



Межрегиональная олимпиада школьников
"Будущие исследователи – будущее науки"

Биология.

Финал 2022 г. *Время выполнения – 180 минут*

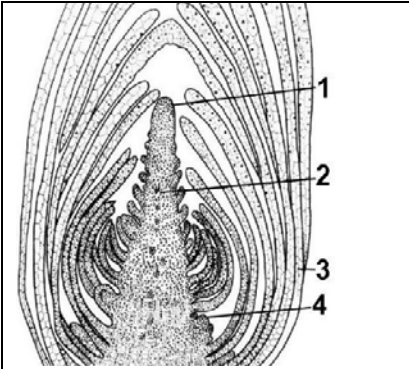
10-11 класс

Тест включает 16 заданий. Задания рекомендуется выполнять по порядку, не пропуская ни одного, даже самого легкого. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям.

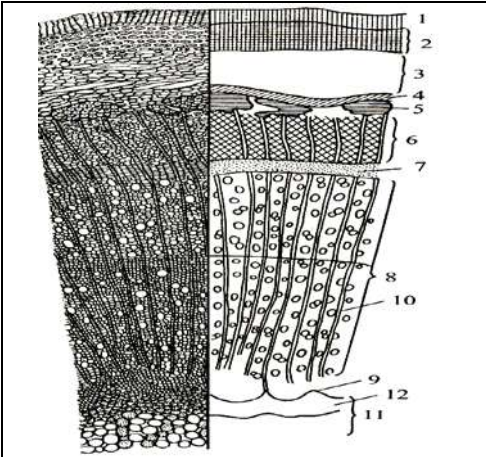
В ЗАДАНИЯХ 1-10 РАССМОТРИТЕ РИСУНОК, ВЫБЕРИТЕ ТРИ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЯ И ЗАПИШИТЕ ИХ НОМЕРА В БЛАНКЕ ОТВЕТОВ РЯДОМ С НОМЕРОМ ЗАДАНИЯ ПО ВОЗРАСТАНИЮ НОМЕРОВ, НАПРИМЕР, 3 5 6

За задания 1-10 максимум 30 баллов : 3x10 (за каждый правильный пункт ответа – 1 балл)

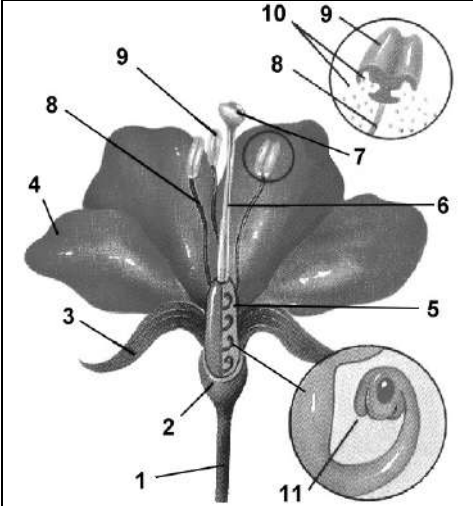
1.

	<p>На рисунке</p> <ol style="list-style-type: none">дан разрез цветочной почки<u>цифрой 1 обозначен конус нарастания</u><u>цифрой 2 обозначен зачаточный стебель</u>структура, обозначенная цифрой 1, - это апикальная эпиблема<u>боковые побеги будут развиваться из структур, обозначенных цифрой 4</u>цифрой 2 обозначена основная эпиблема
---	---

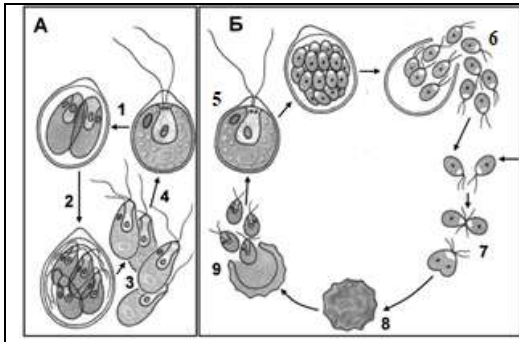
2.

