

**ОЛИМПИАДА «Я - ПРОФЕССИОНАЛ» 2019-2020 гг**  
**БИОЛОГИЯ**  
**ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА**  
**БАКАЛАВРЫ**

**ЧАСТЬ 1. 40 вопросов, в каждом из которых может быть только один правильный ответ. По 1 баллу за вопрос, итого в сумме 40 баллов.**

**1. Механические ткани необходимы молодым растениям для поддержания прочности их побегов. Какую(-ие) механическую(-ие) ткань(-и) можно встретить в стеблях Однодольных?**

- а) только склеренхиму;
- б) только колленхиму;
- в) и колленхиму, и склеренхиму;
- г) механических тканей в стеблях Однодольных нет.

**2. Перед Вами список растений, относящихся к разным систематическим группам. Выберите растение, у которого нет «истинных» корней:**

- а) *Lédum palústre*;
- б) *Polýtrichum commune*;
- в) *Dryópteris filix-mas*;
- г) *Gnétum gnemon*.



**3. Перед Вами растение, которое называется *Eryngium* (синеголовник). У синеголовника соцветие корзинка, однако он не относится к семейству Астровые. Внимательно рассмотрите схему ветвления соцветия после чего предположите к какому семейству это растение относится:**

- а) семейство Маревые;
- б) семейство Зонтичные;
- в) семейство Паслёновые;
- г) семейство Капустные.

**4. Азот – неотъемлемый элемент клеток растений. Для его поглощения растения прибегают к разнообразным ухищрениям. В частности, к симбиозам с азотфиксаторами. Растения каких систематических групп могут фиксировать азот при помощи симбионтов?**

- а) Бобовые;
- б) Берёзовые;
- в) Сальвиниевые;
- г) все ответы правильные.

**5. В 1932 году Американская ассоциация по борьбе с туберкулёзом обратилась к Зельману Абрахам Ваксману с просьбой изучить процесс разрушения палочки туберкулёза в почве. Спустя 20 лет Ваксман получает Нобелевскую премию по физиологии и медицине за открытие стрептомицина для лечения туберкулеза. Какой термин был предложен Ваксманом:**

- а) бактерия;

- б) антибиотик;
- в) иммунитет;
- г) вакцина.

**6. У некоторых цианобактерий образуются газовые вакуоли, которые принимают участие в регулировании плавучести этих водорослей. В этих вакуолях преобладает газ:**

- а) кислород;
- б) водород;
- в) азот;
- г) углекислый газ.

**7. С обитанием в пресных водах у эвгленовых водорослей связано наличие:**

- а) неравных жгутиков;
- б) стигмы, содержащей каротиноидные пигменты;
- в) белковых полос в пелликуле;
- г) сократительных вакуолей.

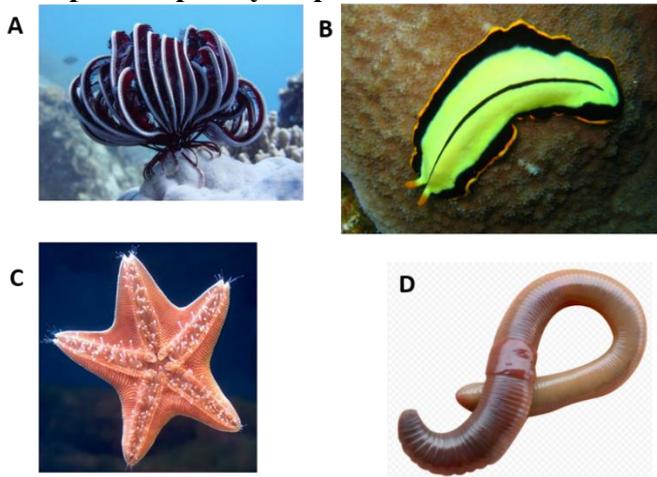
**8. Вешенка- съедобный гриб, растущий на древесине. Она относится к хищным грибам, т.к. способна с помощью нематотоксина быстро парализовать нематод и внедриться в их тело. Необходимость охоты на нематод у вешенки вызвана недостатком для питания:**

- а) соединений углерода;
- б) соединений азота;
- в) воды;
- г) каротиноидных пигментов.

**9. Для какого (каких) из перечисленных паразитов человек может являться промежуточным хозяином:**

- а) ришта;
- б) бабезия (споровик);
- в) волосатик;
- г) нитчатка Банкрофта.

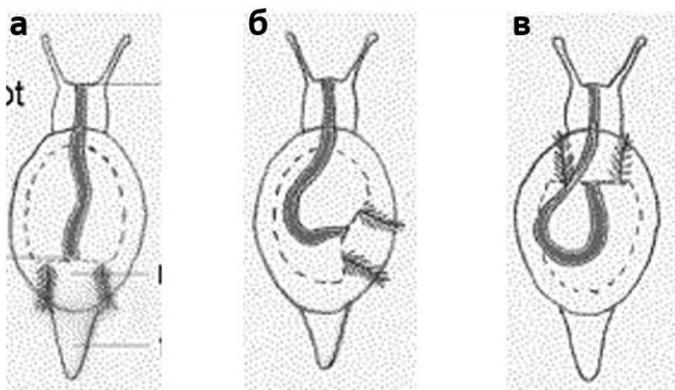
**10. На рисунке представлены четыре представителя некоторых типов животных. Выберите верное утверждение.**



- а) организм А относится к таксону, представители которого обладают уникальной водопроводящей системой, радиальной симметрией или отсутствием симметрии и отсутствием тканей и систем органов;

- б) организм В относится к таксону, который характеризуется двусторонней симметрией, отсутствием целома, наличием протонефридий и нервной системой лестничного типа;
- в) организм С относится к таксону, представители которого обладают телобластическим развитием с метаморфозом, пятилучевой симметрией и целомом;
- г) организм D относится к таксону, который характеризуется радиальной симметрией, гидростатическим скелетом и гермафродитизмом.

11. На рисунке представлена схема определённого эволюционного процесса, происшедшего с брюхоногими моллюсками. Выберите схему, которая отражает строение определённых современно живущих видов, а также подходящую к ней систематическую группу моллюсков.



- а) а, Opisthobranchia (Заднежаберные);
- б) б, Monotocardia (Однопредсердные);
- в) в, Pulmonata (Легочные улитки);
- г) г, Diotocardia (Двупредсердные).

12. Во что превращается в ходе метаморфоза эндостиль у личинки миноги, пескоройки?

- а) щитовидная железа;
- б) дыхательная трубка;
- в) парус;
- г) выстилка жаберных мешков.

13. На аудиозаписи песни птицы слышно, что она вставляет в свою песню голоса чечевицы, серой славки, зеленушки, обыкновенного соловья и полевого жаворонка. Укажите птицу, которой принадлежит эта песня:

- а) певчий дрозд, *Turdus philomelos*;
- б) болотная камышевка, *Acrocephalus palustris*;
- в) зелёная пересмешка, *Hippolais icterina*;
- г) славка-черноголовка, *Sylvia atricapilla*.

14. Выберите из списка набор аминокислот, которые можно встретить в различных вариантах C-4 фотосинтеза:

- а) аланин, глутамат, цистеин;
- б) глутамат, аспартат, аланин;
- в) аспарагин, аланин, глутамин;
- г) аспартат, глутамин, аланин.

15. У растений нет прямого переноса НАДН и НАДФН между цитозолем и митохондриями, а также хлоропластами. Тем не менее, потребность в переносе восстановительных эквивалентов есть. Как она реализуется?

- а) Переносятся только гексозы, которые, участвуя в различных метаболических путях, вызывают генерацию восстановительных эквивалентов;
- б) Перенос органических кислот и их последующее окисление или восстановление вызывает генерацию НАД(Ф)<sup>+</sup>/НАД(Ф)Н;
- в) Через мембрану переносится протон, который присоединяется к НАД(Ф)<sup>+</sup>;
- г) Если возникает потребность в НАД(Ф)<sup>+</sup>/НАД(Ф)Н, они просто синтезируются полностью заново в соответствующем клеточном компартменте.

