

Задания отборочного и заключительного этапов олимпиады ЮМ

2018/2019

Задания первого этапа олимпиады «Юный медик»

2018-2019 учебный год

1. Открытие этого физического явления датируется концом 19 века и связано с именем французского ученого, который впоследствии получил за данное открытие нобелевскую премию. Позже было установлено влияние описанного явления на организм человека. С масштабными последствиями действия этого фактора на организм человечество столкнулось в 1945 и 1986 годах. В настоящее время медицина активно пользуется плодами совершённого открытия.

О каком физическом явлении идет речь, опишите его виды? С именем какого ученого связано открытие этого явления?

Каково влияние описываемого фактора на организм человека? Каков механизм действия? От чего зависит степень воздействия на организм человека?

Укажите известные способы защиты от его разновидностей. Приведите примеры современного использования в медицине.

2. Растения – это эукариоты с автотрофным способом питания, способные синтезировать органические вещества из неорганических на свету в присутствии хлорофилла. Основным источником углерода для синтеза органических веществ выступает углекислый газ. Рассчитайте количество углекислого газа, необходимое растению, чтобы вырастить лист радиусом 3 см и толщиной 0,3 см. Предположим, что плотность листа равна $0,5 \text{ г/см}^3$ и он полностью состоит из целлюлозы $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$.

3. Из курса биологии нам известно о заболеваниях, наследование которых происходит сцеплено с полом. Одной из таких патологий, возникающих в органе зрения, является дальтонизм. Существует три типа людей-дальтоников, различающиеся нарушениями восприятия цветов. Почему таких типов именно три? С чем это связано? С помощью каких тестов можно определить, с каким именно типом нарушения цветоощущения мы имеем дело?

4. Известно, что некоторые параметры функционирования детского организма отличаются от взрослых. Так, например, частота дыхания младенцев примерно в 4 раза выше, чем у взрослого человека. Предложите несколько возможных объяснений этого факта. Приведите известные вам примеры различий физиологических показателей новорожденных и взрослых людей. Каковы, на ваш взгляд, причины этих несоответствий?

5. В питомнике выращивают растения с белыми и красными цветами. При их скрещивании все гибриды имели белые цветы. Полученные гибриды скрестили между собой. Среди потомства было 124 растения с белыми цветами, 29 – с красными и 11 – с желтыми. Предложите гипотезу, объясняющую полученные результаты и на её основании составьте схему решения задачи.