	<p>На рисунке (строение стебля яблони)</p> <ol style="list-style-type: none"><u>цифрой 1 обозначена пробка</u><u>колленхима обозначена цифрой 2</u><u>цифрой 7 обозначена боковая меристема</u>цифрой 11 обозначена перимедуллярная зонацифрой 6 обозначена ксилемацифрами 8 и 9 обозначена флоэма
--	---

3.

	<p>Изображенный на рисунке цветок характеризуется признаками:</p> <ol style="list-style-type: none">совокупность лепестков образует околоцветникцветок имеет простой околоцветникцветок имеет совокупность тычинок, называемую гинецей<u>женский гаметофит образуется в структуре, обозначенной цифрой 11</u><u>мужские гаметофиты образуются в структурах, обозначенных цифрой 9</u><u>мужские гаметофиты обозначены цифрой 10</u>
--	--

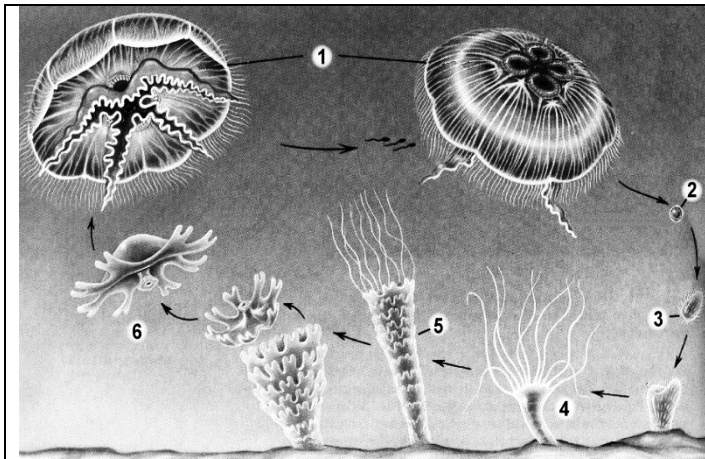
4.



На рисунке (Размножение хламидомонады)

- 1) бесполое размножение изображено на рисунке Б
- 2) половое размножение изображено на рисунке А
- 3) на рисунке А цифрой 4 обозначены зооспоры
- 4) на рисунке Б цифрой 6 обозначены гаметы
- 5) все стадии, кроме обозначенной цифрой 8, гаплоидны
- 6) структуры, обозначенные цифрой 9, образуются путём митоза

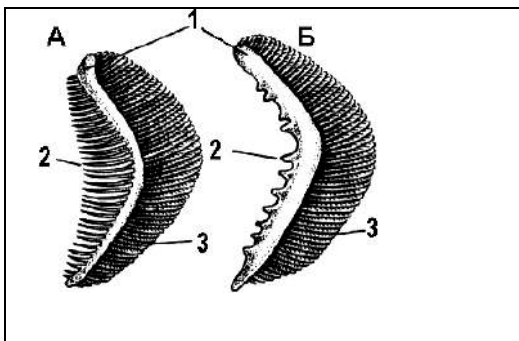
5.



Изображенное животное

- 1) относится к отряду Кишечнополостные
- 2) относится к классу Сцифоидные медузы
- 3) цифрой 3 обозначена личинка – трохофора
- 4) цифрой 4 обозначен сидячий полип - эфира
- 5) стадия стробилиации обозначена цифрой 5
- 6) цифрой 1 обозначены раздельнополые медузы

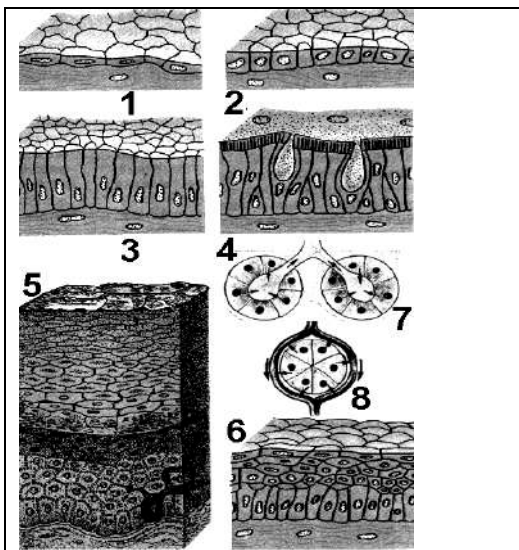
6.