**16. DELLA-белок – репрессор гиббереллинового ответа, участвующий в передаче сигнала этого гормона. Репрессия осуществляется при связывании DELLA с соответствующими элементами промотора. После связывания гормона с рецептором рецептор взаимодействует с DELLA-белком, что приводит к деградации DELLA. Мутации в кодирующей части гена могут давать совершенно разные фенотипы. Так, часть мутантов карлики, но также встречаются растения выше нормального роста. Объясните причину такого явления.**

- а) И карликовость, и высокий рост связаны со снижением стабильности DELLA-белка из-за того, что DELLA теряет способность к модификации N-ацетилглюкозаминтрансферазами;
- б) Мутация в домене, связывающимся с рецептором, приводит к появлению более высоких растений, а мутация в домене, вызывающим репрессию ответа, дает карликовые растения;
- в) Карликовость проявляется тогда, когда мутация приводит к образованию комплекса DELLA-белка с положительными регуляторами ауксинового ответа, а более высокие растения – результат нарушения связывания DELLA-белка с положительными регуляторами цитокининового ответа;
- г) Мутация в домене, связывающимся с рецептором, дает карликовый фенотип, а мутация в домене, вызывающим репрессию ответа приводит к появлению более высоких растений.

**17. При прорастании семян масличных растений в первую очередь активируются ферменты:**

- а) восстановительного пентозофосфатного пути и глюконеогенеза;
- б) β-окисления, глиоксилатного цикла и глюконеогенеза;
- в) фотодыхания, глиоксилатного цикла и глюконеогенеза;
- г) хлородыхания.

**18. Денитрифицирующие бактерии являются:**

- а) хемоорганогетеротрофами, осуществляющими брожение;
- б) хемолитогетеротрофами, осуществляющими анаэробное дыхание;
- в) хемоорганогетеротрофами, осуществляющими анаэробное дыхание;
- г) хемоорганогетеротрофами, осуществляющими аэробное дыхание.

**19. Наибольший выход АТФ среди указанных видов брожений имеет:**

- а) спиртовое;
- б) гомоферментативное молочнокислое;
- в) гетероферментативное молочнокислое;
- г) маслянокислое.

**20. Процесс, в котором в качестве акцептора электронов бактерии используют сульфат называется:**

- а) серуредукция;
- б) сульфидогенез;
- в) серуокисление;
- г) сульфурификация.

**21. Гетеротрофная фиксация CO<sub>2</sub> обнаружена у:**

- а) карбоксидобактерий;
- б) метанотрофных бактерий;
- в) зеленых несерных бактерий;
- г) гомоацетогенных бактерий.

**22. Биоводород образуется в результате процесса:**

- а) гидрогенотрофии;
- б) гидрогенотрофного метаногенеза;
- в) маслянокислого брожения;
- г) пропионовокислого брожения

**23. Галоархеи способны осуществлять:**

- а) хлорофилльный фотосинтез;
- б) бактериохлорофилльный фотосинтез;
- в) родопсиновый фотосинтез;
- г) бактериородопсиновый фотосинтез.

**24. Фотобактерии, например *Micrococcus phosphoreus*, являются:**

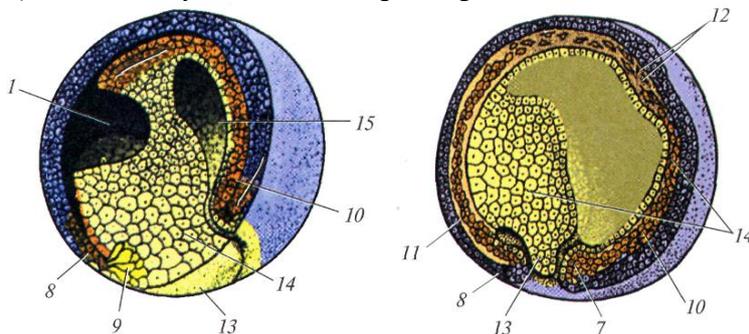
- а) кислородными фототрофами;
- б) анакислородными фототрофами;
- в) аэробными хемотрофами;
- г) анаэробными хемотрофами.

**25. Какие клетки вырабатывают тестостерон?**

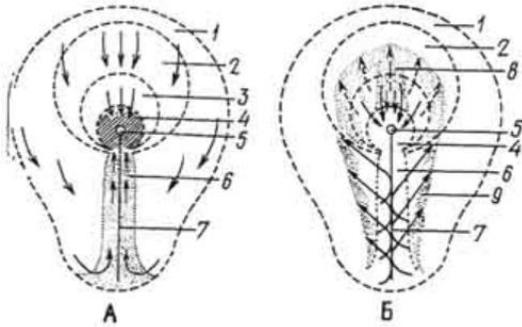
- а) Лейдига;
- б) Сертоли;
- в) сперматогонии;
- г) клетки соединительной ткани.

**26. Рассмотрите рисунки и сравните процессы прохождения гаструляции у амфибий и птиц и ответьте на вопрос. Первичный (Гензеновский) узелок птиц гомологичен:**

- а) вентральной губе бластопора амфибий;
- б) дорсальной губе бластопора амфибий;
- в) колбовидным клеткам амфибий;
- г) боковым губам бластопора амфибий.



Гаструляция амфибий: 1 – бластоцель; 7 – дорсальная губа бластопора; 8 – вентральная губа бластопора; 9 – колбовидные клетки; 10 – дорсальная мезодерма; 11 – вентральная мезодерма; 12 – мезенхима головы; 13 – желточная пробка; 14 – энтодерма; 15 – архентерон.



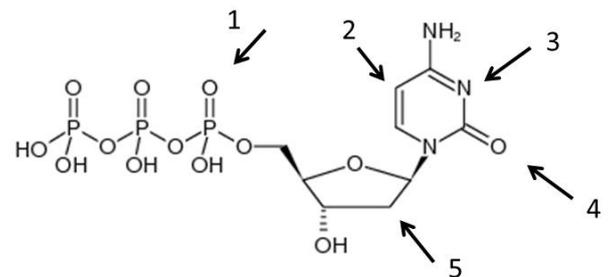
Гастрюляция у птиц: А - миграция клеток в зародышевом щитке; Б - образование хордомезодермального зачатка; 1 - эктодерма; 2 - материал будущей нервной пластинки; 3 - материал хордальной пластинки; 4 - первичный (головной) узелок; 5 - первичная ямка; 6 - первичная полоска; 7 - первичная бороздка; 8 - хорда; 9 - мезодерма. *Сплошные стрелки* обозначают направление перемещения материала в составе наружного, а *пунктирные* - в составе среднего зародышевого листка (по Кнорре).

**27. При специфичном взаимодействии белков с ДНК остатки аминокислот узнают определенные группы в составе ДНК. Какое из взаимодействий характерно для данной ситуации?**

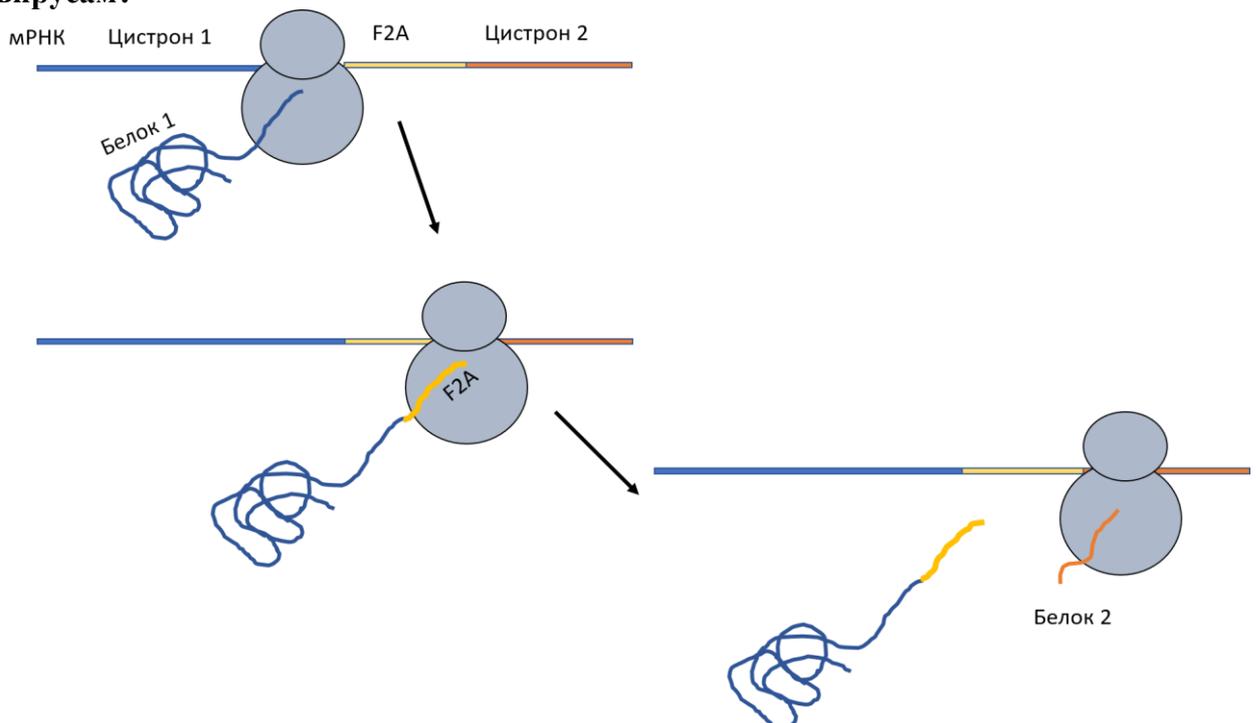
- а) остаток серина образует водородную связь с аминогруппой цитозина;
- б) остаток глутамина образует 2 водородные связи с аденином;
- в) остаток лейцина образует ионную связь с протонированным цитозином;
- г) ион цинка образует координационную связь с гуанином.

