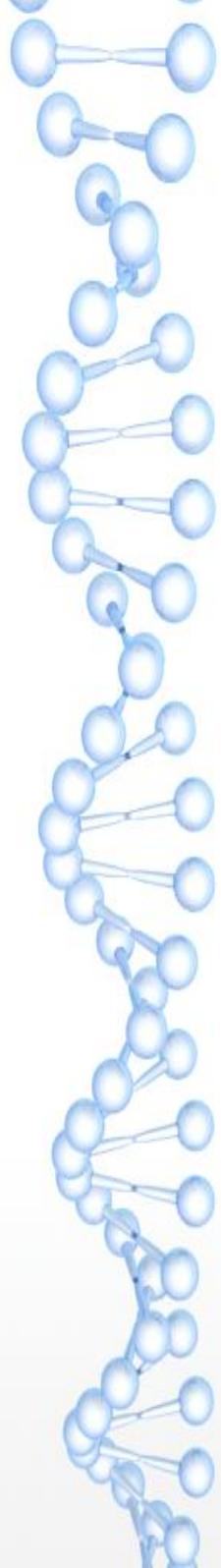
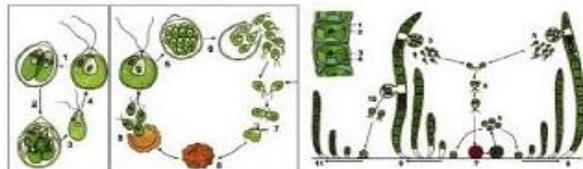


Решение заданий второй части КИМов ЕГЭ по биологии.



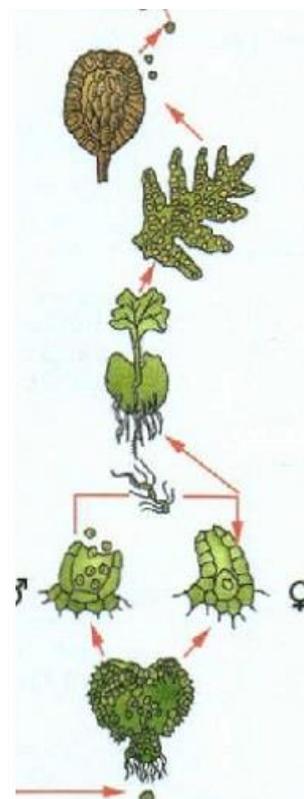
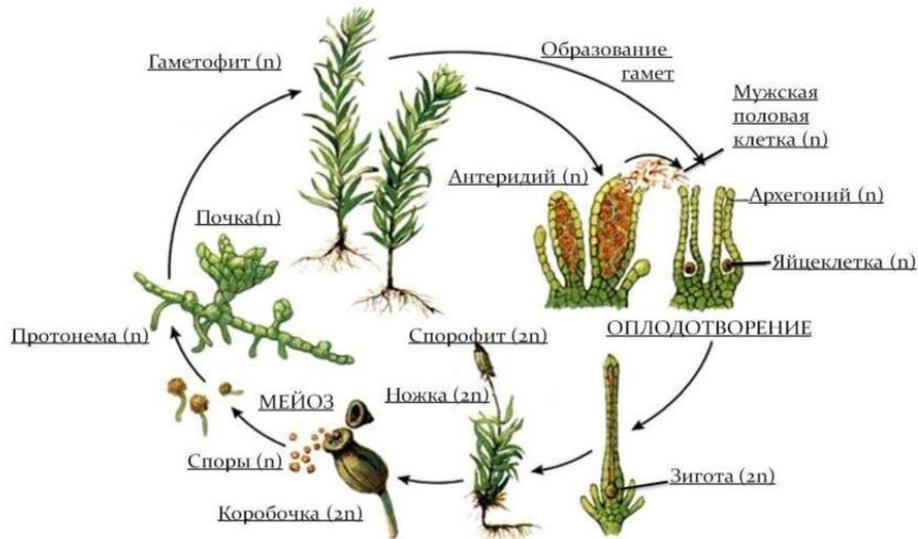


КЛЕТОК ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ (хламидомонады, улотрикса)



Клетки	Необходимые условия	Хромосомный набор	Из каких клеток образуются	Способ образования
Споры	благоприятные	гаплоидный (n)	из зиготы (2n)	мейоз
		гаплоидный (n)	из гаплоидной клетки взрослого организма (гаметофита)	митоз
Гаметофит (клетка) хламидомонады	благоприятные	гаплоидный (n)	из споры (n)	рост споры
Клетки гаметофита улотрикса	благоприятные	гаплоидный (n)	из споры (n)	митоз
Гаметы	неблагоприятные	гаплоидный (n)	из гаплоидной клетки взрослого организма (гаметофита)	митоз
Зигота (функционально – спорофит)	неблагоприятные	диплоидный (2n)	гамета (n) + гамета (n)	слияние