На рисунке (жабры рыб)

- 1) буквой А обозначены жабры хищной рыбы
- 2) буквой Б обозначены жабры планктоноядной рыбы
- 3) жаберные дуги обозначены цифрой 1
- 4) жаберные тычинки обозначены цифрой 2
- 5) функцию газообмена выполняют структуры, обозначенные цифрой 3
- 6) в процессе эволюции структуры, обозначенные цифрой 1, дали начало челюстям .

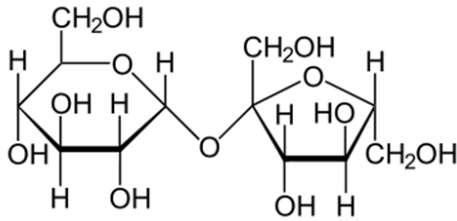
7.



На рисунке (Типы эпителиальных тканей человека)

- 1) эпителий, обозначенный цифрой 7, выстилает сосуды
- 2) эпителий, обозначенный цифрой 2, выстилает почечные каналы
- 3) эпителий, обозначенный цифрой 5, является многослойным неороговевающим
- 4) эпителий, обозначенный цифрой 6, является многослойным ороговевающим
- 5) эпителий, обозначенный цифрой 6, образует слизистую оболочку рта
- 6) однорядный цилиндрический эпителий обозначен цифрой 3

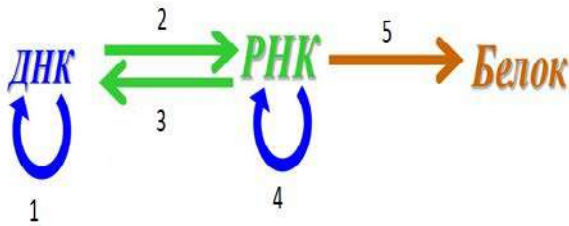
8.



Изображенный на рисунке дисахарид

- 1) - это мальтоза
- 2) образуется при ферментативном расщеплении крахмала
- 3 синтезируется растениями
- 4) имеет в составе пентозу
- 5) является невосстанавливающим сахаром
- 6) гидролизуется в организме человека имеющимся ферментом

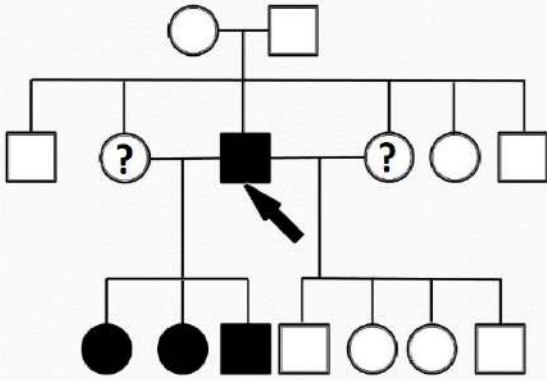
9.



На рисунке (Центральная догма молекулярной биологии)

- 1) цифрой 1 обозначена репликация, фермент ДНК-зависимая ДНК-полимераза
- 2) цифрой 5 обозначена трансляция, фермент ДНК-зависимая -РНК-полимераза
- 3) цифрой 5 обозначена транскрипция, осуществляемая рибосомой
- 4) цифрой 4 обозначен процесс, происходящий, например, у коронавируса
- 5) цифрой 3 обозначена обратная транскрипция, фермент ДНК-зависимая-РНК-полимераза
- 6) цифрой 3 обозначен процесс, происходящий, например, у вируса иммунодефицита человека (ВИЧ)

10.



