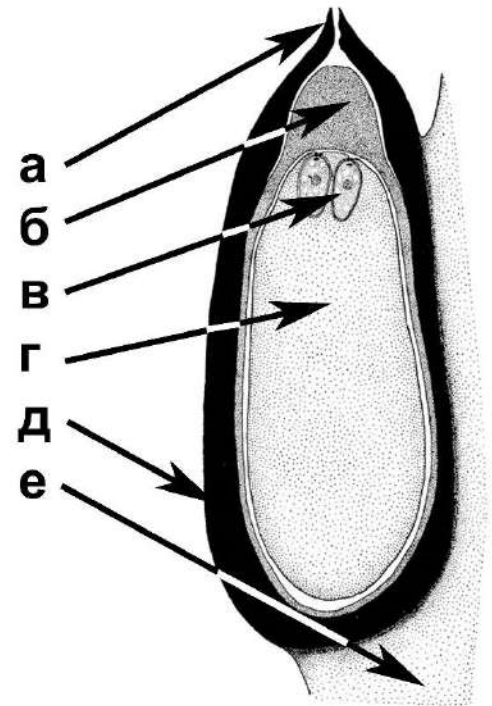
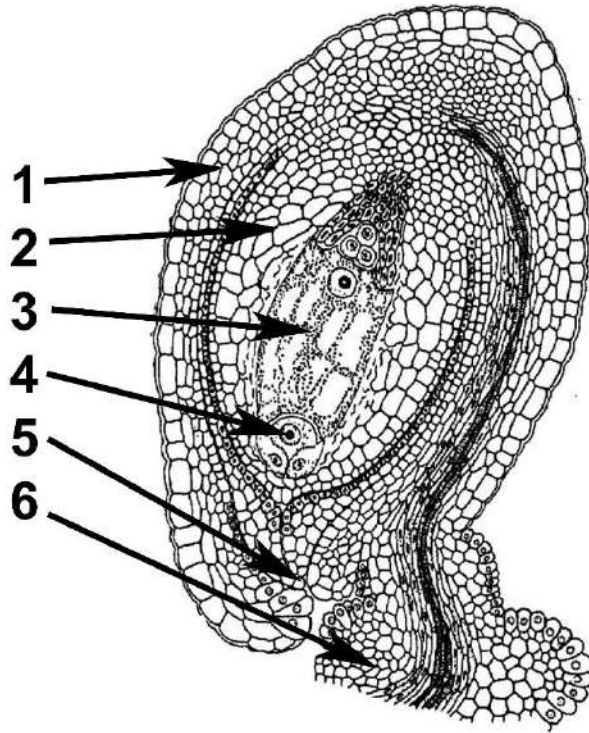
- 1) Свекла
- 2) Картофель
- 3) Морковь
- 4) Огурец консервированный
- 5) Лук репчатый
- 6) Горошек консервированный
- 7) Капуста квашенная
- 8) Перец черный молотый

**Части растения:**

- А) Плоды
- Б) Луковицы
- В) Клубни
- Г) Корни
- Д) Корнеплоды
- Е) Семена (без околоплодника)
- Ж) Листья
- З) Цветки

Ингредиенты винегрета	1	2	3	4	5	6	7	8
Части растения								

3. [3 балла] На рисунках изображены два семязачатка. На каждом из них буквами и цифрами отмечены одни и те же структуры: женский гаметофит, интегумент, микропиле, нуцеллус, ткань материнского спорофита, яйцеклетка. Укажите соответствие между цифрами и буквами.