**28. ДНК-полимераза в процессе репликации взаимодействует с группами в составе нуклеотида:**

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



**29. 2А-пептиды пикорнавирусов (например, F2А) широко используются в генной инженерии для одновременного получения двух белков в эквимольных количествах. Для чего такие пептиды нужны вирусам?**



- а) 2А-пептиды необходимы вирусам для проникновения в клетку;
- б) инициация трансляции в клетках эукариот начинается на 5'-конце мРНК, из-за чего транслироваться могут только моностронные РНК. 2А-пептиды позволят транслировать несколько вирусных белков с одной молекулы РНК;
- в) 2А-пептиды необходимы для нарезки вирусных полипротеинов, поскольку являются сайтами узнавания вирусных протеиназ;
- г) 2А-пептиды подавляют трансляцию клеточных мРНК.

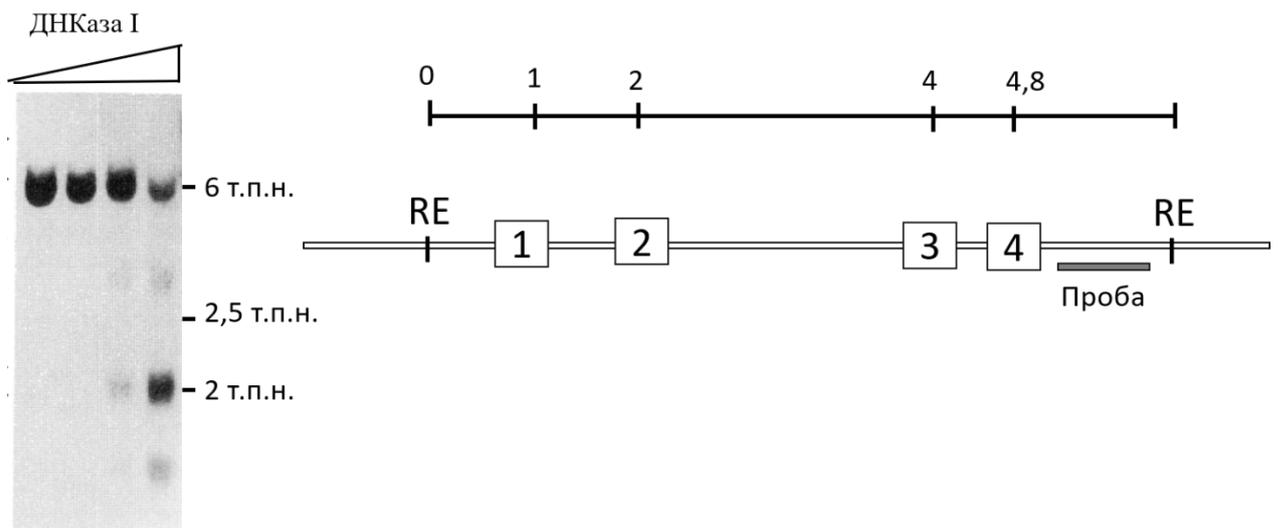
**30. Для осуществления репарации путем эксцизии нуклеотидов (NER), не используется фермент:**

- а) эндонуклеаза;
- б) хеликаза;
- в) RPA (белок, стабилизирующий одноцепочечную ДНК);
- г) праймаза.

**31. Гидролиз АТФ белками сплайсосомы используется для (выберите наиболее правильный ответ):**

- а) разрушения водородных связей;
- б) разрушения фосфодиэфирных связей;
- в) образования фосфодиэфирных связей;
- г) фосфорилирования остатков треонина С-терминального домена РНК-полимеразы II.

**32. Тест на чувствительность к ДНКазе I используется для обнаружения открытых (то есть, неплотно упакованных) участков хроматина, таких как активные промоторы и энхансеры, в масштабах всего генома, или на отдельном его участке. Ядра клеток подвергают короткой обработке ДНКазой I, после чего выделяют ДНК и фрагментируют ее рестриктазами. Далее фрагменты ДНК разделяют электрофорезом и проводят Саузерн-гибридизацию с радиоактивной пробой, подобранной к концу рестрикционного фрагмента, содержащего изучаемый участок генома. Гибридизация позволяет обнаружить на геле искомый фрагмент рестрикции и продукты его расщепления. На рисунке показан результат обработки ДНКазой I (количество ДНКазы I, взятой на реакцию, увеличивается слева направо), а также карта изучаемого участка генома (RE – сайты рестрикции). Т.п.н. – тысячи пар нуклеотидов – размер фрагментов ДНК. Где на данном участке генома находится сайт повышенной чувствительности к ДНКазе I:**



- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

**33. Эпителий извитого канальца нефрона имеет два типа транспортеров для ионов натрия и калия: симпортер  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{2Cl}^-$  и антипортер  $3\text{Na}^+/\text{2K}^+$  (Na/K-АТФаза). Исходя из механизма реабсорбции, они расположены:**

- а) оба на апикальной части мембраны;
- б) оба на базолатеральной части мембраны;
- в) симпортер на апикальной, антипортер на базолатеральной;
- г) антипортер на апикальной, симпортер на базолатеральной.

**34. Фосфолипиды фосфатидилхолин, фосфатидилсерин и фосфатидилэтаноламин могут превращаться один в другой по следующей цепочке реакций:**

- а) фосфатидилсерин декарбоксилируется в фосфатидилэтаноламин, а затем метилируется в фосфатидилхолин;
- б) фосфатидилхолин карбоксилируется в фосфатидилсерин, а затем деметируется в фосфатидилэтаноламин;
- в) фосфатидилэтаноламин карбоксилируется в фосфатидилсерин, а затем метилируется в фосфатидилхолин;
- г) фосфатидилхолин деметируется в фосфатидилэтаноламин, а затем карбоксилируется в фосфатидилэтаноламин.

**35. Из перечисленных генов, находящихся в геноме определенного организма, не имеют родственных генов у того же организма и близких ему таксонов:**

- а) ортологи;
- б) паралоги;
- в) ксенологи;
- г) гены-сироты.

**36. Наивный В-лимфоцит может одновременно иметь на мембране В-клеточные рецепторы с иммуноглобулинами IgD и IgM с одной специфичностью. Одновременное наличие IgD и IgM у одной клетки возможно, потому что:**

- а) с одной гомологичной хромосомы синтезируется IgD, с другой - IgM;
- б) у IgM и IgD общая мРНК, выбор варианта происходит за счет альтернативного сплайсинга;
- в) IgM очень долго остаются на мембране В-клетки даже когда ген тяжелой цепи перестроился, чтобы давать IgD;
- г) IgD и IgM синтезируются одинаковыми, а затем начинают различаться после посттрансляционных модификаций.

**37. Тепловая инактивация сыворотки крови (прогревание до  $55^\circ\text{C}$ ) перед тем, как добавить её в культуральную среду, связано с тем, что необходимо:**

- а) убить бактерий, содержащихся в сыворотке;
- б) чтобы витамины диссоциировали от переносящих их белков сыворотки;
- в) денатурировать тромбин, чтобы он не расщеплял факторы роста;
- г) денатурировать белки системы комплемента, содержащие тиоэфирные связи.