На рисунке (родословная)

- 1) субъект, от которого начинается построение родословной, - это пробанд
- 2) кровные брат или сестра в терминологии врача-генетика называются сиблинги (сисбы)
- 3) генотип больной женской особи на данной родословной - X^tX^t
- 4) генотип больной мужской особи на данной родословной - X^tY
- 5) данная родословная демонстрирует аутосомно-рецессивный тип наследования .
- 6) обе жены больного мужчины гетерозиготны по патологическому гену

В ЗАДАНИИ 11 УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ И ЗАПИШИТЕ ОТВЕТ В ВИДЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЦИФР И БУКВ, НАПРИМЕР 1БВД -2АГ

11. Найдите соответствие:

Тип наследования	Характеристики
1. X-сцепленное доминантное наследование	А. Женщины наследуют признак чаще, чем мужчины
2. X-сцепленное рецессивное наследование	Б. Мужчины наследуют признак чаще, чем женщины
	В. В браке, где оба супруга лишены признака, могут родиться дети, имеющие его, при этом он наследуется у 50 % сыновей
	Г. Если признак есть только у супруги, его наследуют либо все дети, либо половина детей независимо от их пола
	Д. Если признак есть только у супруга, он наследуется всеми дочерьми

За задание 11 максимум 5 баллов: 1 балл за каждый правильно отнесенный элемент правого столбца)

В ЗАДАНИЯХ 12-16 УСТАНОВИТЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СОБЫТИЙ И ЗАПИШИТЕ ОТВЕТ В ВИДЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ БУКВ, НАПРИМЕР, БВАДГ

12. Установите эволюционную последовательность появления ароморфозов беспозвоночных животных: А – кровеносная система; Б – нервная система; В – выделительная система; Г – сквозной кишечник; Д – членистые конечности.

БВГАД

13. Установите последовательность процессов, протекающих при фотосинтезе: А – синтез глюкозы; Б – возбуждение молекул хлорофилла; В – работа АТФ-синтазы на мембране тилакоида; Г – фиксация углекислого газа; Д – цикл Кальвина.

БВГДА

14. Установите последовательность стадий, идущих при синтезе белка: А – инициация рибосомального цикла; Б – фолдинг белка; В – транскрипция; Г – элонгация рибосомального цикла; Д – терминация рибосомального цикла; Е – посттранскрипционный процессинг

ВЕАГДБ

15. Расположите в правильной последовательности этапы образования эритроцита:

А – Эритробласт; Б – Проэритробласт; В – Полипотентная стволовая клетка; Г – Эритроцит; Д – Ретикулоцит

ВБАДГ

16. Расположите в правильной последовательности этапы развития второго этапа стресс-реакции: А – синтез гипофизом адренокортикотропного гормона; Б – выделение гипоталамусом либерина; В – усиление синтеза глюкокортикоидов; Г – повышение устойчивости организма к стрессу; Д-рецепция глюкокортикоидов различными тканями.

