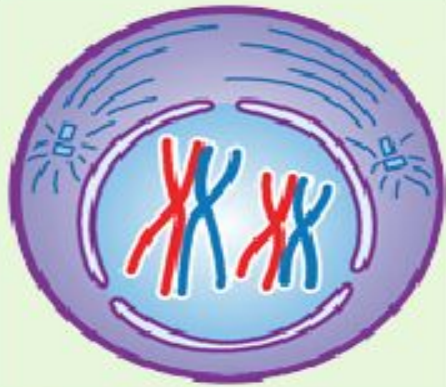


**Мейоз**

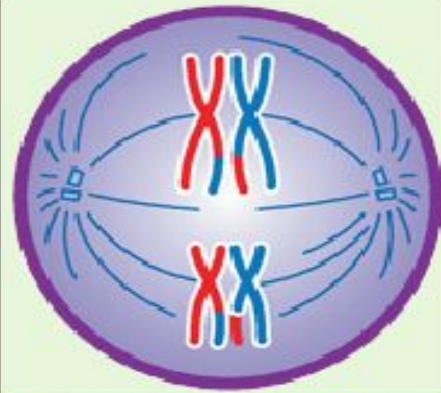
# Мейоз I

Профаза I



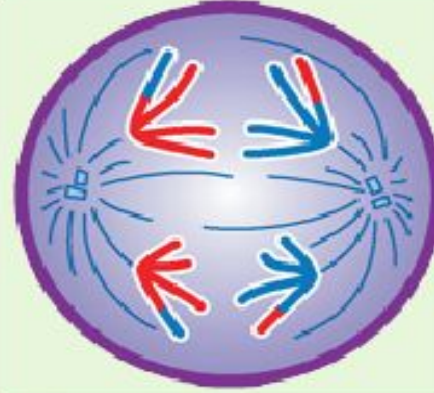
1. Растворение ядерной оболочки;
2. Спирализация хромосом;
3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки;
4. Образование нитей веретена деления;
5. Конъюгация;
6. Кроссинговер.

Метафаза I



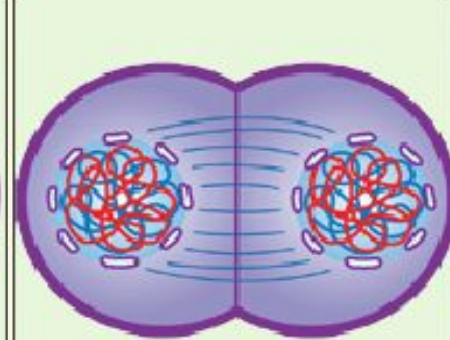
1. Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга);
2. К каждой хромосоме присоединяется одна нить веретена деления.

Анафаза I



1. Пары гомологичных хромосом разделяются. Целые хромосомы каждой пары расходятся к разным полюсам клетки. Каждая хромосома по прежнему состоит из 2-х хроматид.

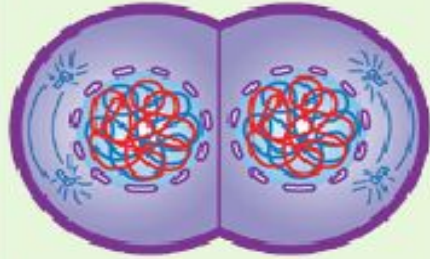
Телофаза I



1. Образование 2-х дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом. Каждая хромосома состоит из 2-х хроматид.

## Мейоз II

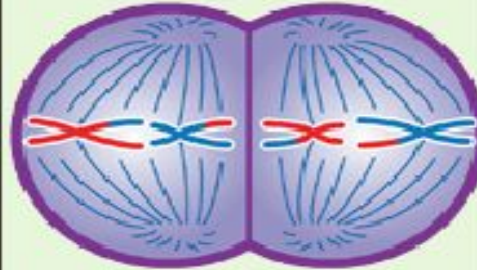
Профаза II



Очень укорочена, без кроссинговера.

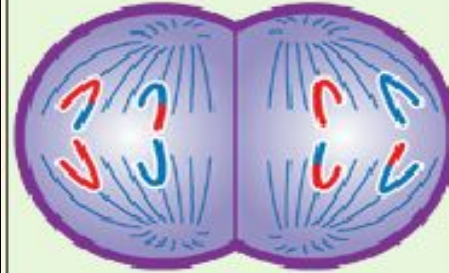
- 1.** Растворение ядерной оболочки;
- 2.** Спирализация хромосом;
- 3.** Расхождение центриолей к разным полюсам клетки;
- 4.** Образование нитей веретена деления;

Метафаза II



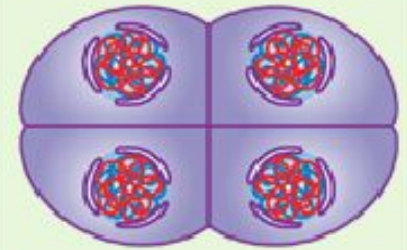
- 1.** Расположение хромосом по экватору клетки;
- 2.** Хромосомы прикрепляются к нитям веретена деления. К каждой центромере прикрепляется по две нити, идущие к противоположным полюсам клетки.