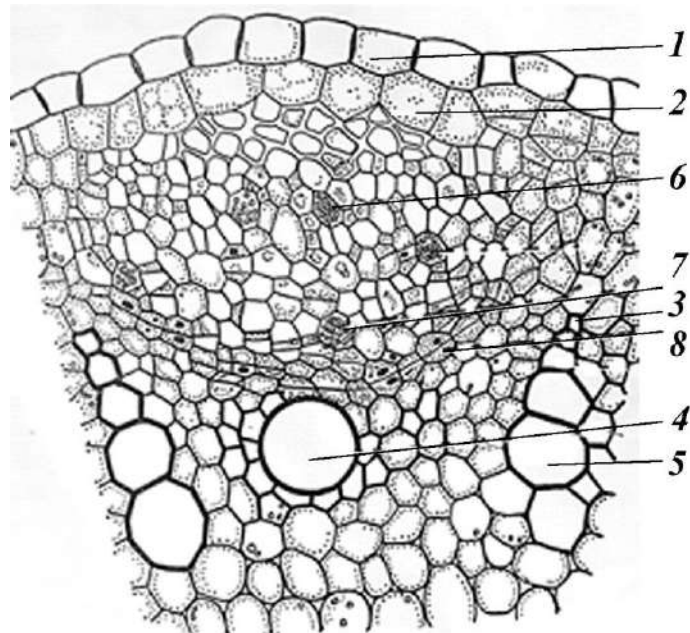
Цифры	1	2	3	4	5	6
Буквы						





5. [4 балла] На рисунке изображена часть центрального цилиндра корня покрытосеменного растения. Установите соответствие, выбрав нужные элементы, между анатомическими структурами объекта (1-8) и их происхождением (А-Г):

Анатомические структуры



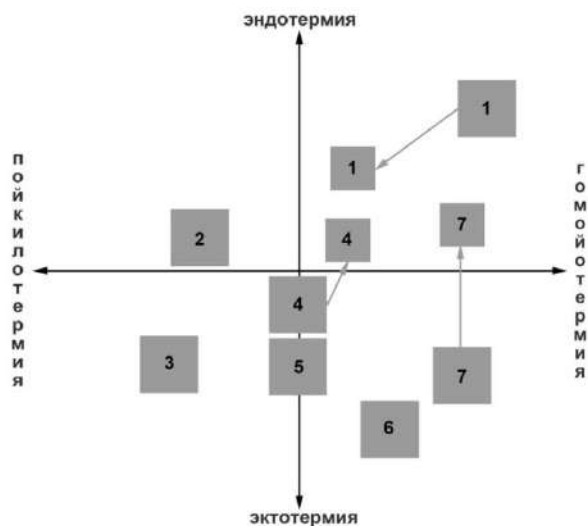
Элементы происхождения

- А) плерома
- Б) внутренний слой периллемы
- В) камбий
- Г) паренхимные клетки центрального цилиндра, приобретающие меристематическую активность

Анатомические структуры	1	2	3	4	5	6	7	8
Элементы происхождения								

6. 3,5 балла] Установите соответствие между стратегиями поддержания теплового баланса (1–7 на схеме) и группами животных (А–Ж), которым они свойственны. Пара одинаковых цифр, соединённых стрелкой, означает, что возможна временная гетеротермия.

Стратегии:



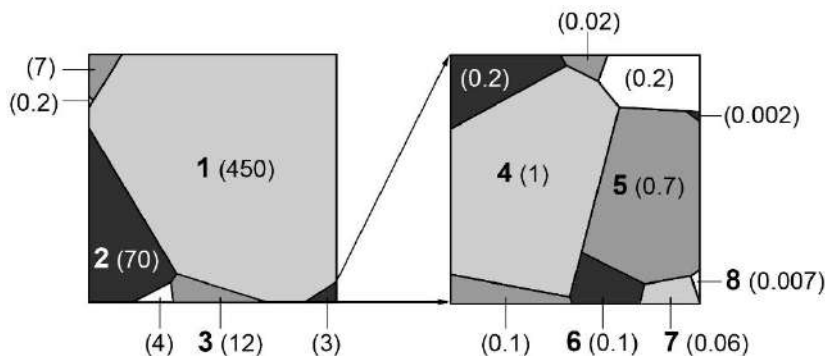
Группы животных:

- А) наземные насекомые;
- Б) птицы;
- В) морские рыбы;
- Г) пресноводные моллюски;
- Д) морские кольчатые черви;
- Е) амфибии;
- Ж) голые землекопы.

Стратегии	1	2	3	4	5	6	7
Животные							

7. [4 балла] На рисунке представлены данные о суммарной биомассе живых организмов из различных групп.

