

Задания отборочного и заключительного этапов олимпиады ЮМ

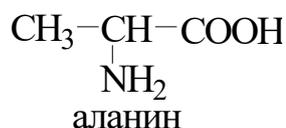
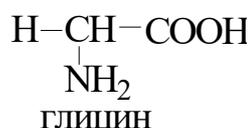
2019/2020

Задания первого этапа олимпиады «Юный медик» 2019-2020 учебный год

1. Известно, что нервный импульс представляет собой электрический сигнал. Впервые «животное электричество» было открыто в 1786 году итальянским ученым Н. Гальвани. При изучении влияния электричества на живой организм он размещал на железной решетке балкона задние лапки лягушки, закрепленные на медных крючках. При соприкосновении лапок с железной решеткой балкона наблюдалось сокращение мышц. На основании этих наблюдений Гальвани высказал мысль о существовании животного электричества. Но соотечественник Гальвани, великий ученый-физик А. Вольта усомнился в правильности выводов физиолога. На чем основывалось отрицание А. Вольтом животного электричества? Кто, на ваш взгляд, оказался прав в этом научном споре? Свой ответ обоснуйте. Назовите биологические аналоги Вольтова столба в природе.
2. Из курса биологии нам известно, что растения в отличие от многих животных имеют сложные жизненные циклы, сопровождающиеся сменой бесполого и полового поколений. Причем эволюция высших растений на Земле шла в направлении сокращения гаплоидной и все большего преобладания диплоидной фазы в их жизненных циклах. В результате половое поколение у семенных растений представлено лишь несколькими клетками, развивающимися на диплоидном спорофите. Объясните указанное направление эволюции растений.
3. Одним из эффективных способов предотвращения развития эпидемии многих опасных для людей заболеваний является вакцинация. Слова «вакцина» и «вакцинация» происходят от латинского слова *Vacca* – корова. Откуда взялось такое необычное название? Охарактеризуйте способы получения современных вакцин. Укажите преимущества и недостатки каждого типа вакцин.
4. При окислении 1 моль глюкозы освобождается 28000 кДж энергии. Определите потребность мышц ног спортсмена а) в глюкозе (в граммах) и кислороде (в литрах) в течение 30 минут бега, если за 1 минуту расходуется 1,5 кДж; б) сколько литров углекислого газа выделится в результате полного окисления 2 моль глюкозы в мышцах ног.
5. Садовод взял два растения с белыми цветами и скрестил их между собой. Все гибриды имели белые цветки. Полученные гибриды были скрещены между собой. Среди их потомства оказалось 91 растение с белыми цветами и 9 – с красными. Предложите гипотезу, объясняющую полученные результаты и на её основании составьте схему решения задачи, если известно, что гены, определяющие окраску цветов, находятся в одной хромосоме на расстоянии 20 морганид.

Задания очного тура олимпиады «Юный медик» 2020 год

1. Аминокислоты глицин и аланин имеют следующие структурные формулы:



- а) Напишите аминокислотные последовательности всех трипептидов, которые можно построить из двух разных аминокислот: аланина и глицина.
- б) Напишите структурную формулу одного из трипептидов.
- в) Исходя из того, что у вас получилось, составьте формулу для определения числа различных трипептидов, которые могут быть построены из двух разных аминокислот.
- г) Сколько пептидов длиной в 100 аминокислотных остатков можно построить из двух разных аминокислот?

2. Яйцеклетка, содержащая 5 хромосом, была оплодотворена. Происходило равномерное синхронное дробление, клеточный цикл составлял в среднем 30 минут. На стадии 16 бластомеров в одной клетке произошла мутация. Определите:

- а) Сколько времени необходимо на формирование зародыша из 64 бластомеров.
- б) Общее число хромосом, которые содержит зародыш на этой стадии развития.
- в) Общее количество мутантных клеток на этой стадии развития.