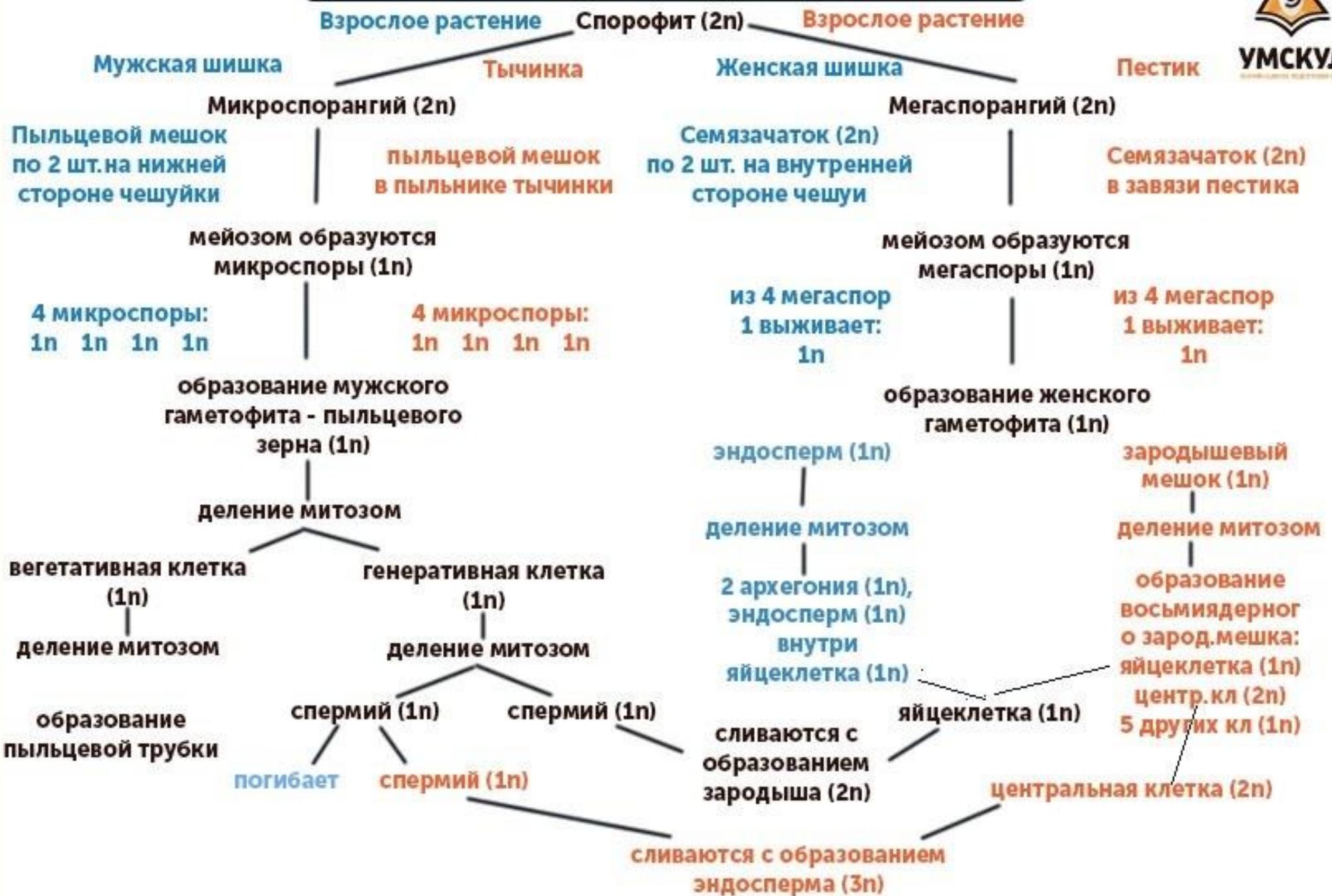
Схема 1. Жизненный цикл мха кукушкин лен



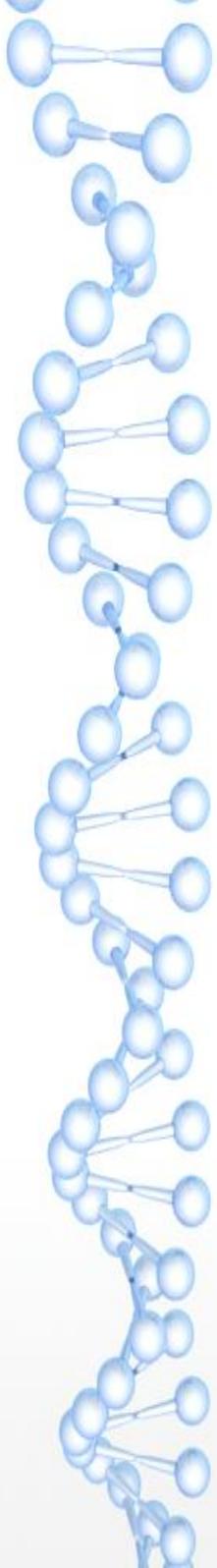
ЦИКЛЫ РАЗМНОЖЕНИЯ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ



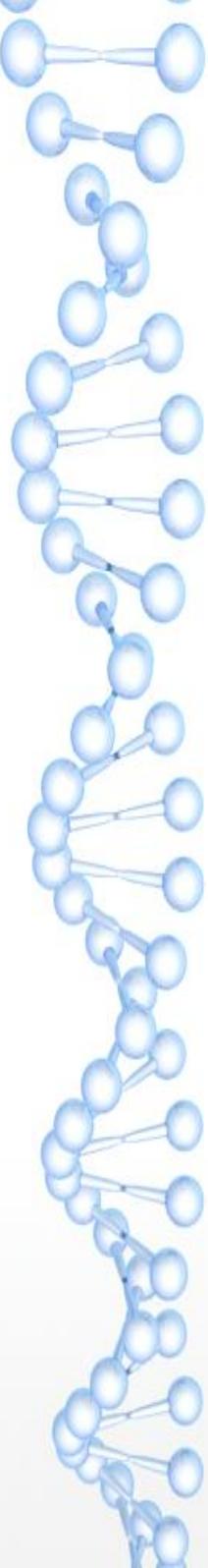
УМСКУЛ



ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ - обозначены оранжевым, ГОЛОСЕМЕННЫЕ - голубым, ОБЩЕЕ МЕЖДУ НИМИ - коричневым



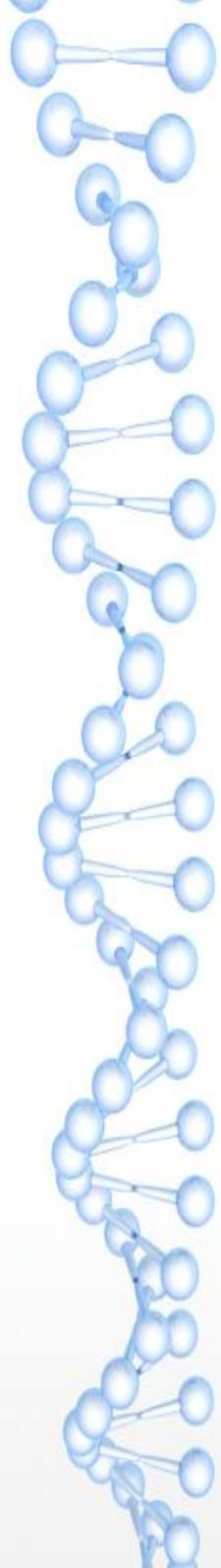
1. Какой хромосомный набор характерен для гамет (яйцеклетки и сперматозоидов) и спор хвоща полевого? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления они образуются.
2. Какой хромосомный набор характерен для клеток взрослого растения и споры сфагнума? Объясните, из каких клеток и в результате какого деления они образуются.
3. Какой хромосомный набор характерен для вегетативной, генеративной клеток и спермиев пыльцевого зерна цветкового растения? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления образуются эти клетки.