**38. Ниже представлены параметры (константа Михаэлиса и максимально возможная скорость реакции) 4-х ферментов, катализирующих одну и ту же реакцию. Какой из ферментов является более эффективным катализатором?**

- а)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=10$ ;
- б)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=10$ ;
- в)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=1$ ;
- г)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=1$ .

**39. Для фермента, который Вы выбрали в предыдущем вопросе, выберите кинетические характеристики, соответствующие присутствию конкурентного ингибитора:**

- а)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=10$ ;
- б)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=10$ ;
- в)  $K_m=10$ ,  $V_{max}=1$ ;
- г)  $K_m=0,1$ ,  $V_{max}=1$ .

**40. У беспозвоночных найден особый тип ацетилхолинового рецептора, не характерный для позвоночных животных. Данный рецептор является хлорным каналом, который открывается при взаимодействии с ацетилхолином. Мышечные клетки, на мембране которых находится такой рецептор, отвечают на ацетилхолин:**

- а) сокращением;
- б) растяжением;
- в) невозможностью сократиться даже при воздействии большого числа надпороговых импульсов;
- г) невозможностью растянуться даже при воздействии большого числа надпороговых импульсов.

**ЧАСТЬ 2. 20 вопросов, в которых может быть от 1 до 5 правильных ответов. По 2 балла за каждый правильно отвеченный вопрос, итого 40 баллов.**

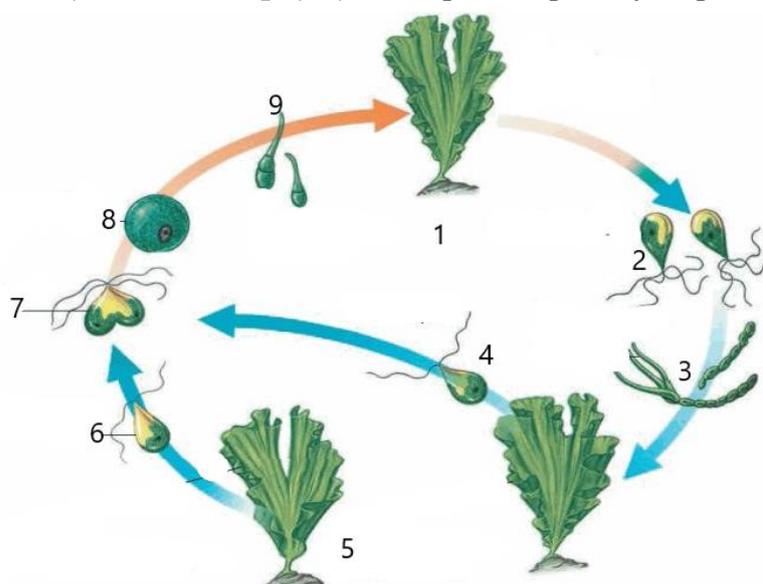
**1. Паренхимные клетки, функционально связанные с ситовидными элементами, отличаются у архегониальных и Покрытосеменных растений. Выберите верные утверждения:**

- а) у архегониальных растений клетки-спутницы и членики ситовидных трубок развиваются из одной инициальной клетки;
- б) у Покрытосеменных растений клетки-спутницы и членики ситовидных трубок развиваются из одной инициальной клетки;
- в) у Покрытосеменных растений клетки Страсбургера после прекращения функционирования ситовидного элемента отмирают вместе с ним;
- г) у архегониальных растений клетки Страсбургера после прекращения функционирования ситовидного элемента отмирают вместе с ним;
- д) все утверждения неверны.

**2. Представьте, что перед Вами находится произвольный анатомический срез стебля или корня Покрытосеменного растения. Как отличить корень от стебля? Выберите верные утверждения:**

- а) у стебля первичный луб развивается в центробежном направлении, а первичная древесина — в центростремительном;
- б) у стебля первичный луб развивается в центростремительном направлении, а первичная древесина — в центробежном;
- в) наиболее крупные сосуды древесины у корня находятся ближе к центру, а в стебле — ближе к периферии;
- г) наиболее крупные сосуды древесины у корня находятся ближе к периферии, а в стебле — ближе к центру;
- д) по центру стебля всегда есть паренхимные клетки, а у корня их никогда там не бывает.

**3. На рисунке представлен гапло-диплобионтный жизненный цикл водоросли *Ulva* (отдел Chlorophyta). Выберите верные утверждения:**

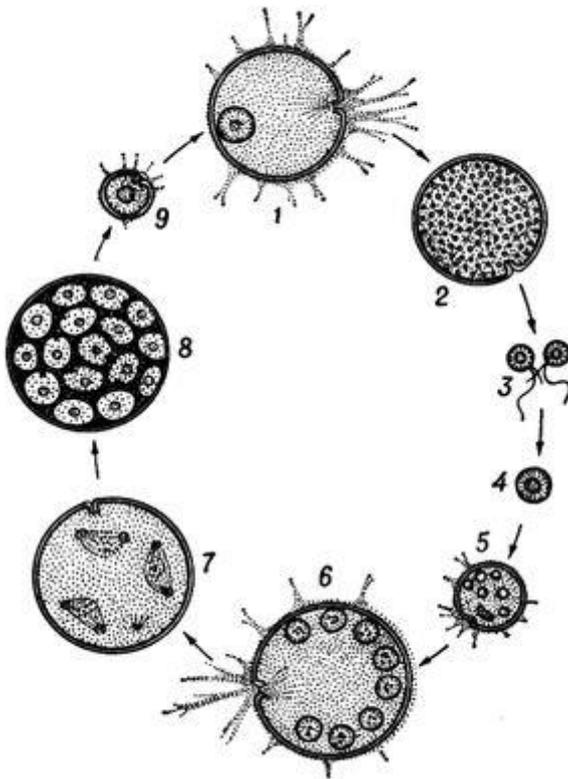


- а) гаметофит (цифра 5) и спорофит (цифра 1) — диплоидны;
- б) цифрами 2 и 7 обозначены четырехжгутиковые зооспоры;
- в) жгутиковые стадии изоконтные и имеют изоморфные жгутики;
- г) место редукционного деления, как и у папоротников, связано с образованием спор бесполого размножения;
- д) место редукционного деления, как у другой зеленой водоросли *Chlamydomonas*, связано с прорастанием зиготы (цифра 9).

**4. Пекарские дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) относятся к сумчатым грибам и способны к почкованию. Выберите правильные ответы:**

- а) клеточная стенка дрожжей в основном состоит из глюкозана и маннопротеинов;
- б) основной структурный компонент их клеточной стенки — хитин;
- в) основной структурный компонент их клеточной стенки — целлюлоза;

- г) хитин полностью отсутствует в клеточной стенке дрожжей;
- д) хитин откладывается в зоне почкования (в почечных рубчиках).



5. Представленный на рисунке жизненный цикл может относиться к:

- а) раковинным амёбам;
- б) грегаринам;
- в) фораминиферам;
- г) трипаносоматидам;
- д) миксоспоридиям.

6. В смешанном лесу в результате вырубki образовалось большое открытое пространство с разреженно расположенными кустарниками и одиночно стоящими деревьями. Какие виды птиц попытаются заселить эту вырубку?

- а) лесной конёк, *Anthus trivialis*;
- б) чёрный дрозд, *Turdus merula*;
- в) зеленушка, *Carduelis chloris*;
- г) сорокопут-жулан, *Lanius collurio*;
- д) славка-черноголовка, *Sylvia atricapilla*.

7. Выберите правильные утверждения, которые характеризуют принцип работы сердца с неполной перегородкой в желудочке у рептилий:

- а) неполная перегородка в желудочке является незавершённым эволюционным преобразованием на пути полного разделения артериальной и венозной крови в желудочке;
- б) неполная перегородка создаёт в желудочке градиент окисленности крови;
- в) неполная перегородка образует так называемое паницево отверстие в желудочке;
- г) неполная перегородка на поперечном срезе желудочка располагается в горизонтальной плоскости;
- д) неполная перегородка на поперечном срезе желудочка располагается в вертикальной плоскости.

8. Из списка выберите те растительные гормоны, синтез которых начинается в пластидах:

- а) цитокинины;
- б) гиббереллины;
- в) ауксины;
- г) абсцизовая кислота;
- д) этилен.