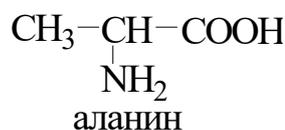
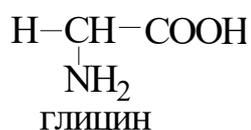
3. Опишите путь, который проходит молекула крахмала от момента попадания её в ротовую полость до превращения в углекислый газ и воду. Укажите способы регуляции углеводного обмена в организме человека.

4. Какой хромосомный набор имеют клетки слоевища, зооспоры и гаметы ламинарии? Из каких клеток и в результате какого деления они образуются? Ответ поясните.

5. Длина очина у птиц кодируется аллелями одного гена. В популяции половина всех самок имеет длинный очин, половина – короткий. Среди самцов в равном количестве представлены особи с длинным, средним и коротким очинем. Составьте схему скрещивания самца, имеющего длинный очин, с самкой с коротким очинем перьев. Укажите генотипы и фенотипы родительских особей и их потомков. Предположите возможный характер наследования признака.

**Ключевые моменты в ответах на задания очного тура олимпиады «Юный медик»
2020 год**

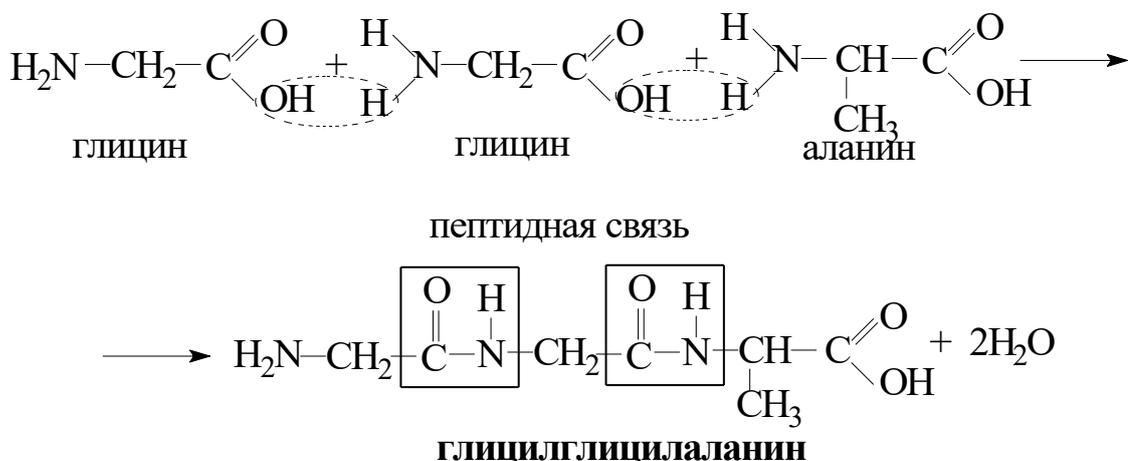
1. Аминокислоты глицин и аланин имеют следующие структурные формулы:



- а) Напишите аминокислотные последовательности всех трипептидов, которые можно построить из двух разных аминокислот: аланина и глицина.
- б) Напишите структурную формулу одного из трипептидов.
- в) Исходя из того, что у вас получилось, составьте формулу для определения числа различных трипептидов, которые могут быть построены из двух разных аминокислот.
- г) Сколько пептидов длиной в 100 аминокислотных остатков можно построить из двух разных аминокислот?

Ответ:

- А) Ала-Ала-Ала, Ала-Ала-Гли, Ала-Гли-Ала, Ала-Гли-Гли,
Гли-Ала-Ала, Гли-Ала-Гли, Гли-Гли-Ала, Гли-Гли-Гли;
Б)



В) $2^3 = 8$;

Г) $2^{100} = 1,27 \times 10^{30}$

Критерии оценивания: ответ на пункт Б оценивается в 2 балла, ответы по остальным пунктам дают по 1 баллу.