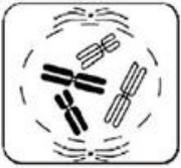
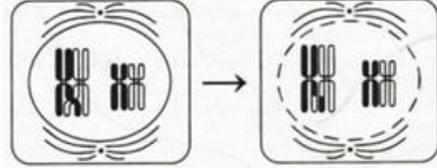
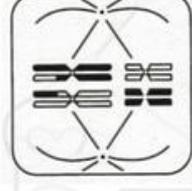
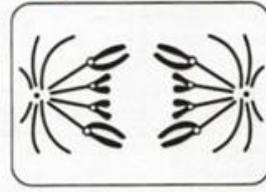
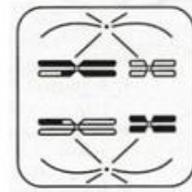
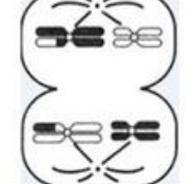
- 
- 1) В гаметах хвоща полевого гаплоидный набор хромосом - n
 - 2) В спорах хвоща полевого гаплоидный набор хромосом - n
 - 3) Гаметы (n) образуются из гаметофита (n) путем митоза
 - 4) Споры (n) образуются из клеток спорангия ($2n$) путем мейоза

- 1) Хромосомный набор клеток взрослого растения сфагнума - гаплоидный (n), в цикле развития мхов господствует гаметофит (n)
- 2) Хромосомный набор споры - гаплоидный (n)
- 3) Взрослое растение образуется путем митотического деления гаплоидной споры (n)
- 4) Спора образуется путем деления мейозом диплоидных материнских клеток спорангия ($2n$)

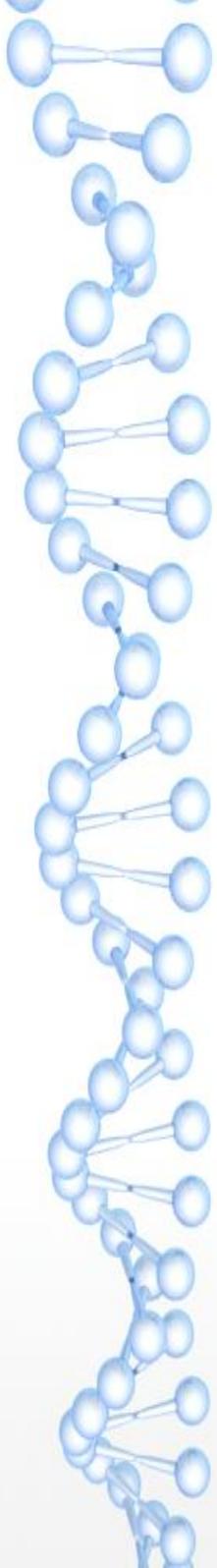
- 1) Набор вегетативной и генеративной клеток пыльцы гаплоидный - n
- 2) Вегетативная и генеративная клетки образуются путем митоза при прорастании гаплоидной споры (n)
- 3) Хромосомный набор спермиев гаплоидный - n
- 4) Спермии образуются из генеративной клетки (n) путем митоза

Решение заданий второй части КИМов ЕГЭ по биологии.



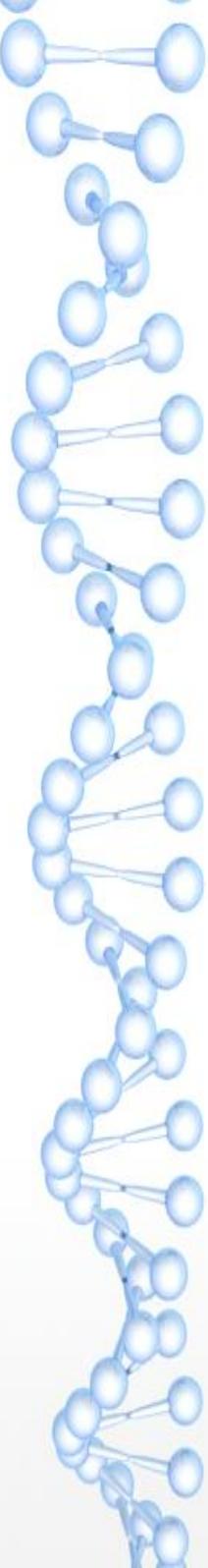
Митоз	Мейоз	
	Первое деление	Второе деление
Профаза (2n4c) 	Профаза (2n4c) 	Профаза (n2c) 
Метафаза (2n4c) 	Метафаза (2n4c) 	Метафаза (n2c) 
Анафаза (4n4c) 	Анафаза (2n4c) 	Анафаза (2n2c) 
Телофаза (2n2c) 	Телофаза (n2c) 	Телофаза (nc) 





Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня перед началом митоза и в анафазе митоза. Поясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

- 1) Перед началом деления хромосомный набор соматических клеток пшеницы - $2n4c$ - 28 хромосом 56 молекул ДНК
- 2) В синтетическом периоде интерфазы происходит удвоение ДНК (репликация), вследствие чего к началу митоза каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид - молекул ДНК
- 3) В анафазе митоза набор клетки - $4n4c$ - 56 хромосом 56 молекул ДНК
- 4) В анафазе митоза двуххроматидные хромосомы распадаются на отдельные хроматиды (дочерние хромосомы), в результате чего общее число хромосом увеличивается в два раза и становится 56



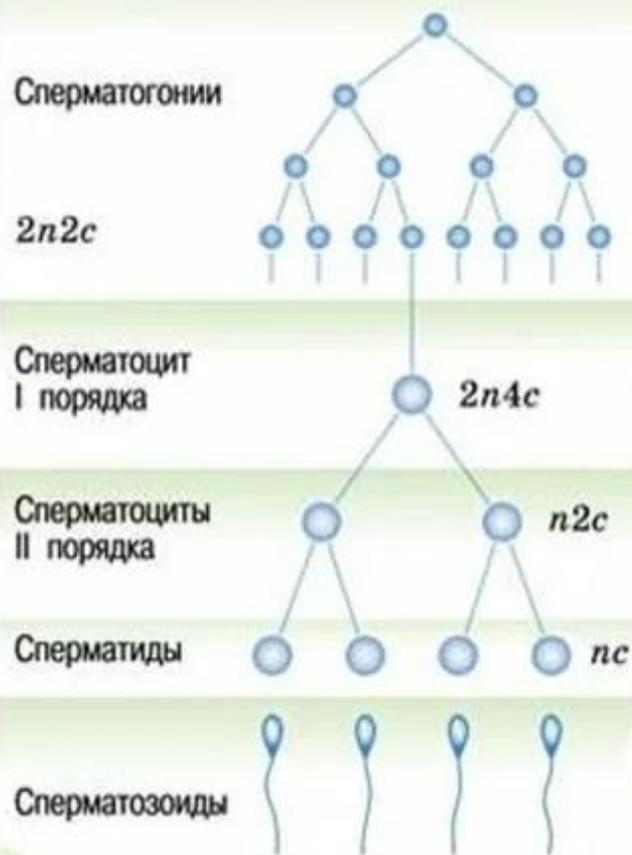
Общая масса всех молекул ДНК в хромосомах растения в пресинтетический период интерфазы одной соматической клетки составляет около 6×10^{-9} мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядрах клеток в конце телофазы мейоза I и мейоза II. Объясните полученные результаты.