БАВДГ

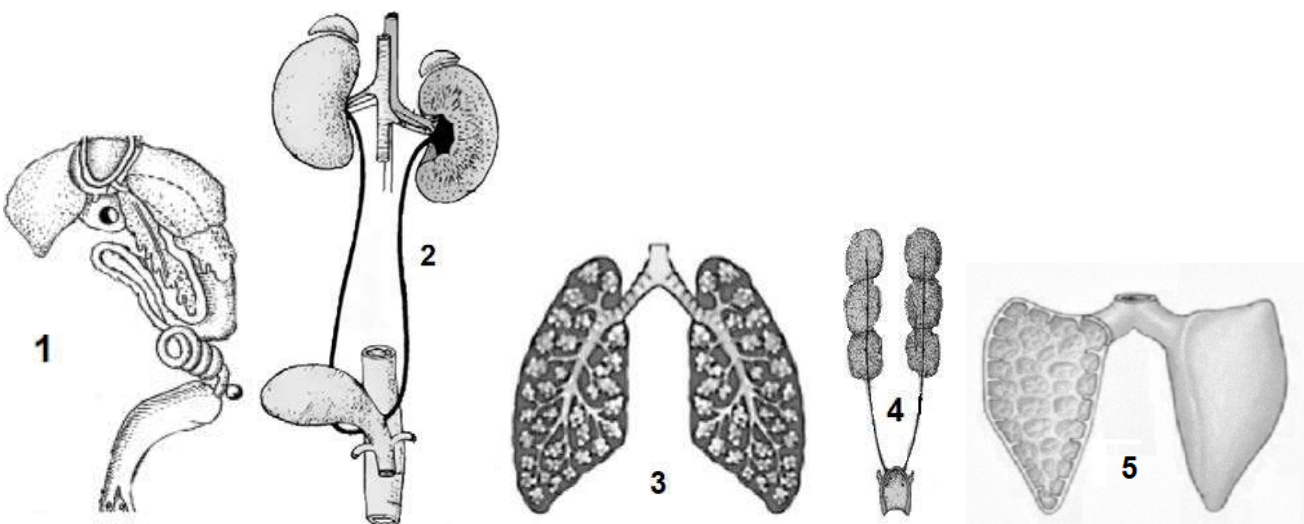
**за задания 11-15 - каждый полный верный ответ – 1 балл, итого 5 баллов
максимальная сумма баллов за тест – 40 баллов (30+5+5)**

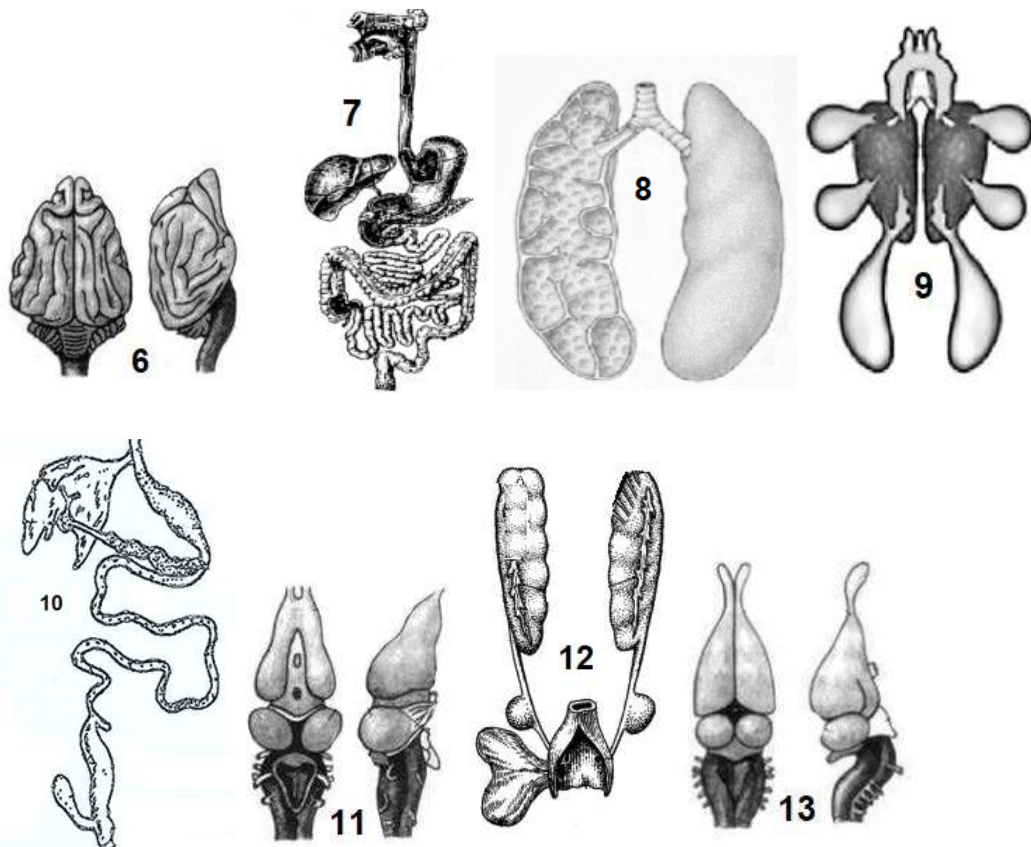
ЗАДАНИЯ СО СВОБОДНЫМ ОТВЕТОМ

ЗАДАНИЕ 17.