2. Яйцеклетка, содержащая 5 хромосом, была оплодотворена. Происходило равномерное синхронное дробление, клеточный цикл составлял в среднем 30 минут. На стадии 16 бластомеров в одной клетке произошла мутация. Определите:

- Сколько времени необходимо на формирование зародыша из 64 бластомеров.
- Общее число хромосом, которые содержит зародыш на этой стадии развития.
- Общее количество мутантных клеток на этой стадии развития.

Ответ:

А) Узнаем сколько клеточных делений должно произойти для формирования бластулы из 64 бластомеров: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 32 \rightarrow 64$ бластомера.

Т.о. должно произойти **6 последовательных делений**.

Определим общее время, которое потребуется на формирование зародыша из 64 бластомеров: $6 \cdot 30 \text{ минут} = 180 \text{ минут}$.

Б) Все клетки зародыша имеют по **10 хромосом в ядре**.

Т.о. общее число хромосом у зародыша на стадии 64 бластомеров будет равно **640 хромосомам**.

В) Определим число клеточных делений, произошедших с мутантной клеткой, появившейся у зародыша на стадии 16 бластомеров: $16 \rightarrow 32 \rightarrow 64$. За 2 деления из 1 мутантной клетки образуются **4 мутантных клетки** в зародыше на стадии 64 бластомеров.

Критерии оценивания: ответы по пунктам А и Б дают по 2 балла, ответ на пункт В оценивается в 1 балл.

3. Опишите путь, который проходит молекула крахмала от момента попадания её в ротовую полость до превращения в углекислый газ и воду. Укажите способы регуляции углеводного обмена в организме человека.

Ответ.

1) Расщепление крахмала в пищеварительной системе человека.

Одной из задач пищеварительной системы является расщепление углеводов крахмала, содержащихся в картофеле, хлебе и другой пище, на отдельные молекулы сахара. Этот процесс расщепления начинается во рту, где имеется фермент, расщепляющий крахмал — амилаза, которая содержится в слюне. Амилаза обильно перемешивается с пищей, когда та проходит через желудок в кишечник.

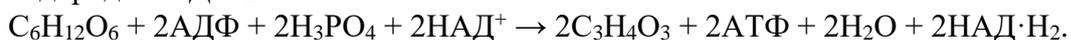
Амилаза расщепляет крахмал на пары молекул сахара, которые в дальнейшем также разлагаются другими энзимами в тонкой кишке (например, мальтаза расщепляет молекулы мальтозы до глюкозы). В результате в тонком кишечнике образуются моносахара, которые впоследствии всасываются ворсинками кишечника в кровь, которая доставляет их в печень, где из них синтезируется гликоген. Он также накапливается в мышечных клетках. При нормальном сбалансированном питании 3—5% глюкозы превращается в гликоген, 25% — в жиры, 70% окисляется до углекислого газа и воды.

В дальнейшем глюкоза из крови поступает в клетки, где вступает в ряд процессов, приводящих к ее окислению до углекислого газа и воды с выделением энергии:

2) Бескислородное окисление, или гликолиз.

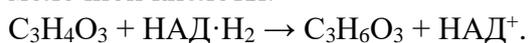
Протекает в цитоплазме клетки и в присутствии кислорода не нуждается.

Гликолиз — сложный многоступенчатый процесс, включающий в себя десять реакций. Во время этого процесса происходит дегидрирование глюкозы, акцептором водорода служит кофермент НАД⁺ (никотинамидадениндинуклеотид). Глюкоза в результате цепочки ферментативных реакций превращается в две молекулы пировиноградной кислоты (ПВК), при этом суммарно образуются 2 молекулы АТФ и восстановленная форма переносчика водорода НАД·Н₂:



Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия кислорода в клетке.

У человека при недостатке кислорода происходит молочнокислое брожение с образованием молочной кислоты:

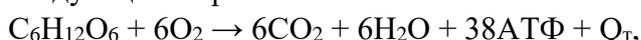


3) Кислородное окисление, или дыхание.