- 1) В телофазе мейоза I набор каждой из двух образующихся клеток - $n2c$ - масса молекул ДНК равна 12×10^{-9} мг / 2 = 6×10^{-9} мг
- 2) В синтетическом периоде интерфазы количество ДНК удваивается, набор клетки вступающей в мейоз - $2n4c$, то есть она содержит 12×10^{-9} мг ДНК; мейоз I - редукционное деление, в анафазе мейоза I биваленты распадаются на двухроматидные хромосомы, поэтому к концу мейоза I число хромосом и молекул ДНК становится в два раза меньше, набор каждой из двух образующихся клеток - $n2c$, то есть масса ДНК в каждой 6×10^{-9} мг
- 3) В телофазе мейоза II набор клетки - nc , масса всех молекул ДНК - 3×10^{-9} мг
- 4) Мейоз II - в анафазе мейоза II хромосомы распадаются на дочерние хроматиды (однохроматидные хромосомы), поэтому к концу мейоза II набор клетки - nc , количество хромосом не изменяется по сравнению с исходным набором в мейозе II, а масса ДНК уменьшается в два раза - nc , то есть масса всех молекул ДНК - 3×10^{-9} мг

Сперматогенез и овогенез

ГАМЕТОГЕНЕЗ

Сперматогенез



Фаза формирования

Фаза размножения

Митотические деления

Фаза роста

Рост клетки
и удвоение ДНК

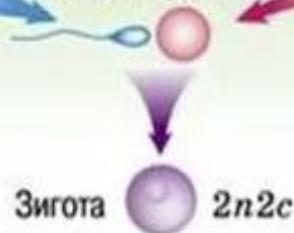
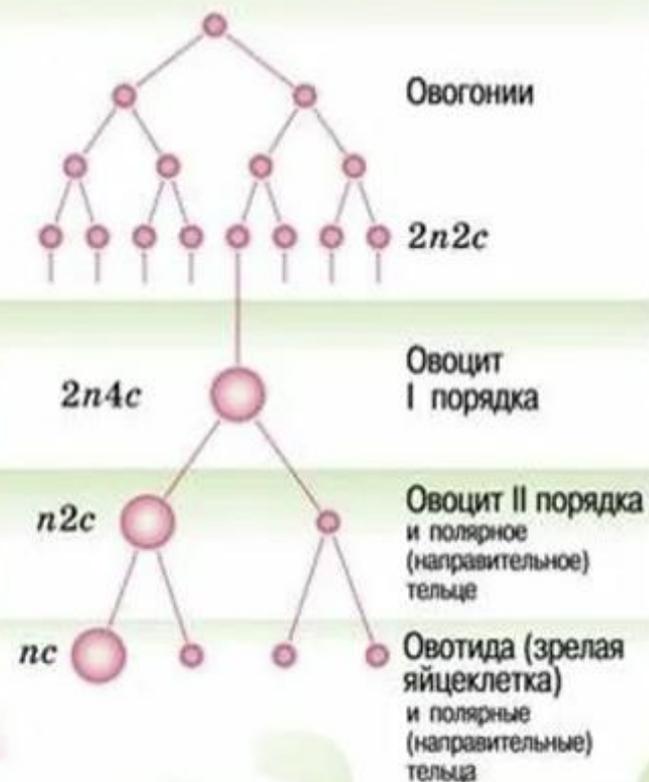
Фаза созревания