Каждый многоугольник соответствует определённой группе организмов. Установите соответствие между значениями биомассы (многоугольники, обозначенные жирными цифрами 1 – 8; числа в скобках – значения биомассы в Гт (гигатоннах) углерода), и группами организмов (А - З). Таким образом, вы расположите группы организмов в порядке уменьшения их биомассы:



Группы организмов:

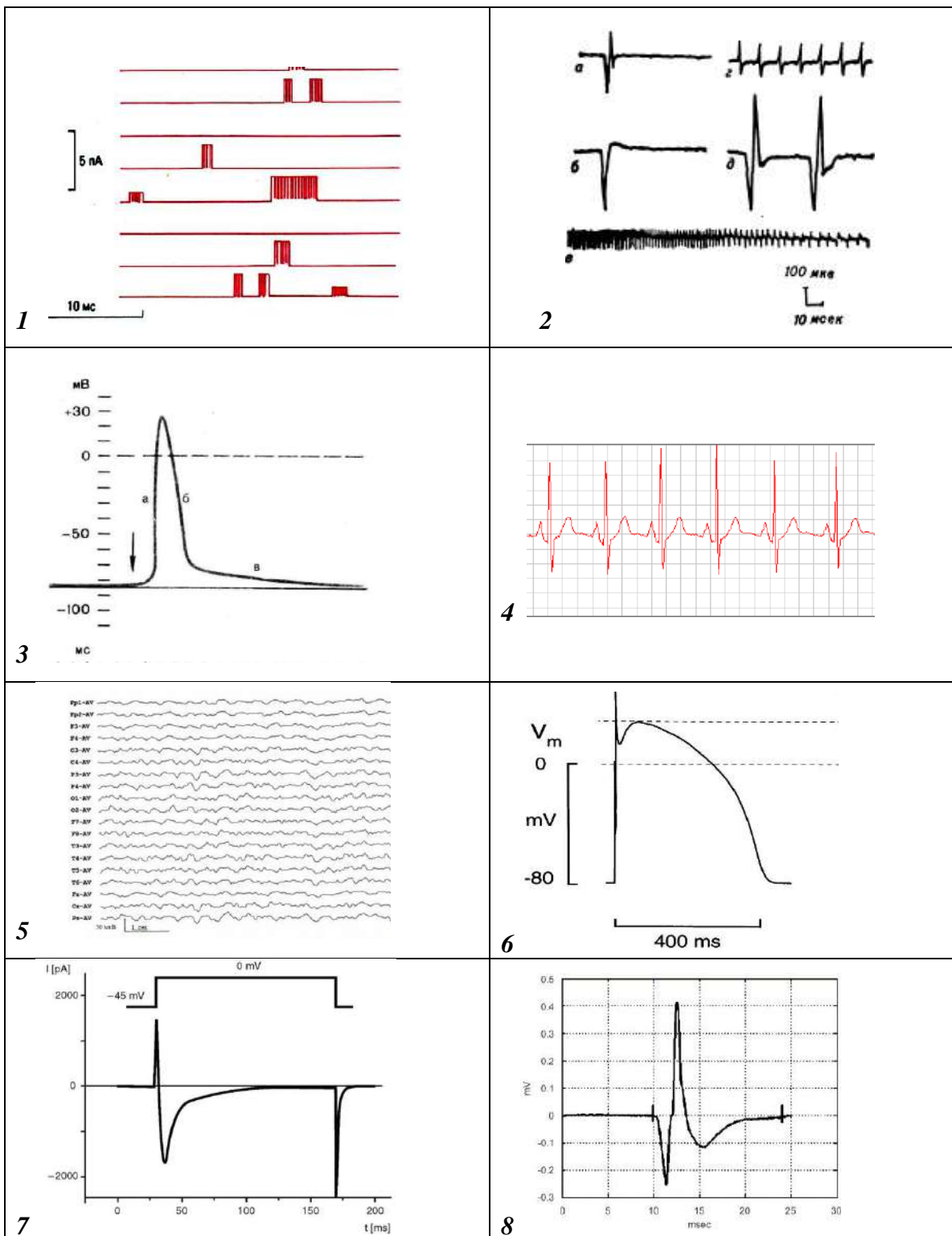
- А) членистоногие;
- Б) дикие млекопитающие;
- В) рыбы;
- Г) растения;
- Д) грибы;
- Е) домашний скот;
- Ж) бактерии;
- З) люди.