Рассмотрите рисунки, на которых представлены схемы систем органов и их элементы у позвоночных животных (относительные размеры не соблюдены). Определите, что это за органы, в какие системы они входят, и для каких классов они характерны. Заполните таблицу, укажите номера рисунков и отличительные особенности органов.

Найдите «лишнее» изображение и поясните, почему вы сделали такой вывод.





Решение:

Орган, система Класс	Головной мозг, нервная	Пищеварительная	Легкие, дыхательная	Выделительная
Амфибии	11. Все отделы мозга находятся на одной линии	10. Относительно короткий кишечник + клоака	5. Ячеистые легкие	12. Туловищная почка
Рептилии	13. Хорошо развиты обонятельные луковицы, мозжечок, продолговатый мозг образует изгиб	1. Между тонким и толстым отделами - зачаточная слепая кишка, клоака	8. Губчатые легкие, есть трахея	4. Тазовая почка
Млекопитающие	6. Компактная форма, хорошо развиты извилины переднего отдела мозга	7. Относительно длинный кишечник, хорошо дифференцирован на отделы, развита слепая кишка	3. Альвеолярные легкие	2. Тазовая почка, мочевой пузырь

За каждую ячейку максимум **1 балл (0,5 балла – номер рисунка, 0,5 балла - пояснения)**, итого 19 баллов. За найденное «лишнее» - легкие птицы с воздушными мешками – Рисунок № 9 - **1 балл**
Итого 20 баллов

ЗАДАНИЕ 18.

В многодетной семье, где мать имеет высокий рост, небольшое косоглазие, а отец здоров, родились шестеро детей. Из трех сыновей у двоих был обнаружен синдром Клайнфельтера (трисомия XXУ), а у третьего - классическая гемофилия (X-сцепленный рецессивный признак). Из трех дочерей две развивались абсолютно нормально, а третья самая младшая фенотипически и по развитию была похожа на свою мать – у нее до 10 лет наблюдалась задержка умственного развития, скорректированная до нормы к 18 годам, высокий рост и легкое косоглазие.

1. Определите наиболее вероятные генотипы родителей, обоснуйте свой выбор. Каким будет результат кариотипирования лимфоцитов матери?
2. Напишите схему скрещивания с указанием генотипов и фенотипов детей.

3. Определите вероятность того, что следующий ребенок будет здоровым сыном.
4. Определите вероятность рождения больного ребёнка у одной из старших дочерей в браке со здоровым мужчиной. Напишите все возможные варианты скрещивания.
5. Младшая дочь вышла замуж за здорового мужчину и смогла иметь детей. Какова вероятность рождения здорового ребёнка в этой семье? Напишите все возможные варианты скрещивания.
6. Объясните, почему у матери в фенотипе не было признаков тяжелых заболеваний.

Решение.

1. Указанные фенотипические особенности матери и похожей на нее дочери наблюдаются при трисомии женщин по X-хромосоме. Но прежде всего, на это указывает высокая вероятность рождения в этой семье мальчиков с синдромом Клайнфельтера (**1 балл**). Кроме того, мать семейства в одной из X-хромосом несет рецессивный ген гемофилии, вследствие чего у сына с нормальным набором половых хромосом развилась классическая гемофилия (**1 балл**). Наличие двух аллельных генов h у матери крайне маловероятно. Так как отец фенотипически здоров (не гемофилик и способен иметь детей), то его генотип X^HY (**1 балл**). Кариотипирование лимфоцитов матери выявит наличие трех X-хромосом (**1 балл**).

2.