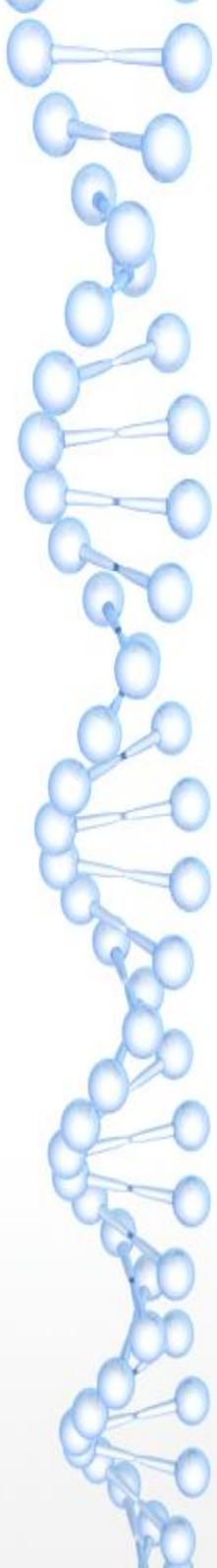
Мейоз

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Зигота $2n2c$

Овогенез

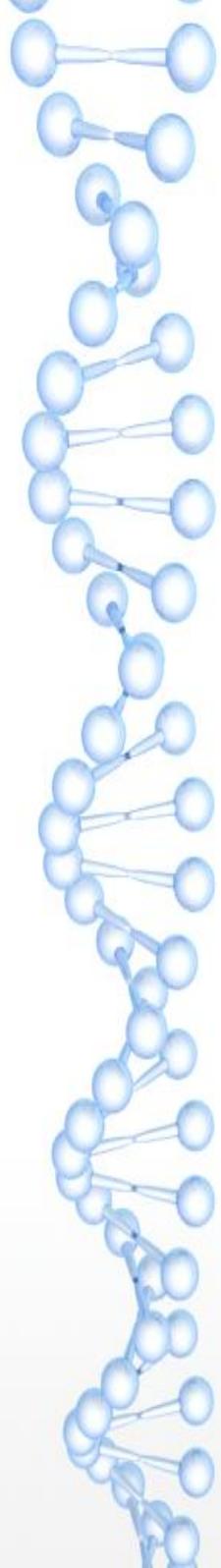


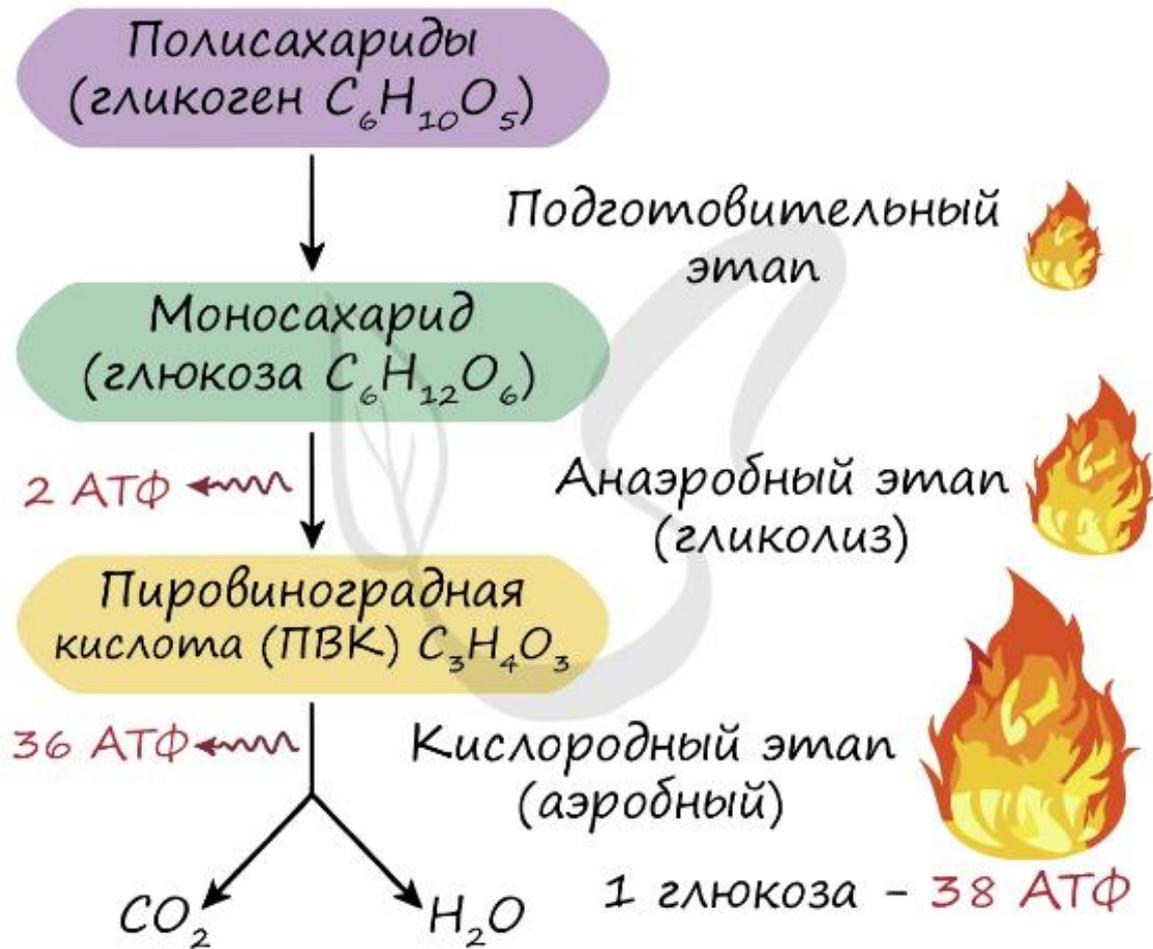
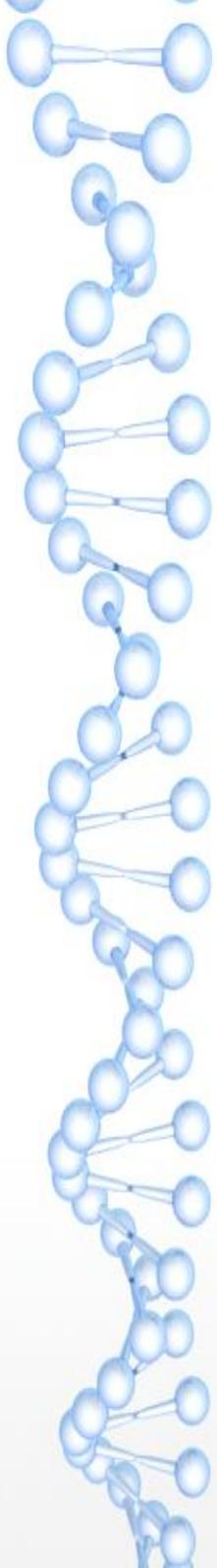


В соматических клетках дождевого червя содержится 36 хромосом. Какое число хромосом и молекул ДНК содержится в ядре при гаметогенезе в конце фазы размножения, в фазе роста и в конце фазы созревания? Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК.

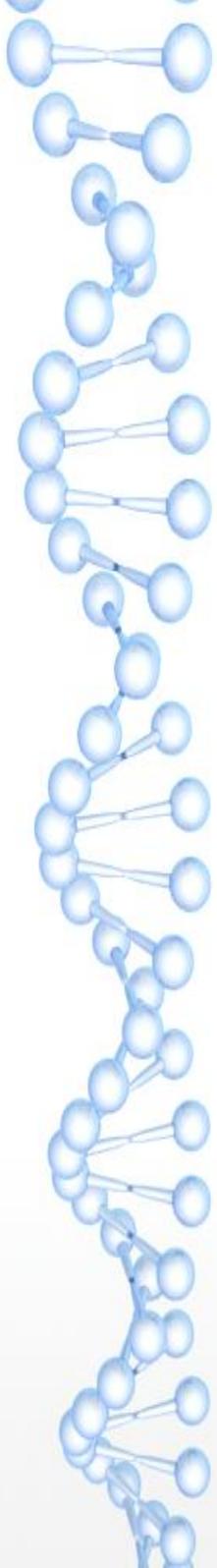
- 1) Для фазы размножения характерен митоз, поэтому в конце зоны деления набор клетки $2n2c$ - 36 хромосом, 36 молекулы ДНК
- 2) Фаза роста соответствует профазе I мейоза, а перед ней синтетическом периоде интерфазы перед мейозом I ДНК реплицируется (удваивается), поэтому каждая хромосома состоит из двух молекул ДНК (хроматид) при этом число хромосом не меняется - набор клетки $2n4c$ - 36 хромосом, 72 молекулы ДНК
- 3) В конце фазы созревания образуются клетки с набором- nc , а значит 18 хромосом, 18 молекулы ДНК

Решение заданий второй части КИМов ЕГЭ по биологии.