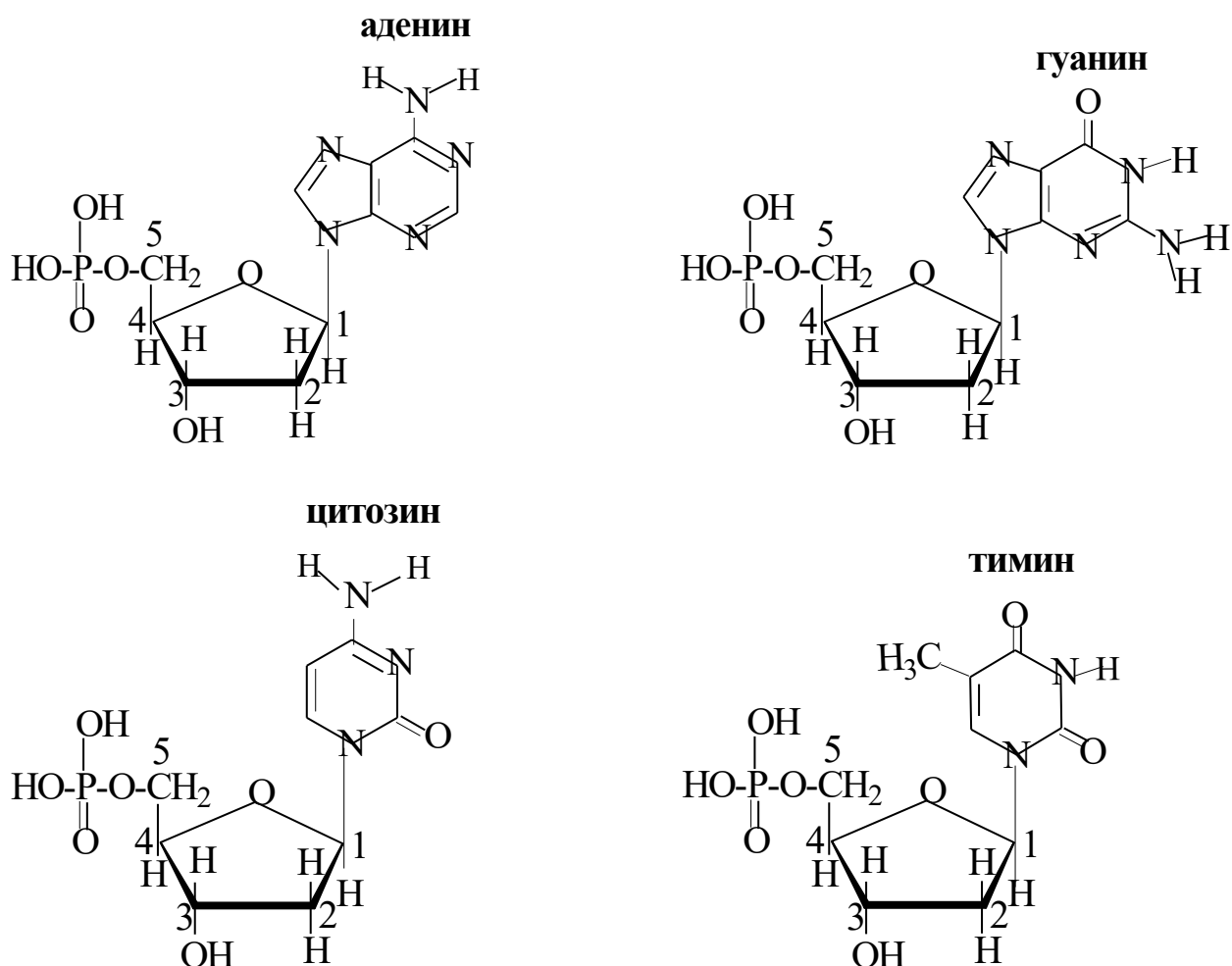
Задания очного тура олимпиады «Юный медик» 2019 год

1. У инфузории-туфельки имеется сократительная вакуоль, которая сокращается каждые 10-15 секунд. Эта вакуоль за час выкачивает объем жидкости, равный всему объему клетки. Зачем она нужна инфузории-туфельке?

Почему у пресноводных инфузорий сократительная вакуоль пульсирует намного чаще, чем у морских и паразитических, а у пресноводных одноклеточных водорослей ее нет вообще?

2. Температура тела у птиц выше температуры тела у млекопитающих. Какие преимущества это дает птицам? Укажите недостатки этой особенности?

3. Напишите структурную формулу фрагмента цепи ДНК (тринуклеотид), состоящего из последовательно соединенных аденина, гуанина, цитозина (структурные формулы нуклеотидов прилагаются). Достройте соответствующий фрагмент второй полинуклеотидной цепи. С помощью какой связи нуклеотиды соединяются в полинуклеотидную цепь? Какие связи поддерживают двухцепочечную структуру ДНК?



4. Между рецессивными генами гемофилии и дальтонизма расстояние равно 9,8 морганиды. Оба гена лежат в X-хромосоме. Девушка, отец которой страдает гемофилией и дальтонизмом, а мать здорова и происходит из благополучной по этим аномалиям семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определите вероятности фенотипов детей в той семье.

5. В процессе диссимиляции произошло расщепление 5 моль глюкозы, из которых полному (кислородному) расщеплению подверглось только 2 моль.

Определите:

- сколько моль молочной кислоты и углекислого газа при этом образовано;
- сколько АТФ при этом синтезировано;
- сколько энергии и в какой форме аккумулировано в этих молекулах АТФ;
- сколько моль кислорода израсходовано на окисление.