9. Глутатион в растительной клетке необходим для:

- а) ассимиляции сульфата;
- б) синтеза фитохелатинов;
- в) восстановления тиоредоксинов;
- г) окисления малата малик-энзимом;
- д) изолирования ксенобиотиков.

10. Общими признаками бактерий и архей являются:

- а) наличие ДНК;

- б) отсутствие ядра;
- в) рибосомы, отличные по строению, от рибосом эукариот;
- г) строение клеточной стенки;
- д) устройство РНК-полимеразы.

**11. К уникальным процессам, присущим прокариотам относятся:**

- а) метаногенез;
- б) кислородный фотосинтез;
- в) нитрификация;
- г) хемолитоавтотрофия;
- д) анакислородный фотосинтез.

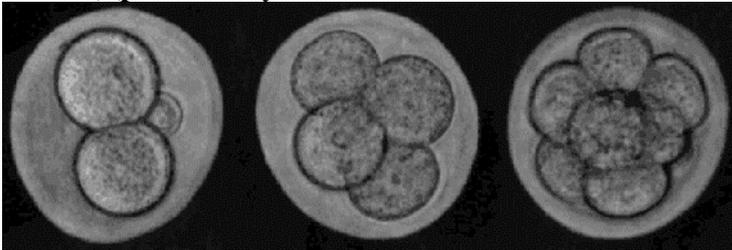
**12. Гелиобактерии отличаются от других групп анакислородных фотосинтезирующих бактерий тем, что:**

- а) у них есть фотосистема I;
- б) основной фотосинтезирующий пигмент – бактериохлорофилл g;
- в) пигменты локализованы в ЦПМ;
- г) используют в качестве доноров электронов водород;
- д) используют в качестве доноров электронов сероводород.

**13. В диапазоне температур 30-100 °С можно обнаружить микроорганизмов – представителей:**

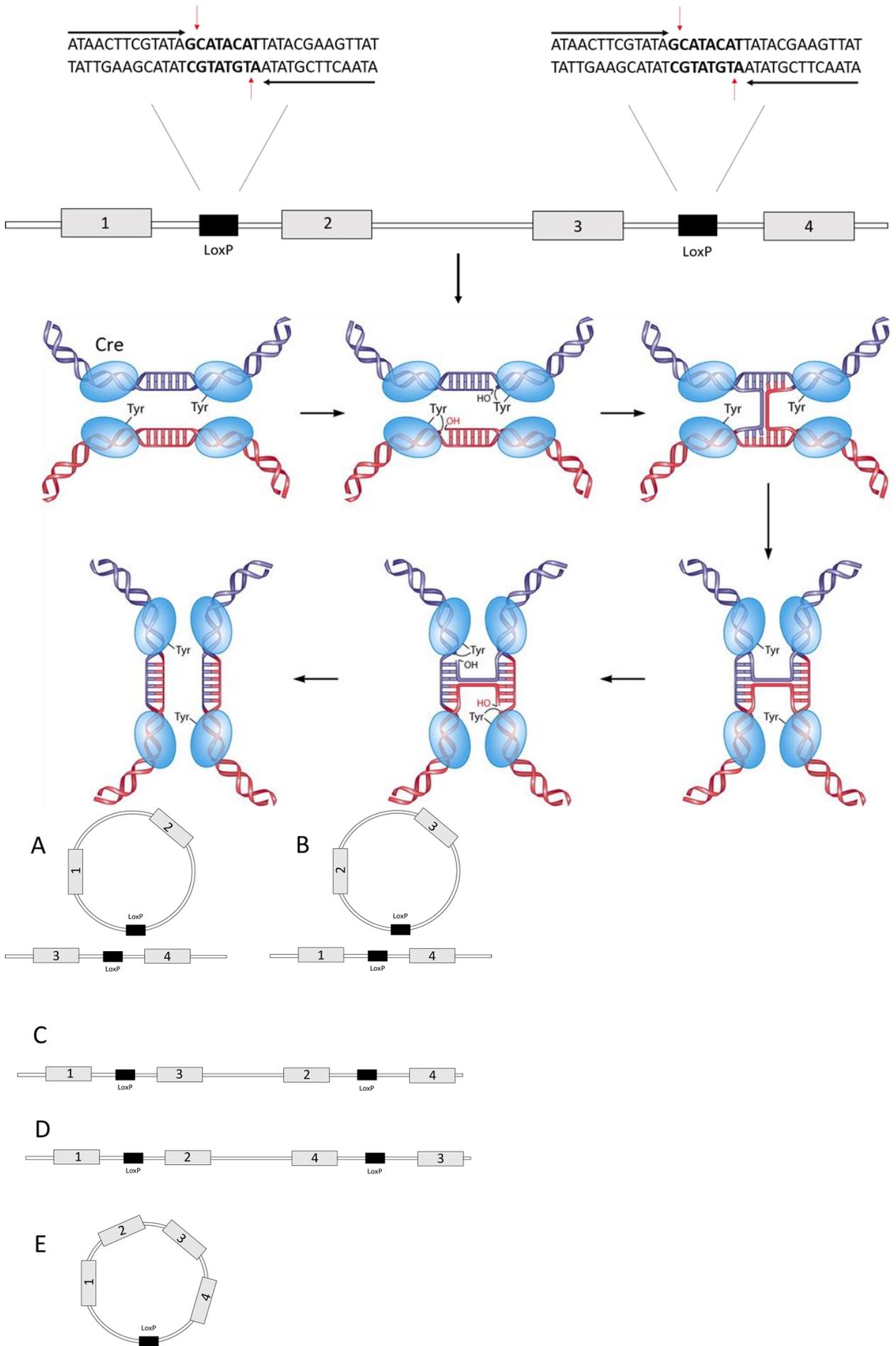
- а) психрофилов;
- б) гипертермофилов;
- в) мезофилов;
- г) экстремальных термофилов;
- д) термофилов.

**14. Дробление у млекопитающих является:**



- а) ротационным;
- б) полным;
- в) радиальным;
- г) асинхронным;
- д) неравномерным.

**15. Cre-рекомбиназа – представитель тирозиновых сайт-специфических рекомбиназ. Сайт, узнаваемый димером Cre (LoxP-сайт) состоит из пары инвертированных повторов (горизонтальные стрелки) и уникального участка (выделен жирным). Вертикальными стрелками отмечены места внесения одноцепочечных разрывов, возникающих в процессе рекомбинации. Перед вами молекула ДНК, содержащая два LoxP-сайта в обозначенной ориентации. Цифрами от 1 до 4 отмечены определенные участки этой молекулы ДНК. Опираясь на схему ниже, выберите, к каким последствиям (А-Е) приведет сайт-специфическая рекомбинация с участием Cre-рекомбиназы в этом случае:**

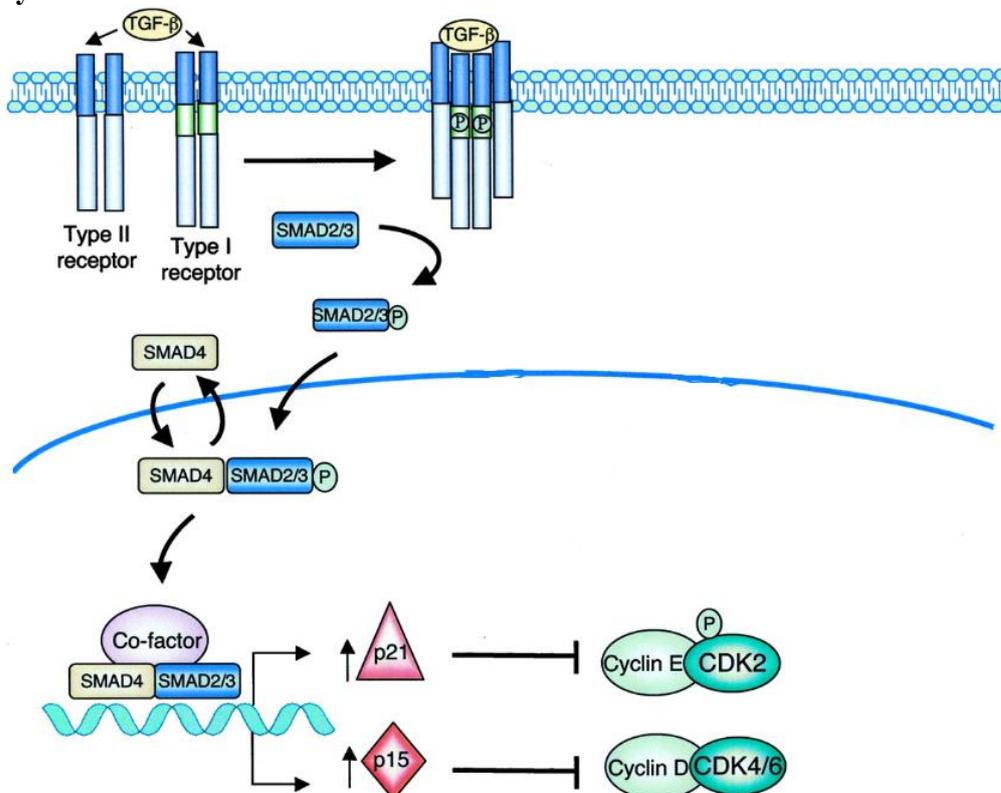


- а) А;
- б) В;
- в) С;
- г) D;
- д) E.