Анафаза II



- 1.** Происходит разделение центромер и каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой. Нити веретена перемещают хромосомы к противоположным полюсам клетки.

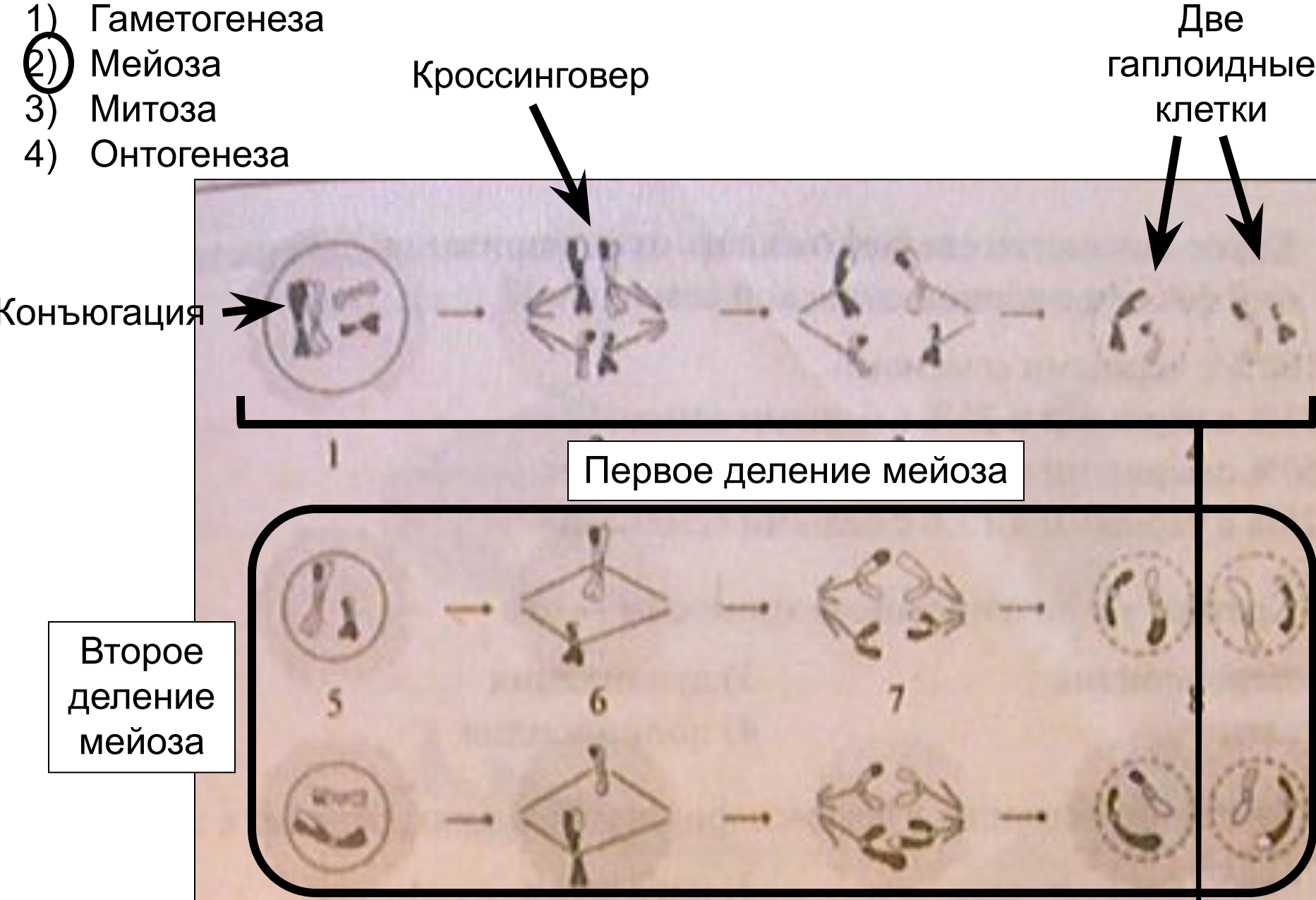
Телофаза II



- 1.** Хромосомы разошлись к полюсам, ядерная оболочка восстанавливается и каждая клетка делится. В результате получается четыре гаплоидные клетки.

А1. Схема какого процесса изображена на рисунке?