**Ключевые моменты в ответах на задания очного тура олимпиады «Юный медик»
2019 год**

1. У инфузории-туфельки имеется сократительная вакуоль, которая сокращается каждые 10-15 секунд. Эта вакуоль за час выкачивает объем жидкости, равный всему объему клетки. Зачем она нужна инфузории-туфельке?

Почему у пресноводных инфузорий сократительная вакуоль пульсирует намного чаще, чем у морских и паразитических, а у пресноводных одноклеточных водорослей ее нет вообще?

Ответ.

1) Основная функция сократительной вакуоли у одноклеточных – удаление «лишней» воды, которая непрерывно проникает из окружающей среды внутрь клетки по законам осмоса. Если не предотвращать накопление воды, то произойдет набухание клетки, нарушение всех жизненных процессов и, в конечном итоге, приведет к разрыву мембраны клетки.

2) Кроме того, сократительная вакуоль выполняет роль органа выделения, удаляя ненужные клетке растворимые в воде продукты обмена веществ.

3) Паразитическим простейшим, обитающим внутри многоклеточного организма, сократительные вакуоли не нужны, потому, что хозяин не только даёт им пищу и спасает от врагов, но и избавляет от необходимости бороться с осмосом.

4) Сократительные вакуоли у морских простейших пульсируют гораздо реже, чем у пресноводных, поскольку в морской воде много солей, и поэтому вода поступает внутрь клетки менее интенсивно, чем в пресных водоемах.

5) Одноклеточные водоросли имеют плотную клеточную стенку, окружающую клетки и препятствующую проникновению лишней воды внутрь клетки.

Критерии оценивания: Каждый пункт ответа оценивается в 1 балл.

2. Температура тела у птиц выше температуры тела у млекопитающих. Какие преимущества это дает птицам? Укажите недостатки этой особенности?

Ответ.

Преимущества высокой температуры тела птиц:

1. Высокая скорость процессов жизнедеятельности.
2. Высокая температура тела ускоряет обмен веществ в организме и обеспечивает быстрые сокращения мускулатуры птицы.

3. Высокая температура тела позволяет сократить длительность периода насиживания яиц.

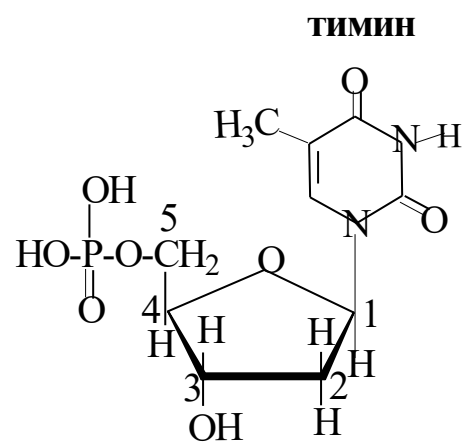
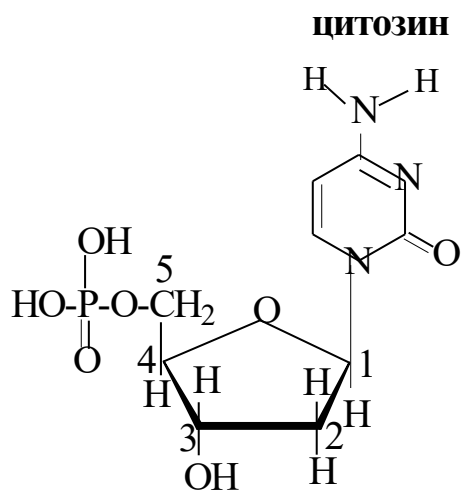
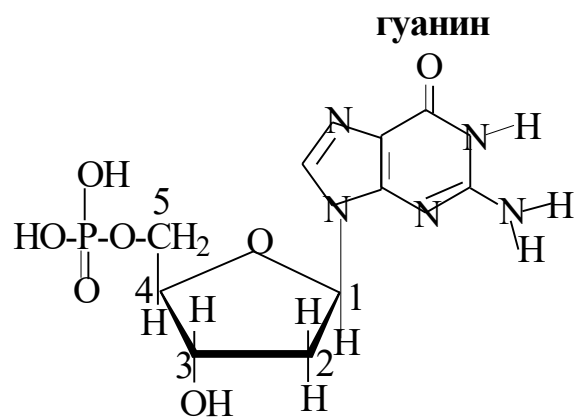
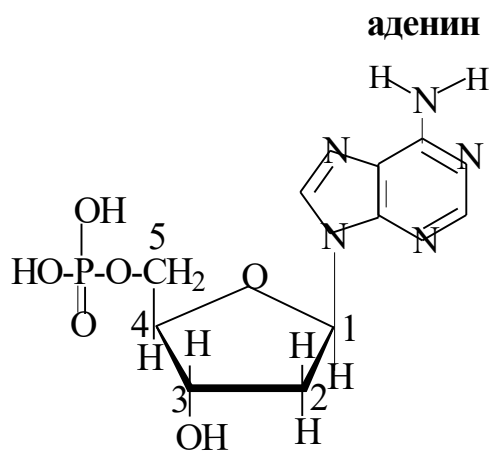
Недостатки высокой температуры тела:

1. Из-за разности температур тела птиц и среды происходят большие потери на теплоотдачу. Поэтому птицы нуждаются в более частом и обильном питании, гибнут при отсутствии пищи, особенно зимой. Большая зависимость птиц от наличия пищи вынуждает птиц совершать сезонные миграции, а это, в свою очередь, приводит к гибели многих птиц.

2. Высокая температура тела птиц вызывает опасность перегрева. Во время полета птицы выделяется много тепла, воздушные мешки играют роль системы охлаждения. Однако при высокой температуре воздуха продолжительный полет птиц невозможен.

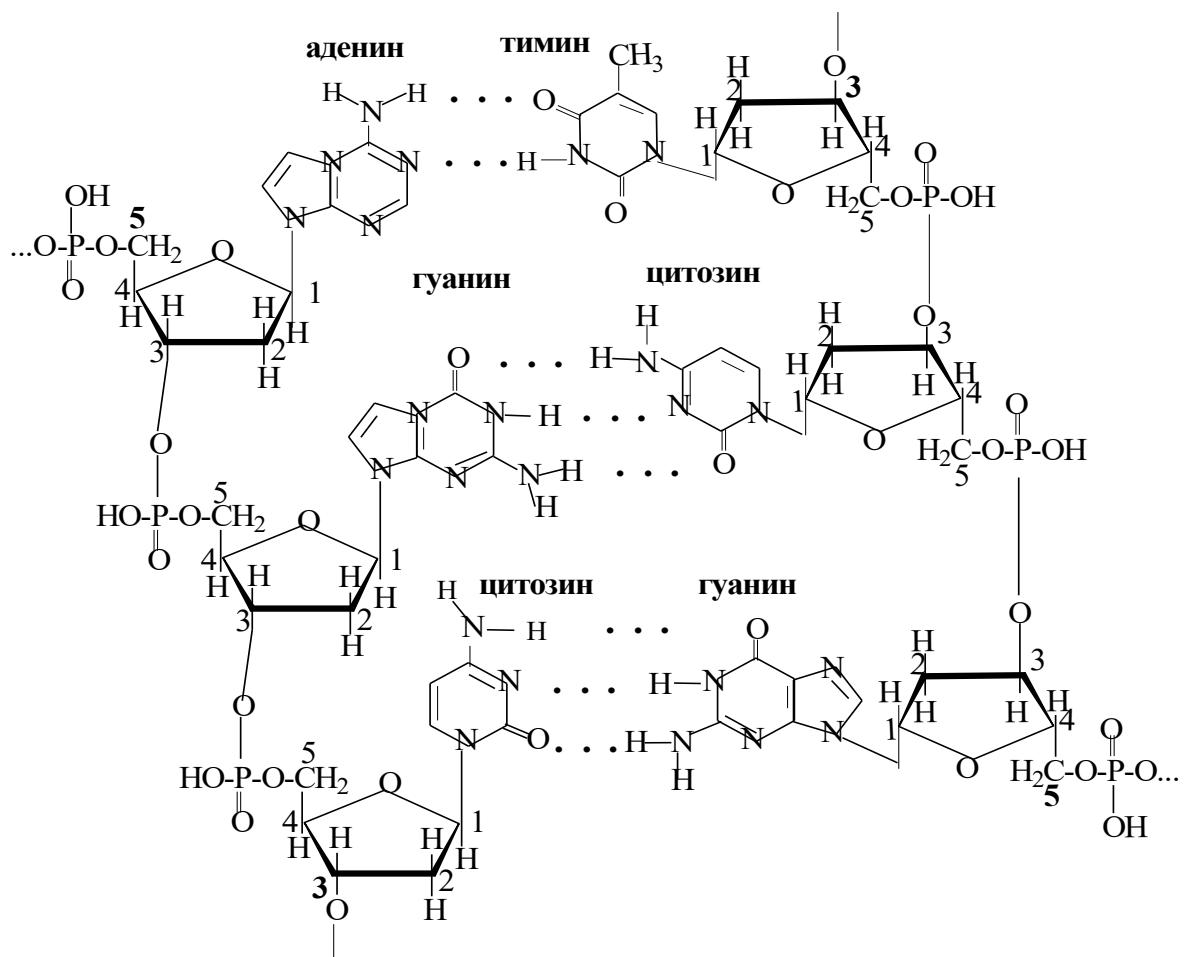
Критерии оценивания: Каждый пункт ответа оценивается в 1 балл.