16. Для инициации транскрипции необходимо связывание транскрипционных факторов и специальных последовательностей ДНК. Важную роль в этом у эукариот играют белки-ремоделеры хроматина. Выберите верные утверждения об этих белках:

- а) метилируют ДНК;
- б) метилируют гистоны в составе нуклеосом;
- в) изменяют расстояние между нуклеосомами на ДНК;
- г) заменяют гистоны в составе нуклеосом на нестандартные варианты гистонов;
- д) во время их работы внутри нуклеосомы разрушаются одни электростатические взаимодействия и образуются другие.

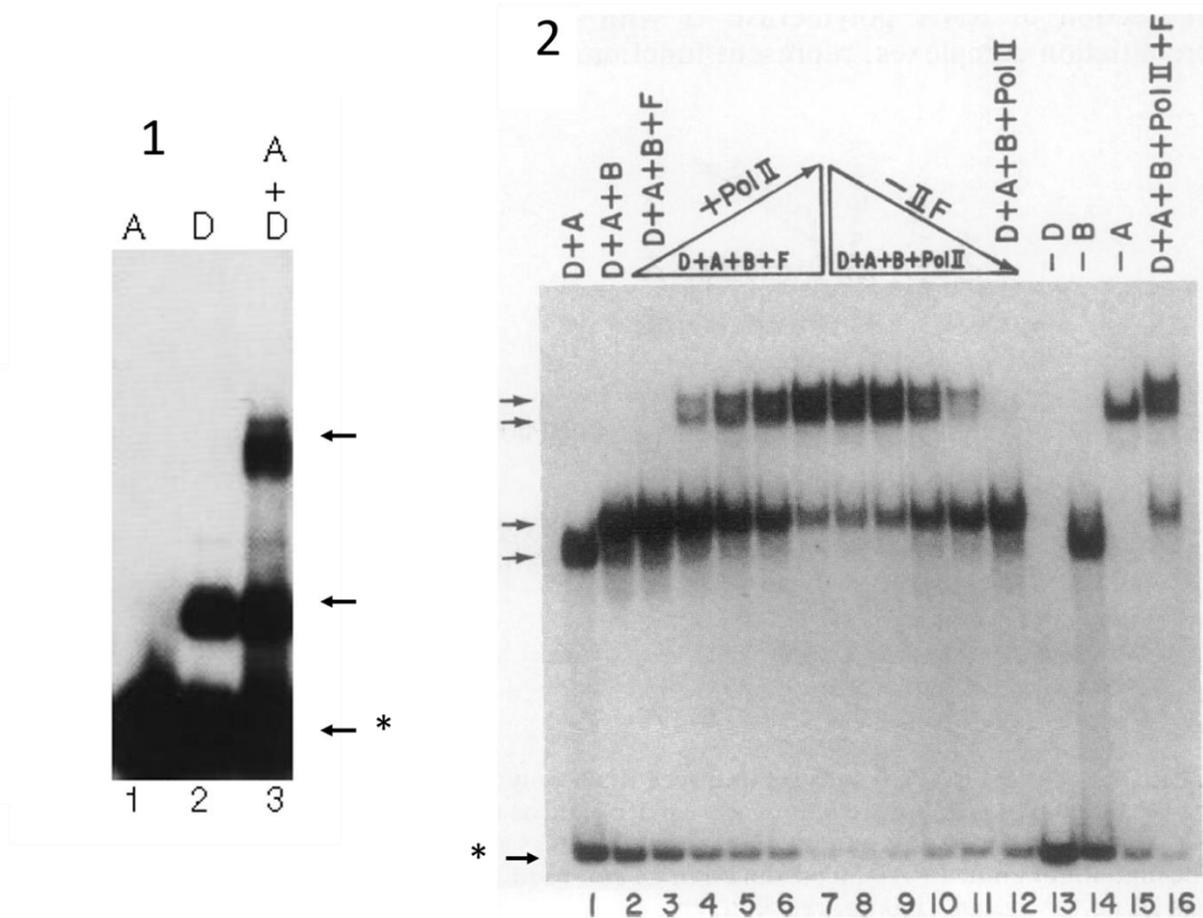
17. Рассмотрите сигнальный каскад, запускаемый рецепторами трансформирующего фактора роста  $\beta$  (TGF- $\beta$ ). При связывании TGF- $\beta$  рецептор типа II фосфорилирует рецептор типа I, что приводит к активации последнего. Активированный рецептор типа I фосфорилирует белки SMAD2 и SMAD3, которые теперь способны связываться со SMAD4. SMAD4 необходим для транспорта SMAD2 и SMAD3 в ядро, где они активируют экспрессию различных белков, в том числе p21 и p15. Эти белки являются ингибиторами циклин-зависимых киназ. Описанный сигнальный путь реализуется во множестве различных клеточных типов, в том числе и в клетках иммунной системы. Известно, что этот сигнальный путь может также запускать апоптоз (на схеме не показано). Выберите верные утверждения об этом пути:



- а) в некоторых опухолевых клетках можно найти мутации, инактивирующие отдельные компоненты пути передачи сигнала от рецепторов TGF- $\beta$ ;
- б) кроме показанных на схеме мембранных рецепторов, TGF- $\beta$  должен иметь также и внутриклеточные рецепторы;

- в) некоторые опухолевые клетки в большом количестве продуцируют TGF- $\beta$ ;
- г) как и все протеин-киназы, рецептор TGF- $\beta$  является тирозинкиназой (фосфорилирует остатки тирозина в белках мишенях);
- д) в регуляции этого сигнального пути участвуют протеинфосфатазы.

18. На стадии инициации транскрипции у эукариот происходит сборка многосубъединичного комплекса, включающего РНК-полимеразу II и общие факторы транскрипции (TFIIA, TFIIB, TFIID, TFIIIF и другие). На рисунках 1 и 2 показаны результаты опытов по сдвигу подвижности в полиакриламидном геле. В этих опытах радиоактивно-меченную молекулу двуцепочечной ДНК, содержащей промоторную последовательность некоторого белок-кодирующего гена, инкубировали в присутствии различных общих факторов транскрипции и РНК-полимеразы II. В случае связывания белков с молекулой ДНК ее подвижность в геле снижается. Полосы, соответствующие свободным молекулам ДНК, отмечены звездочкой (\*). Над каждой дорожкой геля подписано, какие белки были добавлены в соответствующий образец. Подпись вида «-D» обозначает, что в этот образец были добавлены все исследуемые белки, кроме белка D (аналогично для «-B» и «-A»). Также были поставлены опыты с разным количеством TFIIIF (дорожки 8, 9, 10, 11, 12) и РНК-полимеразы II (дорожки 3, 4, 5, 6, 7).



Выберите верные утверждения:

- а) транскрипционный фактор TFIIA способен связываться со свободной ДНК;
- б) первым фактором, связывающимся со свободной ДНК и необходимым для связывания остальных факторов и РНК-полимеразы II, является TFIID;
- в) TFIIIF необходим для связывания РНК-полимеразы II с комплексом ДНК-TFIID-TFIIA-TFIIB;
- г) связывание TFIIA с ДНК необходимо для связывания РНК-полимеразы II и TFIIIF;

д) TFIIВ не связывается с ДНК, а только с белками TFIIА и TFIIД.

19. У вас есть последовательности гена X разных животных на границе между экзоном и интроном или интроном и экзоном.