Происходит в митохондриях и при обязательном присутствии кислорода.

Пировиноградная кислота транспортируется в митохондрии. Здесь происходит дегидрирование (отщепление водорода) и декарбоксилирование (отщепление углекислого газа) ПВК с образованием двухуглеродной ацетильной группы, которая вступает в цикл реакций, получивших название реакций цикла Кребса. Идет дальнейшее окисление, связанное с дегидрированием и декарбоксилированием.

Суммарная реакция расщепления глюкозы до углекислого газа и воды выглядит следующим образом:



4) Механизмы регуляции углеводного обмена.

Среди регуляторных факторов основное значение принадлежит центральной нервной системе (ЦНС), которая контролирует обмен углеводов на уровне всего организма.

В регуляции углеводного обмена принимают участие отделы ЦНС:

1. Продолговатый мозг.

2. Гипоталамус. Центральное звено углеводного обмена. Регуляция реализуется гуморальным путем и вегетативными нервами.

3. Кора головного мозга.

Нервная регуляция концентрации глюкозы в крови выражается в положительном влиянии парасимпатического отдела вегетативной системы на секрецию инсулина и тормозящем влиянии на этот процесс симпатической иннервации. Кроме этого, выделение адреналина в кровь подвержено симпатическим влияниям.

Кроме ЦНС большую роль в регуляции углеводного обмена играет гормональная система. Гормоны адреналин, глюкагон и адренкортикотропный вызывают повышение расщепления гликогена, тогда как инсулин тормозит распад гликогена и способствует его синтезу из глюкозы в печени. Согласованное действие этих гормонов сохраняет определенный уровень глюкозы в крови.

Критерии оценивания: ответы по пунктам 1, 2, 3 оцениваются по 1 баллу, за ответ на пункт 4 дается 2 балла.

4. Какой хромосомный набор имеют клетки слоевища, зооспоры и гаметы ламинарии? Из каких клеток и в результате какого деления они образуются? Ответ поясните.

Ответ.

- 1) Клетки слоевища имеют $2n$ хромосом;
- 2) Клетки слоевища ламинарии образуются путем митоза из зиготы;
- 3) Зооспора имеет n хромосом;
- 4) Зооспоры образуются из диплоидных клеток спорофита путем мейоза;
- 5) Гаметы имеют n хромосом;
- 6) Гаметы образуются из зооспор (мужских и женских гаметофитов) путем митоза.

Критерии оценивания: пункты 2, 3, 4, 6 оцениваются по 1 баллу, пункты 1 и 5 – по 0,5 балла.

5. Длина очина у птиц кодируется аллелями одного гена. В популяции половина всех самок имеет длинный очин, половина – короткий. Среди самцов в равном количестве представлены особи с длинным, средним и коротким очин. Составьте схему скрещивания самца, имеющего длинный очин, с самкой с коротким очин перьев. Укажите генотипы и фенотипы родительских особей и их потомков. Предположите возможный характер наследования признака.

Решение.

Наличие особей с промежуточным значение изучаемого признака (средняя длина очина) говорит о **явлении неполного доминирования** при наследовании длины очина перьев у птиц.

Причем **ген, ответственный за длину очина у птиц локализован в половой хромосоме, характерной для гомогаметного пола (X или W)**. Он может быть обозначен, как X^A или X^a и соответственно даёт следующие фенотипы:

1. $X^A X^A$ – длинный очин;
2. $X^A X^a$ – средний очин;
3. $X^a X^a$ – короткий очин;
4. $X^A Y$ – длинный очин;
5. $X^a Y$ – короткий очин.

У птиц гомогаметным является мужской пол, а гетерогаметным – женский.

Поэтому только у самцов (генотипы 1-3) будет наблюдаться средняя длина очина, а