Биомасса (от большего к меньшему)	1	2	3	4	5	6	7	8
Группы организмов								



9. [4 балла] Установите соответствие между формой графика электрического сигнала (1–8) и методом его получения (А–Д):

- А) внеклеточная биполярная регистрация;
- Б) пэтч-кламп (регистрация изолированного участка мембраны);
- В) внутриклеточная монополярная регистрация;
- Г) метод фиксации потенциала;
- Д) пэтч-кламп (регистрация целой клетки).



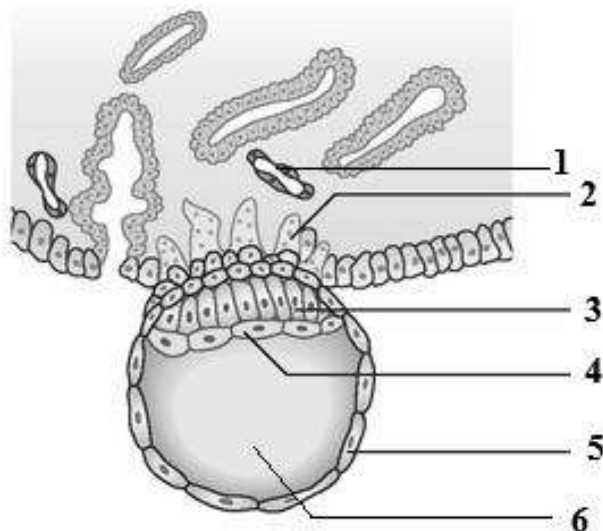
Вид электрограммы	1	2	3	4	5	6	7	8
Вид регистрации								

**10. [4 балла] Сопоставьте названия черепных нервов (1-8) с их функциями.**

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Черепные нервы:</b>  | <b>Функции:</b>                         |
| 1) блуждающий           | А) слезоотделение                       |
| 2) глазодвигательный    | Б) сокращение трапецевидной мышцы       |
| 3) лицевой              | В) иннервация полукружных каналов       |
| 4) тройничный           | Г) поворот глаза к носу (инциклодукция) |
| 5) языкоглоточный       | Д) сокоотделение в желудке              |
| 6) блоковый             | Е) слюноотделение околоушных желёз      |
| 7) добавочный           | Ж) тактильная чувствительность кожи лба |
| 8) преддверно-улитковый | З) сужение апертуры зрачка на свету     |

<b>Черепные нервы</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Функции</b>								

**11. [6 баллов] На рисунке изображена одна из стадий развития плацентарных млекопитающих. Соотнесите пронумерованные структуры (1–6) и их названия (А–Е), отметьте плоидность образующих их клеток (Ж–З), а структуры эмбриона, участвующие в формировании взрослого организма отметьте знаком «X».**



**Название структуры**

- А) полость бластоцисты
- Б) эпибласт
- В) гипобласт
- Г) цитотрофобласт
- Д) синцитиотрофобласт
- Е) капилляры матки

**Плоидность структуры**

- Ж) 2n
- З) 4n

<b>Номер структуры</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Название структуры</b>						
<b>Плоидность клеток</b>						
<b>Структуры эмбриона, участвующие в формировании взрослого организма</b>						





Используйте коды: А – 9750 генов, Б – 9820 генов, В – 19570 генов, Г – 20340 генов, Д – 22750 - 23590 генов, Е – 33340 генов.

15. [4 балла] Соотнесите название вещества (1–8) с выполняемой им функцией (А–З) в клетке/организме (4 балла).