P	$X^HX^HX^h$	x	X^HY	1 балл, если указаны верные генотипы и все типы гамет родителей
G	X^h, X^HX^h, X^H, X^HX^H		X^H, Y	

F1

девочки	X^HX^h Норма развития, нет гемофилии (либо – носитель гена гемофилии)	X^HX^H Норма развития, нет гемофилии	$X^HX^HX^H$ Трисомия по X-хромосоме, нет гемофилии	$X^HX^HX^h$ Трисомия по X-хромосоме, нет гемофилии (либо – носитель гена гемофилии)
мальчики	X^hY Норма развития, гемофилия	X^HY Норма развития, нет гемофилии	X^HX^HY с-м Клайнфельтера, нет гемофилии	X^HX^hY с-м Клайнфельтера, нет гемофилии (либо – носитель гена гемофилии)

За полностью верные генотипы (1 балл) и фенотипы (1 балл) детей F1.

3. Из схемы скрещивания вероятность рождения здорового сына $1/8 = 12,5\%$ (**1 балл**)
4. Можно предположить два варианта:

<ol style="list-style-type: none"> 1. P X^HX^H x X^HY (1 балл) F1 X^HX^H, X^HY вероятность рождения больного ребенка 0% (1 балл) 	<ol style="list-style-type: none"> 2. P X^HX^h x X^HY (1 балл) F1 $X^HX^h, X^HX^H, X^hY, X^HY$ вероятность рождения больного ребенка (с гемофилией) 25% (1 балл)
--	--
5. Может быть два варианта:

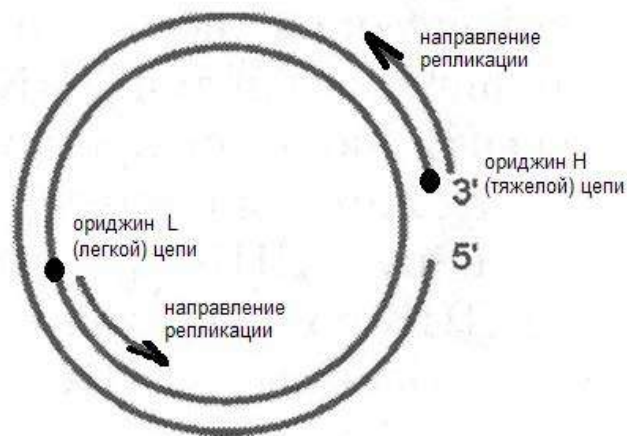
<ol style="list-style-type: none"> 1. P $X^HX^HX^h$ x X^HY (1 балл) G $X^h, X^HX^h, X^H, X^HX^H, X^H, Y$ F1 $X^HX^h, X^HX^HX^h, X^HX^H, X^HX^HX^H, X^hY, X^HX^hY, X^HY, X^HX^HY$ (1 балл) 3/8 здоровых (1 балл) 	<ol style="list-style-type: none"> 2. P $X^HX^HX^H$ x X^HY (1 балл) G X^HX^H, X^H, X^H, Y F1 $X^HX^HX^H, X^HX^H, X^HX^HY, X^HY$ (1 балл) 1/2 здоровых (1 балл)
---	--
6. У матери нет тяжелого заболевания гемофилии, т.к. имеется доминантный ген H в гомологичной X-хромосоме (**1 балл**). Тяжелых нарушений развития вследствие трисомии по X-хромосоме нет, т.к. только одна из X-хромосом в клетке находится в активном состоянии, а две остальные инактивированы и представлены в виде плотного гетерохроматина (телец Барра) (**1 балл**).

Итого 20 баллов.

Примечание: Признак гемофилии участники могут обозначать любой латинской буквой.

ЗАДАНИЕ 19.

В митохондриях имеется собственная ДНК, ее репликация не зависит от клеточного цикла и идёт иначе, чем репликация ядерной ДНК, а именно асинхронно. Митохондриальная ДНК (мтДНК) кольцевая (см. рисунок). Репликация начинается в точке начала синтеза (ориджин) Н (тяжёлой, содержит больше пуриновых оснований) цепи. Когда синтез доходит до ориджин L (лёгкой, содержит больше пиримидиновых оснований) цепи, то начинает работать другая ДНК-полимераза, начинается синтез L-цепи, а синтез Н-цепи продолжается.