Известны консенсусы в начале и на конце интрона, но вы не знаете, с какой стороны границы в данных последовательностях находится интрон, а с какой — экзон.



или



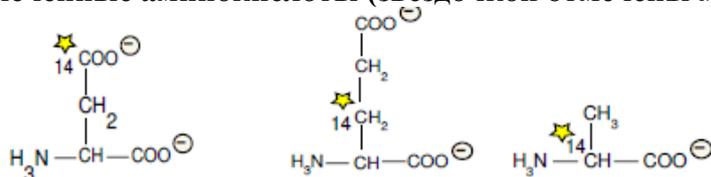
**Животные, последовательности гена X которых тут представлены: жаба, крыса, овца, человек, шимпанзе.**

GGTGGTGAGATTCTGGGCAG GTAGCTACTGGAAGCCGGGG – 1  
 GGGGGCGAAGCCCTGGGCAG GTAGCTCCAGCTTCGGCCAT – 2  
 GGCCATGATGCCCTGACCAG GTAAGTTGAAGCACATTGCT – 3  
 GGTGGTGAGGCCCTGGGCAG GTTGCTATCAAGGTTACAAG – 4  
 GGTGGTGAGGCCCTGGGCAG GTTGCTATCCAGGTTACAAG – 5

**Выберите верные суждения:**

- а) мутации накапливаются в интронах быстрее, чем в экзонах;
- б) слева написаны последовательности интронов;
- в) слева написаны последовательности экзонов;
- г) последовательность 4, вероятнее всего, принадлежит жабе;
- д) в начале всех экзонов гена X находится консенсус — GT.

20. В результате деградации радиоактивно меченного белка образовались следующие меченные аминокислоты (звёздочкой отмечены меченные атомы):



**Выберите верные утверждения:**

- а) после введения меченного аспартата в цикле Кребса метка сначала появится в оксалоацетате;
- б) после введения меченного аланина в цикле Кребса метка сначала появится в цитрате;
- в) меченный аланин даст меченный углекислый газ в первом обороте цикла Кребса, считая с момента входа в него этой аминокислоты или её производных;
- г) меченный глутамат даст меченный углекислый газ в первом обороте цикла Кребса, считая с момента входа в него этой аминокислоты или её производных;
- д) меченный аспартат даст меченный углекислый газ в первом обороте цикла Кребса, считая с момента входа в него этой аминокислоты или её производных.

**ЧАСТЬ 3. 10 расчетных вопросов, по 1, 2 или 3 балла за каждый правильно отвеченный вопрос, итого 20 баллов.**

1. Контрактильные корни шафрана содержат в цитозоле своих клеток довольно высокую концентрацию растворимых сахаров. При втягивании корней происходит усиление клеточного дыхания, что приводит к падению содержания растворенных веществ в цитозоле клеток и оттоку воды из корней в другие органы. Работу контрактильных корней исследовали, выращивая растения на водной среде, содержащей 100 мМ КСl, объем сосуда – 1 л. Среда изотонична для корней в исходном состоянии, когда они не втянуты. Рассчитайте, во сколько раз уменьшится объем контрактильных корней, если при усилении дыхания выделилось 120 ммоль CO<sub>2</sub> (объем изменяется до достижения равновесия с наружным раствором), при этом объем наружного раствора не менялся. Исходный суммарный объем симпласта клеток, задействованных в исследуемом процессе, 100 см<sup>3</sup>. Изотонический коэффициент для КСl примите равным 2. Считайте сахарозу единственным соединением в цитозоле, вступающим в реакции клеточного дыхания, и единственным осмотически активным компонентом цитоплазмы. **Ответ представьте в виде целого числа. (2 балла)**

2. Среднестатистический человек массой 70 кг потребляет в день 2800 ккал. На синтез АТФ тратится примерно 50 кДж/моль (1 ккал = 4,2 кДж). Считайте, что вся потребляемая человеком за день пища расходуется в катаболических путях и с 50% эффективностью приводит к синтезу АТФ (молярная масса АТФ = 507 г/моль). Считая, что в организме среднестатистического человека общая масса пула АТФ-АДФ равна примерно 50 г, найдите, сколько раз за день происходит рециклинг молекул АТФ. **Ответ округлите до целого. (2 балла)**

3. Проанализируйте таблицу, в которой представлены количество яиц в кладке определённой птицы и доля выживших птенцов в %. Чему равно оптимальное количество яиц в кладке, приводящее к выживанию максимального количества потомства от одной птицы? **(1 балл)**

Количество яиц в кладке	Доля выживших птенцов (в %)
1	100
2	95
3	90
4	83
5	80
6	53
7	40
8	35
9	32

4. Хромосомы – это важнейшие структуры клетки, которые служат для хранения наследственной информации. Каждая хромосома в клетках млекопитающих состоит из длинного и короткого плеч. Перед Вами представлен набор из восьми линий гибридных клеток человека и мыши. Каждая линия клеток может нести интактную хромосому (+) (хромосомы обозначены номерами), только длинное плечо (q) хромосомы, только ее короткое плечо (p), или не иметь эту хромосому (-). **(3 балла)**

Линия клеток	1	2	6	9	12	13	17	21	X
A	+	+	-	q	-	p	+	+	+
B	+	-	p	+	-	+	+	-	-

C	-	+	+	+	p	-	+	-	+
D	+	+	-	+	+	-	q	-	+
E	p	-	+	-	q	-	+	+	q
F	-	p	-	-	q	-	+	+	p
G	q	+	-	+	+	+	+	-	-
H	+	q	+	-	-	q	+	-	+

Было исследовано наличие (+) или отсутствие (-) следующих ферментов человека в клетках линий А-Н.

Фермент	A	B	C	D	E	F	G	H
Стероидная сульфатаза	+	-	+	+	-	+	-	+
3-фосфоглюкомутаза	-	-	+	-	+	-	-	+
Эстераза D	-	+	-	-	-	-	+	+
Фосфофруктокиназа	+	-	-	-	+	+	-	-
Амилаза	+	+	-	+	+	-	-	+
Галактокиназа	+	+	+	+	+	+	+	+

Определите хромосому, несущую ген каждого фермента. Если возможно, определите плечи хромосом человека (p или q). Где невозможно определить плечо, в ответе запишите просто номер хромосомы.

Стероидная сульфатаза	3-фосфоглюкомутаза	Эстераза D	Фосфофруктокиназа	Амилаза	Галактокиназа

В ответе укажите подряд (через тире) и последовательно перечень символов, которые должны стоять в таблице, например, 3q – 4p – 5 – X.

**5.** Редактирование РНК – это изменение последовательности нуклеотидов РНК после транскрипции. В митохондриях кинетопластид происходит процесс уридилового редактирования: в молекулу мРНК добавляются (или убираются из нее) остатки уридина. В этом типе редактирования участвуют гидовые РНК, которые необходимы для узнавания участков мРНК, подлежащих редактированию. Молекула гидовой РНК на 5'-конце имеет так называемый якорный участок, который полностью комплементарен молекуле-мишени. За якорным участком следует редактирующий участок. Редактирующий участок изначально не полностью комплементарен матрице. В процессе редактирования происходит добавление или удаление уридинов из мРНК до полного восстановления комплементарности. Редактирование начинается с комплементарного спаривания якорного региона и далее происходит последовательная вставка или удаление уридинов в направлении 3'-5' (по мРНК).