Вещество:

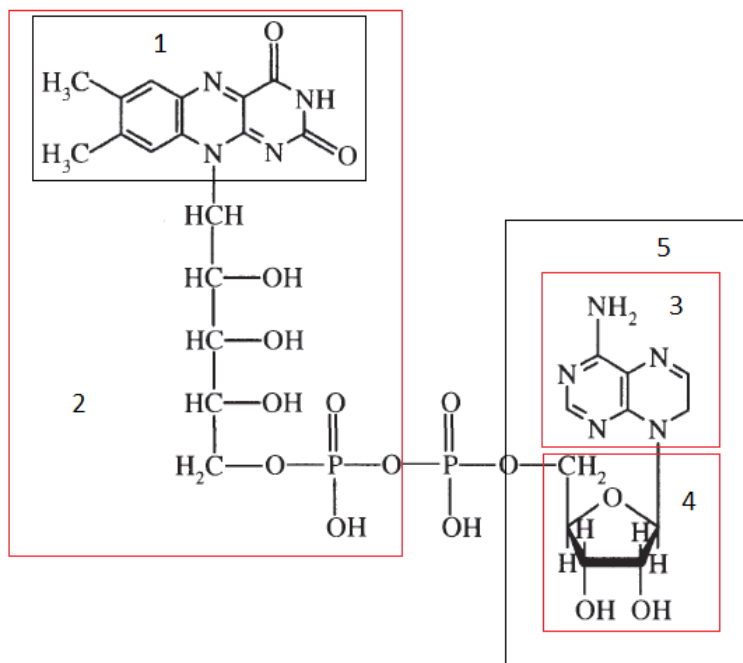
- 1) кератин;
- 2) карнитин;
- 3) креатин;
- 4) кальмодулин;
- 5) карнозин;
- 6) кадгерин;
- 7) катепсин;
- 8) каспаза.

Выполняемая функция:

- А) клеточная адгезия;
- Б) транспорт жирных кислот через мембрану митохондрий;
- В) белок промежуточных филаментов;
- Г) регуляция уровня АТФ в мышцах;
- Д) регуляция рН в работающих мышцах;
- Е) связывание кальция и передача сигнала;
- Ж) протеаза, участвующая в апоптозе;
- З) протеаза лизосом.

Вещество	1	2	3	4	5	6	7	8
Выполняемая функция								

16. [2,5 балла] Флавинадениндинуклеотид (ФАД) — кофермент, принимающий участие во многих окислительно-восстановительных процессах. ФАД имеет сложную структуру и состоит из нескольких частей. Соотнесите номера и названия частей данной молекулы.



Названия частей молекулы:

- А) рибофлавин
- Б) аденин
- В) флавиномононуклеотид (ФМН)
- Г) аденозин
- Д) рибоза

Номера	1	2	3	4	5
Названия частей молекулы					



17. [2,5 балла] Укажите локализацию ферментов в структурах клетки пекарских дрожжей.

**Структуры клетки:**

- 1) ядро;
- 2) митохондрии;
- 3) лизосомы;
- 4) пероксисомы;
- 5) цитоплазма.

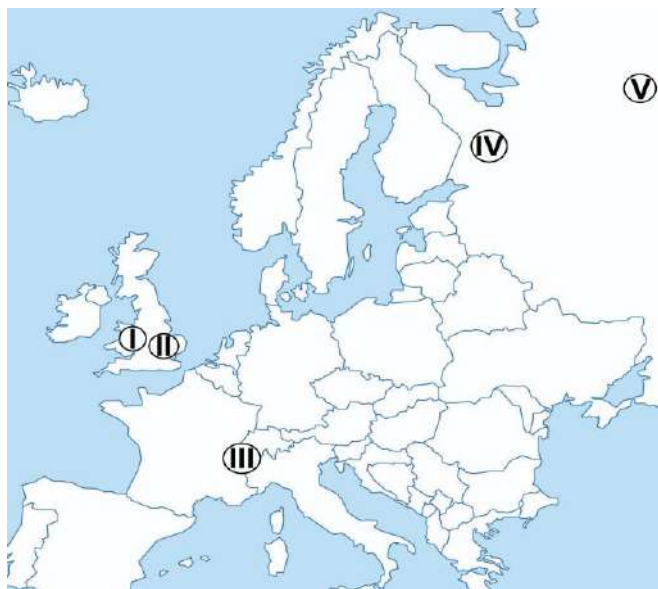
**Ферменты:**

- А) триозофосфат изомераза;
- Б) ацил-КоА дегидрогеназа;
- В) сукцинат дегидрогеназа;
- Г) кислая фосфатаза;
- Д) НАД-синтетаза.