3. Напишите структурную формулу фрагмента цепи ДНК (тринуклеотид), состоящего из последовательно соединенных аденина, гуанина, цитозина (структурные формулы нуклеотидов прилагаются). Постройте соответствующий фрагмент второй полинуклеотидной цепи. С помощью какой связи нуклеотиды соединяются в полинуклеотидную цепь? Какие связи поддерживают двухцепочечную структуру ДНК?



Ответ.

1) Запишем структурную формулу обозначенного в задании фрагмента ДНК.



2) Связи между нуклеотидами в цепи ДНК образуются за счёт дезоксирибозы одного нуклеотида и фосфатной группы другого нуклеотида и носят название фосфодиэфирных связей.

3) Полинуклеотидные цепи удерживаются относительно друг друга за счёт водородных связей между комплементарными пуриновыми и пиримидиновыми азотистыми основаниями А и Т (две связи) и между Г и Ц (три связи).

Критерии оценивания: пункт 1 оценивается в 3 балла, пункты 2 и 3 дают по 1 баллу.

4. Между рецессивными генами гемофилии и дальтонизма расстояние равно 9,8 морганиды. Оба гена лежат в X-хромосоме. Девушка, отец которой страдает гемофилией и дальтонизмом, а мать здорова и происходит из благополучной по этим аномалиям семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определите вероятности фенотипов детей в той семье.

Решение.

Девушка является носителем (гетерозиготой) двух рецессивных аномальных генов. При этом в X-хромосоме, полученной от отца, будут находиться оба этих гена, а в другой X-хромосоме доминантные аллели, определяющие нормальную свертываемость крови и зрение. У здорового мужчины в X-хромосоме доминантные гены, а в Y-хромосоме их нет. У девушки образуется 2 сорта некрсоверных яйцеклеток с вероятностями $(100 - 9,8)/2 = 45,1$ — по 45,1%, а также два варианта крсоверных яйцеклеток с вероятностями $9,8/2 = 4,9$ — по 4,9%.

Поскольку у мужчины в X-хромосоме оба доминантных гена, а ее получают дочери, все дочери будут здоровы. Сыновья же будут получать от отца Y-хромосому, в которой нет аллелей аномальных генов. Поэтому для сыновей этот брак будет анализирующим скрещиванием и вероятность фенотипов сыновей будет такая же, что и вероятность сортов

яйцеклеток, образующихся у матери — 45,1% здоровых : 45,1% гемофиликов-дальтоники : 4,9% гемофиликов : 4,9% дальтоники.