Ориджин L-цепи находится на расстоянии $\frac{1}{2}$

длины окружности от ориджин Н-цепи. Соответственно, синтез Н-цепи заканчивается раньше, а синтез L-цепи продолжается ещё некоторое время до конца репликации. После окончания репликации образуются две молекулы мтДНК.

1. Определите число нуклеотидов (N) в мтДНК, если время полной репликации составляет 5 минут. Средняя скорость работы ДНК-полимеразы (V) равна 40 нуклеотидов в секунду для одной цепи.
2. Найдите диаметр молекулы мтДНК, если ее условно принять за правильную окружность.
3. Вычислите массу вновь синтезированной в клетке печени мтДНК через 3 минуты, если одновременно началась репликация 15 молекул мтДНК.
4. Перечислите все другие органеллы клеток, у которых есть собственная ДНК, назовите их функции.
5. Могут ли митохондрии, имеющие собственную ДНК, существовать и размножаться самостоятельно вне клетки? Поясните.
6. Почему в клетках печени имеется большое количество митохондрий?

Справочно:

Средняя длина одного нуклеотида 0,34 нм

Средняя масса одного нуклеотида $M_{\text{сред}} = 345$ а.е.м.

Длина окружности $C = 2\pi R$

Решение

1. Из общего количества времени репликации $\frac{1}{3}$ времени идёт синтез только Н-цепи, $\frac{1}{3}$ – синтез обеих цепей и $\frac{1}{3}$ – синтез только L-цепи **(2 балла)**

Если число нуклеотидов в мтДНК принять за N, а общее время синтеза за t, то

$\frac{1}{2}$ N нуклеотидов реплицировалось со скоростью 40 нукл/с (V) за время $\frac{2}{3} t$ **(2 балла)**

$\frac{1}{2}$ N нуклеотидов реплицировалось со скоростью 80 нукл/с (2V) за время $\frac{1}{3} t$ **(2 балла)**

$t = 5$ минут = 300 с

Отсюда

$N = \frac{2}{3} t * V + \frac{1}{3} t * 2V$ **(2 балла)**

$N = \frac{2}{3} * 300 * 40 + \frac{1}{3} * 300 * 80 = 16000$ нуклеотидов **(1 балл)**

2. Поскольку молекула ДНК содержит 2 цепи, то общая длина будет в 2 раза меньше, и расчёт нужно вести по нуклеотидным парам, которых будет 8000 **(1 балл)**

$C = 2\pi R = \pi D \rightarrow D = C/\pi$

$C = 8000$ п.н. * 0,34 нм = 2720 нм **(1 балл)**

$D = 2720 / 3,14 \approx 866$ нм **(1 балл)**

3. Из полного времени репликации 300 с следует, что из 3 минут (180 с) 100 секунд (t_1) репликация идёт со скоростью V (40 нуклеотидов в секунду) **(1 балл)**, и 80 секунд (t_2) – со скоростью 2V (80 нуклеотидов в секунду) **(1 балл)**

Отсюда

$$\Delta m = (t_1 * V + t_2 * 2V) * M_{\text{сред}} * 15 \text{ (2 балла)}$$

$$\Delta m = (100*40 + 80*80) * 345 * 15 = 5382000 \text{ а.е.м. (1 балл)}$$

4. Пластиды: хлоропласты (фотосинтез), хромопласты (окраска тканей растения), лейкопласты (накопление крахмала или липидов, или белков – любой вариант) (1 балл, если указано только ядро – 0 баллов)

5. Нет. Часть генов, необходимых для сборки и функционирования митохондрий, находятся в ДНК ядра (1 балл)

6. Печень – интенсивно работающий орган, требующий большого количества энергии, которая производится в митохондриях в форме АТФ (1 балл).

Итого 20 баллов

Итого за задачи – 60 баллов

Максимальная сумма баллов за все задания - 100