<b>Структуры клетки</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ферменты</b>					

18. [5 баллов] Многие периоды геохронологической шкалы были названы в честь мест, где геологи впервые описали соответствующие ископаемые. Установите соответствие между периодами (1–5), расположением на карте Европы регионов, в честь которых они были названы (I–V) и основными событиями в эволюции биосферы (А–Д).

**Регион:**



**Периоды:**

- 1) Венд (эдиакарий)
- 2) Кембрий
- 3) Девон
- 4) Пермь
- 5) Юра

**Событие:**

- А) возникновение плацентарных;
- Б) выход позвоночных на сушу;
- В) «Скелетная революция»;
- Г) появление билатерально-симметричных животных;
- Д) адаптивная радиация амниот.

<b>Период</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Регион</b>					
<b>Событие</b>					

**Часть 5.** Вам предлагаются расчетные задачи в формате Международной биологической олимпиады. В условиях задач содержатся все данные, которые наряду с базовыми знаниями будут необходимы и достаточны для установления верного ответа. Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **17,5**.

- 1. [2,5 балла] У некоторого цветкового растения плод многолистовка, состоящий обычно из 10 плодолистиков. В каждом плодолистике формируется по 15 семязачатков. Определите:**

**Ч.1. [0.5 балла]** Максимальное возможное число зародышей в семенах в пределах одного плода при условии успешного оплодотворения и с учетом гибели носителей летальных генотипов (10%) на стадии 4 деления зиготы.

**Ч.2. [1 балл]** Минимально необходимое число пыльцевых зёрен, которое должно попасть на рыльца плодолистиков для успешного двойного оплодотворения во всех семязачатках.

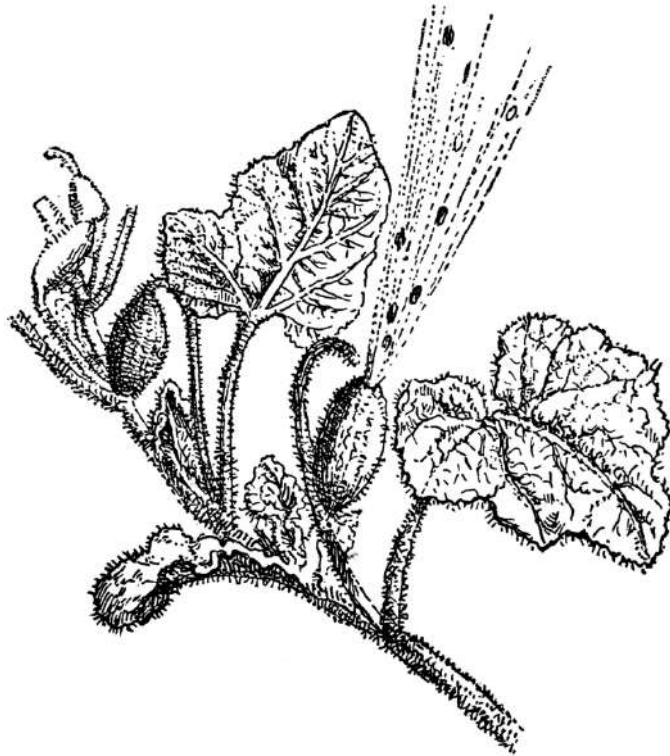
**Ч.3. [0.5 балла]** Число плодов, образуемое этим растением из одного цветка.

**Ч.4. [0.5 балла]** Число спермиев, необходимых для оплодотворения яйцеклеток во всех семязачатках.

**Ответы:**

<b>Ч.1</b>		<b>зародышей</b>
<b>Ч.2</b>		<b>пыльцевых зерен</b>
<b>Ч.3</b>		<b>плодов</b>
<b>Ч.4</b>		<b>спермиев</b>

2. [5 баллов] Бешеный огурец (*Ecbalium elaterium*) – растение из семейства Тыквенных (Cucurbitaceae) – предпочитает богатые азотом места обитания. При созревании в центральной части плода образуется слизистая жидкость с высоким содержанием осмотически-активных веществ, за счёт чего в камеру поступает вода. В околоплоднике есть эластичный слой, который упруго растягивается, создавая тургорное давление (которое в невскрывшемся плоде примерно равно осмотическому давлению в центральной камере). В момент созревания ткани, окружающие плодоножку, разрываются, и из центральной камеры под давлением «выстреливает» слизь с семенами.