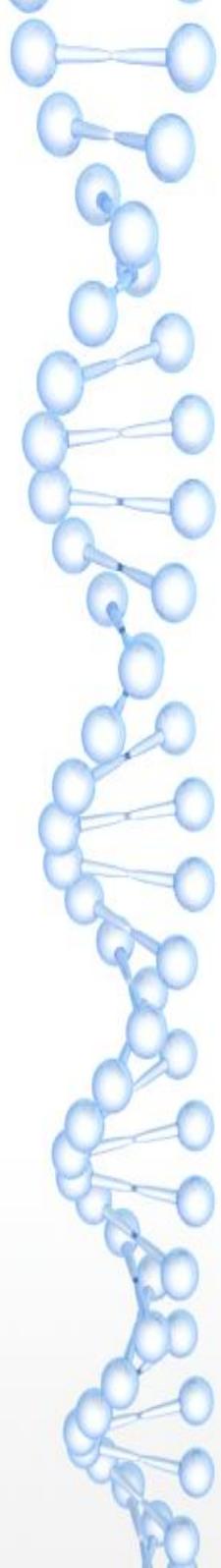


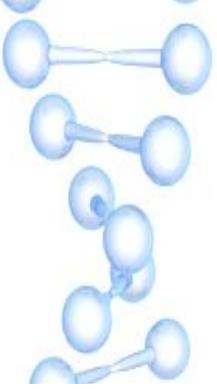
Результатом кислородного этапа энергетического обмена стало образование 720 молекул АТФ. Определите, какое количество ПВК вступило в кислородный этап. Сколько молекул глюкозы участвовало в гликолизе и сколько молекул АТФ образовалось в его результате? Ответ поясните.



- 1) В процессе кислородного этапа энергетического обмена из 1 молекулы глюкозы образуются 36 молекул АТФ, следовательно, в этот этап вступают $720 / 36 = 20$ молекул глюкозы
- 2) Окисление одной молекулы глюкозы сопровождается выделением 2 молекулы АТФ и образованием 2 молекул ПВК на этапе гликолиза (бескислородный этап), следовательно, на этапе гликолиза выделяется $20 \times 2 = 40$ АТФ и образуется 40 молекул ПВК

Решение заданий второй части КИМов ЕГЭ по биологии.





Задачи на ДНК

ДНК

5'-ГЦГАГГЦГТТЦТГЦТ-3'

смысловая цепь

3'-ЦГЦТЦЦГЦААГАЦГА-5'

транскрибируемая
цепь

иРНК

5'-ГЦГАГГЦГУУЦУГЦУ-3'

3'-ЦГЦ-5'



3'-УЦЦ-5'



3'-ГЦА-5'



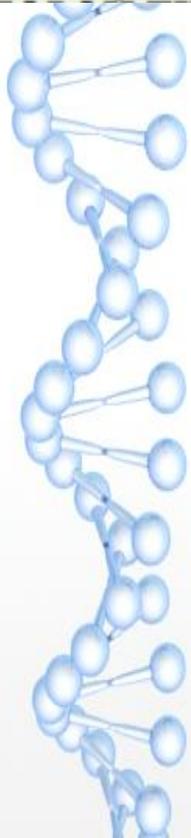
3'-АГА-5'



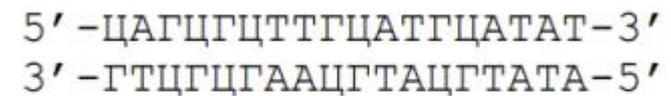
3'-ЦГА-5'



Основные типы задач	Подсказки
<p>ПЕРВЫЙ ТИП Определение смысловой (кодирующей цепи) ДНК</p>	<p>1) по таблице генетического кода определяем кодон в иРНК, который шифрует данную аминокислоту Далее есть два подхода к решению: 2) ищем смысловую цепь (иРНК по последовательности нуклеотидов и направлению цепи является точной копией смысловой цепи (только нуклеотид Т заменяется на У, а также используются рибонуклеотиды) 3) ищем транскрибируемую цепь (иРНК и транскрибируемая цепь ДНК антипараллельны и полностью комплементарны друг другу) (№1-3).</p>



Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Фрагмент гена имеет следующую последовательность:



Определите, какая из цепей ДНК является смысловой (кодирующей), если известно, что фрагмент полипептида, кодируемый этим участком гена, начинается с аминокислоты **гли**. Определите последовательность аминокислот в пептиде, кодируемом этим геном. Объясните последовательность Ваших действий. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

ВТОРОЙ ТИП

Определение
кодирующей части
начала гена

В данном случае в последовательности иРНК необходимо найти триплет АУГ, который кодирует метионин (мет) и является старт-кодоном. Таким образом, все нуклеотиды до старт-кодона будут являться некодирующей последовательностью, а после – кодирующей белок (или открытой рамкой считывания).

Есть **три варианта** этой задачи:

- 1) определить, с какого нуклеотида начнется синтез белка (используем иРНК) (**№ 4,5**);
- 2) определить, с какого нуклеотида начинается информативная часть гена (используем двухцепочечную ДНК) (**№ 6-8**);
- 3) определить, с какого нуклеотида начинается информативная часть гена (открытая рамка считывания) в случае, когда в цепи есть несколько старт-кодонов и стоп-кодон, который обрывает синтез первой цепи (**№9**).



Известно, что ген имеет кодирующую и не кодирующую белок части. Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая):

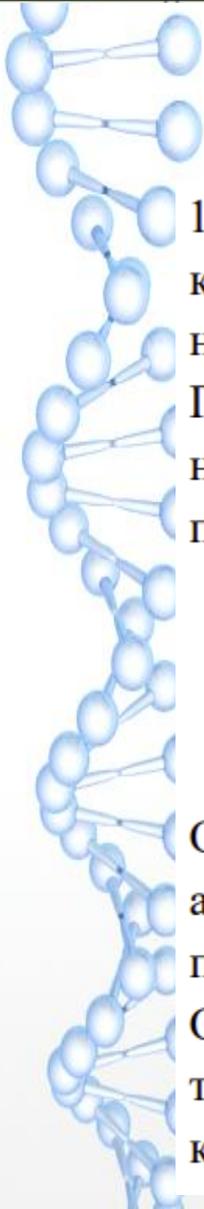
5' – АЦГЦАТГАТАГЦТАЦАЦГТАГТ – 3'
3' – ТГЦГТАЦТАТЦГАТГТГЦАТЦА – 5'

Определите последовательность белка, кодируемую данным фрагментом, если первая аминокислота в полипептиде – **мет**. Укажите последовательность иРНК, определите, с какого нуклеотида начнётся синтез белка. Обоснуйте последовательность своих действий. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

ТРЕТИЙ ТИП

Определение
кодирующей части
конца гена

В данном случае необходимо в последовательности иРНК найти один из трех возможных стоп-кодонов (УАА, УАГ, УГА). Этот стоп-кодон указывает на конец открытой рамки считывания. Таким образом, все нуклеотиды до стоп-кодона будут являться кодирующей последовательностью, а после – некодирующей белок (№ 10-13).



12. Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)):

5'-АГЦАТГТААГЦТТТАЦТГАГЦТГЦ-3'
3'-ТЦГТАЦАТТЦГАААТГАЦТЦГАЦГ-5'

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что конечная часть полипептида, кодируемая этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

ЧЕТВЕРТЫЙ ТИП

Замена аминокислоты

В данном случае необходимо по таблице генетического кода сравнить триплеты, которые кодируют исходную аминокислоту и аминокислоту после мутации. Сравнивая два триплета, необходимо определить отличный нуклеотид, замена которого и привела к мутации. Также стоит указать не только замену триплета (нуклеотида) в иРНК, но и в двухцепочечной ДНК (№14-17).



Исходный фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь – смысловая, нижняя – транскрибируемая):

5' – ЦГТАТАГЦГТАТАТЦ – 3'

3' – ГЦАТАТЦГЦАТАТАГ – 5'

В результате замены одного нуклеотида в ДНК вторая аминокислота во фрагменте полипептида заменилась на аминокислоту Тре. Определите аминокислоту, которая кодировалась до мутации. Какие изменения произошли в ДНК, иРНК в результате замены одного нуклеотида? Благодаря какому свойству генетического кода одна и та же аминокислота у разных организмов кодируется одним и тем же триплетом? Ответ поясните. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

ПЯТЫЙ ТИП

Работа с вирусной РНК

В данном случае необходимо вспомнить, что РНК-содержащие вирусы обладают обратной транскрипцией, т.е. после проникновения в клетку синтезируют по принципу комплементарности на вирусной РНК вирусную ДНК, которая встраивается в ДНК клетки-хозяина. Затем запускаются клеточные механизмы синтеза белка, т.е. транскрипция и трансляция вирусных белков (№18-22).



Некоторые вирусы в качестве генетического материала несут РНК. Такие вирусы, заразив клетку, встраивают ДНК-копию своего генома в геном хозяйской клетки. В клетку проникла вирусная РНК следующей последовательности:

5' – ЦГУАГГУАЦЦГГЦУА – 3'.

Определите, какова будет последовательность вирусного белка, если матрицей для синтеза иРНК служит цепь, комплементарная вирусной РНК. Напишите последовательность двуцепочечного фрагмента ДНК, укажите 5' и 3' концы цепей. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

ШЕСТОЙ ТИП

Определение
последовательности
иРНК и ДНК по
антикодонам тРНК

Если в предыдущих задачах мы шли в направлении ДНК-иРНК-белок, то в данном случае мы движемся в обратном направлении – антикодоны тРНК-иРНК-ДНК. Важно понимать, что все цепи нуклеиновых кислот антипараллельны друг другу, антикодоны тРНК и иРНК не исключение. При этом начало любой цепи начинается с 5'-конца, а заканчивается 3'-концом. Но т.к. иРНК мы привыкли записывать в том же направлении с 5'-конца, поэтому, учитывая принцип антипараллельности, советую «перевернуть» антикодоны тРНК, т.е. если дан антикодон 5'-ЦГУ-3', лучше записать его 3'-УГЦ-5'.

В данном типе задач есть два варианта:

1) определить последовательность нуклеотидов **иРНК**, двухцепочечной **ДНК**, последовательность **аминокислот** (№23-25);

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Молекулы тРНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке (антикодоны указаны в направлении от 5' к 3' концу):

ЦГУ, АГА, ГЦУ, ГАГ, ГАУ

Определите последовательность смысловых и транскрибируемых цепей ДНК, иРНК и аминокислот в молекуле синтезируемого фрагмента белка. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

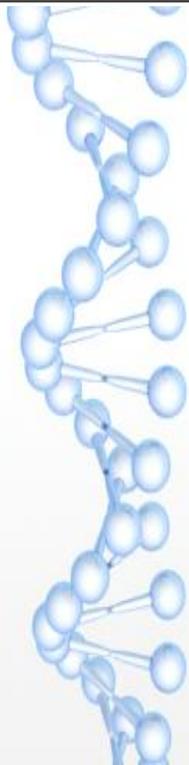


СЕДЬМОЙ ТИП
Определение
последовательности
тРНК

Если ген кодирует белок, тогда в процессе транскрипции мы получим иРНК, а с нее последовательность аминокислот в белке. Если же ген, как в данной задаче, кодирует тРНК, тогда в процессе транскрипции мы получим последовательность тРНК, которая никогда не является матрицей для синтеза белка, а участвует в переносе аминокислоты к рибосоме.

В данной задаче есть **три варианта**:

- 1) определить **аминокислоту**, которую будет переносить данная тРНК (№ 28-30),
- 2) определить **антикодон** в цепи тРНК (№31),
- 3) определить **палиндромы** в тРНК, **вторичную структуру** (двухцепочечный фрагмент+петля), **антикодон** тРНК, **аминокислоту**, которую будет переносить данная тРНК (№ 32, 33).



Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая).

5' -ЦГАГТЦГАТАТЦТГА-3'

3' -ГЦТЦАГЦТАТАГАЦТ-5'

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, обозначьте 5' и 3' концы этого фрагмента и определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет с 5' конца соответствует антикодону тРНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Задачи на построение палиндрома

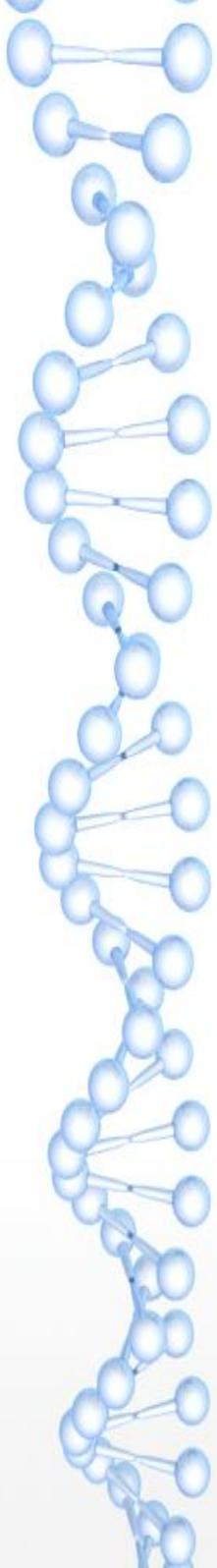
последовательности комплементарны самим себе и способны формировать шпилечные структуры (т. е. оставшиеся не комплементарные нуклеотиды образуют петлю, в центре петли находим антикодон)

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки - палиндромы, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь - матричная):

5' -Ц-А-Г-Г-Г-А-А-Ц-Г-Т-Ц-Т-Ц-Ц-Ц-Т-Г- 3'

3' -Г-Т-Ц-Ц-Ц-Т-Т-Г-Ц-А-Г-А-Г-Г-Г-А-Ц- 5'

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли тРНК. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудален от концов палиндрома. Объясните последовательность решения задачи. Для решения используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