В задаче требуется найти вероятность фенотипов детей без различия пола, поэтому продолжим вычисления. Вероятность рождения девочки будет примерно 1/2, или 50%, все они будут здоровы. Вероятность рождения мальчика тоже 1/2, или 50%. Вычислим вероятность появления мальчиков с различными генотипами. Для этого вычисленное выше соотношение среди мальчиков нужно умножить на 1/2, получаем 22,55% здоровых : 22,55% гемофиликов-дальтоники : 2,45% гемофиликов : 2,45% дальтоники. Если к числу здоровых мальчиков прибавить число здоровых девочек, то окончательная вероятность фенотипов детей в этой семье будет такой: 72,55% — здоровых, 22,55% — гемофиликов-дальтоники, 2,45% — гемофиликов, 2,45% — дальтоники.

Критерии оценивания: определение генотипов родителей – 1 балл; типы гамет и их вероятность – 2 балла; фенотипы потомков и вероятность их появления – 2 балла.

5. В процессе диссимилиации произошло расщепление 5 моль глюкозы, из которых полному (кислородному) расщеплению подверглось только 2 моль.

Определите:

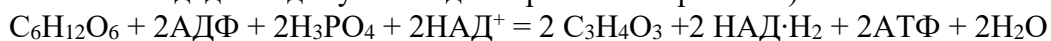
- сколько моль молочной кислоты и углекислого газа при этом образовано;
- сколько АТФ при этом синтезировано;
- сколько энергии и в какой форме аккумулировано в этих молекулах АТФ;
- сколько моль кислорода израсходовано на окисление.

Ответ.

Гликолиз (бескислородное расщепление)

Гликолиз - это сложный многоступенчатый процесс, представляющий каскад следующих друг за другом реакций.

Конечными продуктами гликолиза являются 2 молекулы пировиноградной кислоты (ПВК), 2 молекулы АТФ и 2 молекулы восстановленного НАД·Н₂ (НАД – кофермент никотинамидадениндинуклеотид – переносчик протонов).



При невозможности дальнейшего кислородного окисления (у облигатных анаэробов) ПВК может восстанавливаться

- до молочной кислоты (у животных и некоторых бактерий)
 $2C_3H_4O_3 + 2NAD \cdot H_2 \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2NAD^+$
- этилового спирта (у дрожжей и растений)
 $2C_3H_4O_3 \rightarrow 2CO_2 + 2CH_3COH$ (уксусный альдегид)
 $2CH_3COH + 2NAD \cdot H_2 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2NAD^+$

Если же дальнейшее кислородное окисление, возможно, то ПВК поступает из цитоплазмы в митохондрии, где претерпевает дальнейшие превращения.

Дыхание (кислородное расщепление)

Процесс кислородного расщепления выражается уравнением



Просуммировав это уравнение с уравнением гликолиза, получим:

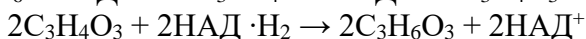
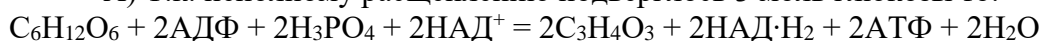


Образовавшиеся молекулы АТФ выходят за пределы митохондрий и участвуют во всех процессах клетки, где необходима энергия.

Решение:

Всего расщепилось 5 моль глюкозы, из которых 2 моль подверглись полному расщеплению, а другие 3 – неполному.

А) Т.к. неполному расщеплению подверглось 3 моль глюкозы то:



Молочной кислоты образовалось **6 моль**.

А углекислого газа в соответствии с суммарным уравнением реакции
 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38ADP + 38H_3PO_4 \rightarrow 6CO_2 + 38ATP + 44H_2O$
образовалось **12 моль**.

Б) В процессе неполного расщепления 3 моль глюкозы, в соответствии с уравнением гликолиза, образовалось 6 АТФ. А при полном расщеплении 2 моль глюкозы образовалось 76 АТФ. Следовательно, всего **82 АТФ**.

В) Энергии аккумулировано **3280 кДж** ($40 \text{ кДж} \times 82$) в форме **макроэргических связей**.

Г) Кислорода израсходовано на окисление 2 моль глюкозы **12 моль**. Так же, в соответствии с суммарным уравнением реакции.

Критерии оценивания: ответ на пункт А – оценивается в 2 балла; ответы на пункты Б, В, Г дают по 1 баллу.