Для простоты примем, что в камере плода накопился раствор, состоящий из нитрата калия (25,25 г/л) и сахарозы (34,2 г/л).

Для справки: атомарные массы К – 39, N – 14; O – 16; C – 12; H – 1.

Формула для расчёта осмотического давления:  $\pi = iCRT$

Универсальная газовая постоянная  $R \approx 8,3$  Дж/(моль\*К)

Ч.1. [1 балл] Рассчитайте концентрацию сахарозы в молях на литр.

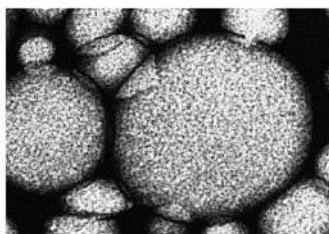
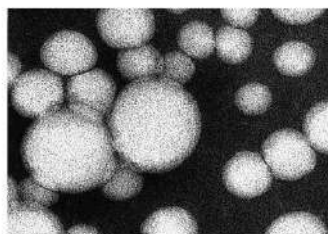
Ч.2. [1 балл] Рассчитайте концентрацию нитрата калия в молях на литр.

Ч.3. [3 балла] Каким будет тургорное давление внутри такого плода при  $t=27^\circ\text{C}$  (ответ дайте в Паскалях)?

Ответы:

Ч.1		моль/л
Ч.2		моль/л
Ч.3		Па

3. [2 балла] Липиды представляет собой очень гидрофобные соединения, поэтому для их транспортировки в организме имеются специальные структуры – хиломикроны и липопротеиды разной плотности. На электронных микрофотографиях показаны хиломикроны (слева) и липопротеиды очень низкой плотности (ЛПОНП, справа). Оцените, во сколько раз больше одинаковых липидов может транспортировать самый крупный хиломикрон по сравнению с самым крупным ЛПОНП (из представленных на данных микрофотографиях). Ответ округлите до целого числа.

Chylomicrons ( $\times 60,000$ )VLDL ( $\times 180,000$ )

Ответ:

В..		раз больше (целое число!)
-----	--	---------------------------

4. [5 баллов] Коэффициент инбридинга (F) равен вероятности того, что случайно выбранная пара аллелей в генотипе индивида имеет одинаковое происхождение, т.е. восходит к одному и тому же аллелю предка этого индивида. К примеру, значение F потомков самооплодотворения составляет  $1/2$ ; значение F потомков полнокровных брата и сестры —  $1/4$ . Найдите значения F потомков кровосмесительных браков египетских фараонов, указанных в таблице. Считайте, что до указанных браков других актов инбридинга предков не происходило. В ответе укажите обыкновенные дроби.

Брак	Коэффициент инбридинга, F
1.1 Дочь и отец	
1.2 Брат и сестра по одному из родителей	
1.3 Дед и внучка	
1.4 Племянница и дядя	
1.5 Двоюродные брат и сестра	

Ответ:

Ч.1		F
Ч.2		F
Ч.3		F
Ч.4		F
Ч.5		F

5. [3 балла] Частоты групп крови по системе АВО в некоторой популяции человека следующие:  $p(A)=0,4$ ,  $p(B)=0,27$ ,  $p(AB)=0,24$ ,  $p(O)=0,09$ . Определите частоты всех трех аллелей гена АВО ( $I^A$ ,  $I^B$ ,  $i$ ) в данной популяции (в %). В ответах укажите целое число!

	Аллель	Частота, %
Ч.1	$I^A$	
Ч.2	$I^B$	
Ч.3	$i$	

Ответы:

Ч.1		%
Ч.2		%
Ч.3		%