Перед вами последовательности гидовых РНК gCyB-1 gCyB-2 и исходная последовательность 5' конца мРНК митохондриального гена CyB из *Leishmania tarentolae*. Якорный участок гидовой РНК выделен жирным.

gCyB-1

5' **AUGACUUGAAGU**UAAAAGAUAAUAUAAAUUUUUAAAUAUAA

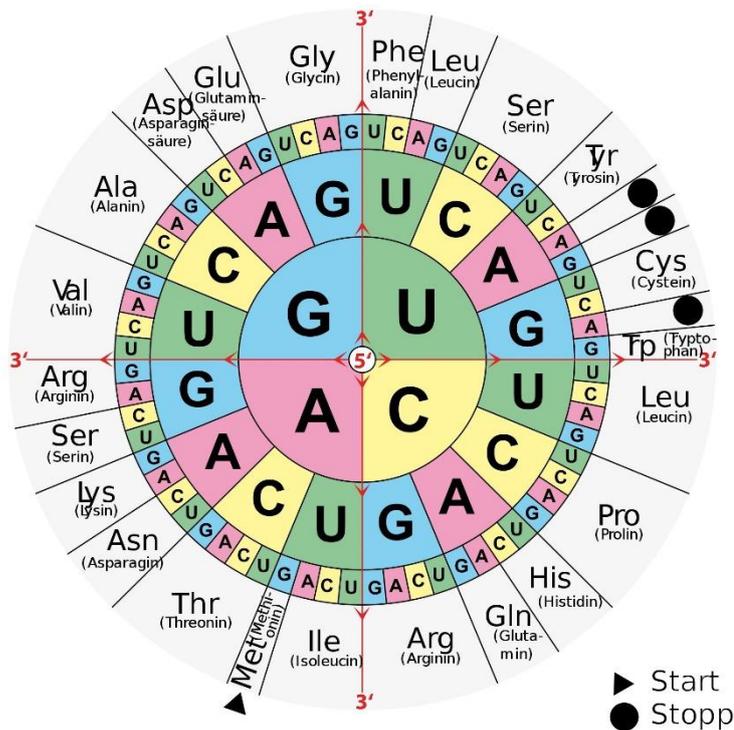
gCyB-2

5' **UUUCUAAAUA**UAAAAAAAAAGUAACAAAGGUUUAACAUGAGAAAAUAUA

CyB (пре-мРНК)

5' AUAAAUUUAAUUUAAAUUUAAAUAUAAUAAAAGCGGAGAGAAAAGAAAAGGCUUUAAC  
UUCAGGUUGUUUUAUU...

Сначала происходит редактирование с участием gCyB-1, после чего полученная молекула мРНК редактируется с участием gCyB-2. Запишите первые 10 аминокислот полипептида, который получается при трансляции отредактированной мРНК. Обратите внимание: во взаимодействиях РНК-РНК пара G-U также является допустимой – считайте такое взаимодействие комплементарным. (3 балла)



6. Бактериальный жгутик состоит из флагеллина (мол.масса 40 кДа). Флагеллин не содержит остатков цистеина, и это позволяет с высокой чувствительностью обнаруживать цистеин, который встроился в белок по ошибке. Бактерии в течение ровно одного поколения выращивались в присутствии  $^{35}\text{SO}_4^{2-}$  (радиоактивность  $5,0 \cdot 10^3$  cpm/pmol), но при избытке немеченного метионина (чтобы предотвратить попадание метки в метионин). Флагеллин был очищен: 4 мкг флагеллина было выделено всего, и его радиоактивность составила 150 cpm.

Предположите, что масса флагеллина удвоилась в течение периода добавления метки, и что радиоактивность цистеина в нем та же, что и радиоактивность  $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ , добавленного к клеткам. Из всех молекул флагеллина, которые были синтезированы в течение периода добавления метки, какая доля содержала цистеин? **Ответ запишите в стандартном виде числа, например,  $3 \cdot 10^{-3}$ .**

Для справки: Cpm (события в минуту) – частота ионизации, детектируемая счётчиком Гейгера. (2 балла)

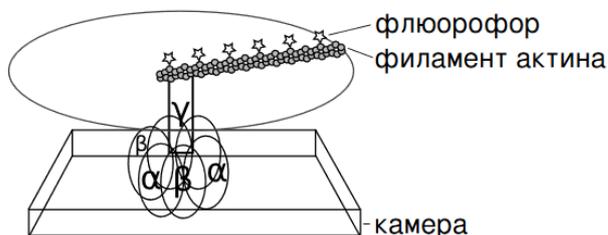
7. Определите среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците крысы, если оптическая плотность разведённой в 1000 раз крови при 540 нм составила 0,26 (молярный коэффициент поглощения гемоглобина на длине волны 540 нм  $\epsilon_{540} = 1,5 \cdot 10^4$  л/(моль\*см)), содержание эритроцитов в крови и средний объем эритроцитов составляют  $8 \cdot 10^6$  кл/мкл и 50 фл, соответственно. (2 балла).

Для справки: 1 фл =  $10^{-15}$  л

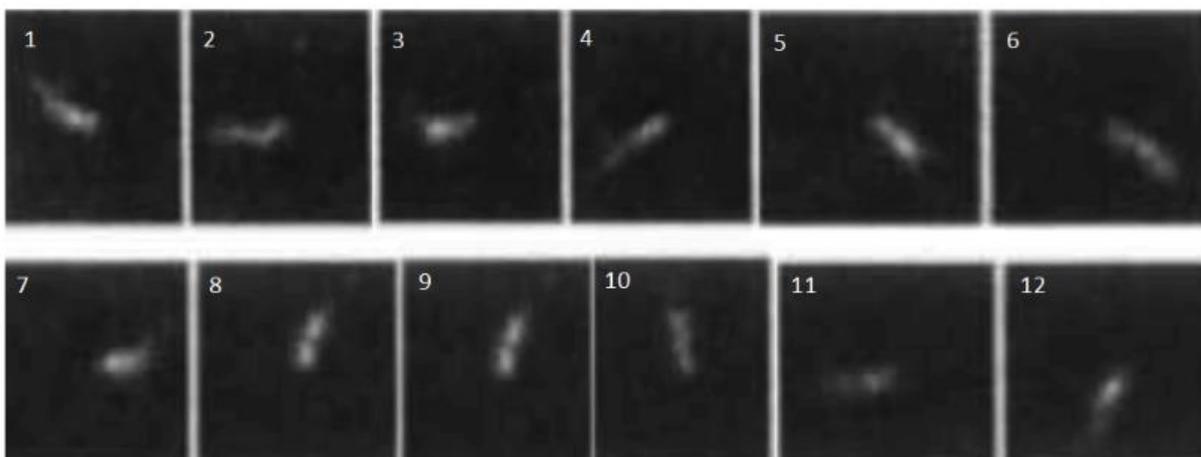
8. Рассчитайте относительный уровень экспрессии гена (в % от уровня экспрессии гена домашнего хозяйства), который при анализе экспрессии методом ПЦР в реальном времени показал отставание от гена домашнего хозяйства на 3,5 цикла при одинаковой эффективности амплификации, равной 2. **Ответ округлите до целых процентов. (1 балл)**

9. Митохондриальная АТФ-синтаза состоит из  $F_0$ - и  $F_1$ -субъединиц.  $F_0$ -субъединица является интегральным мембранным белком, который вращается при прохождении через него протонов. Протон-движущая сила индуцирует синтез АТФ  $F_1$ -субъединицей, которая состоит из трёх  $\alpha$ - и трёх  $\beta$ -субъединиц, организованных по принципу чередования вокруг

центрального стрежня – субъединицы  $\gamma$ , как показано на рисунке ниже. Для изучения вращения  $\gamma$ -субъединицы исследователи прикрепили к ней флуоресцентно меченный филамент актина, иммобилизовали данную конструкцию на дне камеры для эксперимента и наблюдали за его движением при помощи инвертированного флуоресцентного микроскопа.



После добавления 2 мМ АТФ в камеру была сделана серия снимков, интервал между которыми составлял 220 мс.



Рассчитайте скорость вращения  $\gamma$ -субъединицы в оборотах в секунду. **В ответе представьте число с точностью до десятых. (1 балл).**

**10.** Вам представлена таблица с рядом количественных параметров, характеризующих работу сердечно-сосудистой системы. Изучите её и рассчитайте следующие величины: сердечный выброс в мл/мин; общее периферическое сопротивление сосудов большого круга в мм рт.столба\*мин/мл; линейную скорость кровотока в см/мин. Учтите, что среднее артериальное давление вычисляется по формуле: среднее артериальное давление = диастолическое давление +  $1/3 * (\text{систолическое давление} - \text{диастолическое давление})$ . **Ответы предоставляйте с точностью до сотых в соответствующих полях матрицы ответов. (3 балла).**

Параметр	Значение
Систолическое давление в аорте	124 мм рт.столба
Диастолическое давление в аорте	82 мм рт.столба
RR-интервал	800 мс
Объём левого желудочка в конце диастолы	140 мл
Объём левого желудочка в конце диастолы	70 мл
Среднее давление в лёгочной артерии	15 мм рт.столба
Давление в правом предсердии	2 мм рт.столба
Давление в левом предсердии	5 мм рт.столба
Диаметр аорты	20 мм