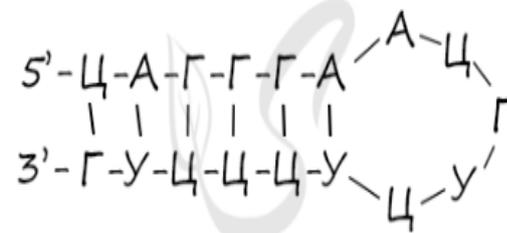


1) Нуклеотидная последовательность участка тРНК:

5'-ЦАГГГААЦГУЦУЦЦУГ-3'

2) Палиндром в последовательности: 5'-ЦАГГГА-3' (3'-ГУЦЦЦУ-5')

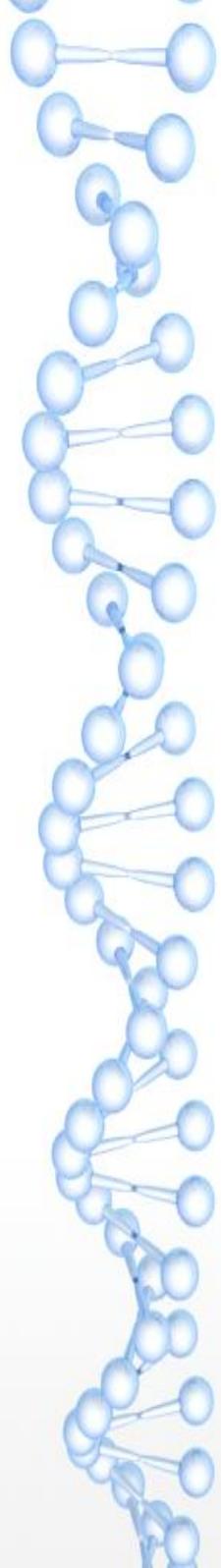
3) Вторичная структура тРНК:



4) Нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК 5'-ЦГУ-3' (ЦГУ) соответствует кодону на иРНК 3'-ГЦА-5' (5'-АЦГ-3', АЦГ)

5) По таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота тре (треонин), которую будет переносить данная тРНК

Решение заданий второй части КИМов ЕГЭ по биологии.



Закон Харди-Вайнберга — ОСНОВНОЙ ЗАКОН ПОПУЛЯЦИОННОЙ ГЕНЕТИКИ.



Закон Харди-Вайнберга гласит, что в идеальной популяции существует постоянное соотношение относительных частот аллелей и генотипов:

$$(p_A + q_a)^2 = p^2_{AA} + 2pq_{Aa} + q^2_{aa} = 1$$

где буквам обозначены :

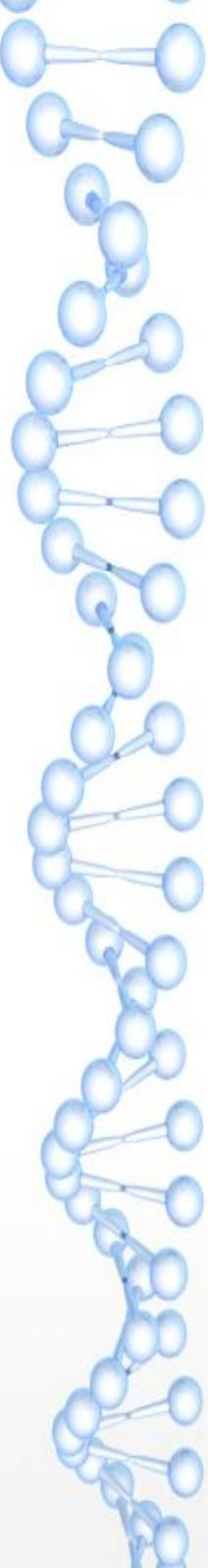
p – частота встречаемости аллеля A ;

q – частота встречаемости аллеля a ;

q^2 – частота встречаемости генотипа aa ;

p^2 – частота встречаемости генотипа AA ;

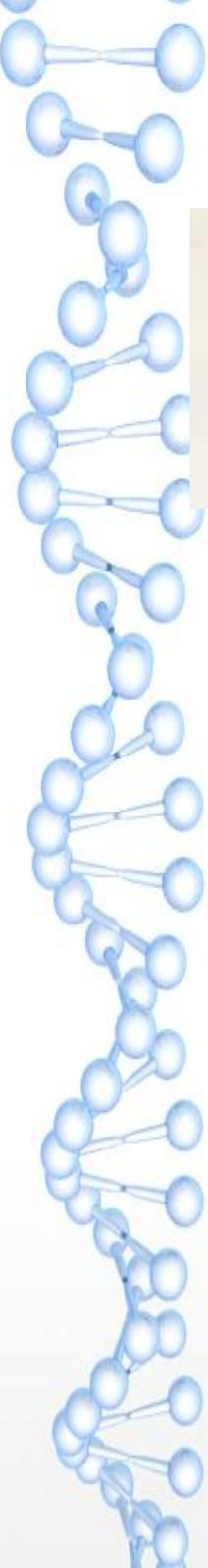
pq – частота встречаемости генотипа Aa .



В популяции растений львиного зева большого (*Antirrhinum majus*) из 150 особей 6 растений имеют ярко-красную окраску венчика. Рассчитайте частоты аллелей красной и белой окраски в популяции, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

- 1) Частота растений с ярко-красной окраской венчика составляет $6 / 150 = 0,04$
- 2) Красную окраску имеют растения с генотипом AA, в равновесной популяции доля таких растений составляет p^2
- 3) Частота аллеля p в популяции составляет 0,2;
- 4) Частота аллеля q в популяции составляет $1 - p = 0,8$
- 5) Частота генотипа Aa (розовая окраска) в равновесной популяции равна $2pq = 0,32$
- 6) Частота генотипа aa (белая окраска) в равновесной популяции равна $q^2 = 0,64$



В популяции озерной лягушки появилось потомство - 1680 лягушат с темными пятнами (доминантный признак) и 320 лягушат со светлыми пятнами. Определить **а)** частоту встречаемости доминантного и рецессивного генов пятнистости **б)** число гетерозигот среди лягушат с темными пятнами.

$1680 + 320 = 2000$ особей всего в популяции.

$$q^2 = \frac{320}{2000} = 0,16 \quad q = \sqrt{0,16} = 0,4 \quad - \text{частота встречаемости гомозигот по рецессиву.}$$

$$p = 1 - q = 1 - 0,4 = 0,6 \quad - \text{частота встречаемости гомозигот по доминанте.}$$

$$2pq = 2 \times 0,6 \times 0,4 = 0,48 \quad = 48\% \text{ из } 1680 \text{ будет гетерозигот.}$$

частота
гетерозигот