- 1) Гаметогенеза
- 2) Мейоза
- 3) Митоза
- 4) Онтогенеза



A2. Уменьшение числа хромосом вдвое, образование клеток с гаплоидным набором хромосом происходит в процессе

- 1) Митоза  Число хромосом не уменьшается
- Мейоза
- 3) Дробления  Число хромосом не уменьшается. В основе дробления – митоз
- 4) Оплодотворения  Слияние двух гамет.  
Число хромосом увеличивается вдвое

Конъюгация и обмен участками гомологичных хромосом происходит в

- ①) профазе I мейоза
- 2) профазе митоза
- 3) метафазе II мейоза
- 4) профазе II мейоза

Удвоение ДНК и образование двух хроматид происходит в

- 1) профазе первого деления мейоза
- 2) профазе второго деления мейоза
- ③ интерфазе перед первым делением
- 4) интерфазе перед вторым делением

Путем мейоза образуются клетки

- 1) мышечные
- 2) эпителиальные
- ③ половые
- 4) нервные

**A2** В результате первого деления мейоза из одной материнской клетки образуются

- 1) четыре дочерние клетки с числом хромосом, равным материнской клетке
- 2) четыре дочерние клетки с уменьшенным вдвое числом хромосом
- 3) две дочерние клетки с увеличенным вдвое набором хромосом
- 4) две дочерние клетки с уменьшенным вдвое набором хромосом

Биологическое значение мейоза заключается в

- 1) предотвращении удвоения числа хромосом в каждом новом поколении
- 2) образовании мужских и женских гамет
- 3) образовании соматических клеток
- 4) создании возможностей возникновения новых генных комбинаций
- 5) увеличении числа клеток в организме
- 6) кратном увеличении набора хромосом

### **А3. Редукционным делением называется:**

- 1) Весь процесс мейоза**
- 2) Митоз**
- 3) Второе деление мейоза**
- 4)  Первое деление мейоза**

**Первое мейотическое деление называют редукционным, так как именно во время этого деления происходит уменьшение (редукция) числа хромосом, образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом.**



## **A4. Мейоз отличается от митоза**

- 1) Наличием двух последовательных делений**
- 2) Наличием профазы, метафазы, анафазы и телофазы**
- 3) Процессом спирализации и деспирализации хромосом**
- 4) Наличием веретена деления**

**А5. Число хромосом при половом размножении в каждом поколении возрастало бы вдвое, если бы в ходе эволюции не сформировался процесс**

- 1) Митоза
- 2) Мейоза
- 3) Оплодотворения
- 4) опыления

Мейоз – это особый вид деления клеток, при котором число хромосом в дочерних клетках уменьшается в два раза. Это необходимо для сохранения постоянства числа хромосом в клетках организма при половом размножении. В каждой клетке человека диплоидный набор хромосом ( $2n$ ) равен 46. Новый человеческий организм возникает в момент слияния яйцеклетки и сперматозоида. Для того чтобы в клетках будущего ребенка также было 46 хромосом, необходимо, чтобы в яйцеклетке и сперматозоиде было по гаплоидному набору хромосом ( $1n$ ), то есть по 23 хромосомы.

**А6. Обмен между участками гомологичных хромосом происходит в процессе**

- 1) Синтеза иРНК**
- 2) Мейоза**
- 3) Редупликации ДНК**
- 4) Образования двух хроматид**

## **А7. В соответствии с гипотезой чистоты гамет гомологичные хромосомы попадают в процессе мейоза**

- 1) В одну гамету
- 2) В зиготу
- 3) В разные гаметы
- 4) Только в соматические клетки

Установите, в какой последовательности в первом делении мейоза протекают процессы.

- А) конъюгация гомологичных хромосом
- Б) разделение пар хромосом и перемещение их к полюсам
- В) образование дочерних клеток
- Г) расположение гомологичных хромосом в экваториальной плоскости

**А Г Б В**

**A8**

В результате мейоза образуются клетки, содержащие

- 1) диплоидный набор хромосом с одинаковым набором генов в хромосомах
- 2) гаплоидный набор хромосом с одинаковым набором генов в хромосомах
- 3) гаплоидный набор хромосом с разным набором генов в хромосомах
- 4) диплоидный набор хромосом с разным набором генов в хромосомах

Важное значение мейоза заключается в обеспечении чрезвычайного разнообразия генетического состава гамет в результате как кроссинговера, так и различного сочетания отцовских и материнских хромосом при их расхождении в анафазе I. Это обеспечивает появление разнообразного и разнокачественного потомства при половом размножении организмов.

9

Какой набор хромосом будут иметь клетки после первого деления мейоза, если материнская клетка содержала 12 хромосом?



6

2) 12

3) 3

4) 24

10

Сколько хромосом содержит ядро исходной клетки, если при мейозе образуется ядро с 12 хромосомами?


1) 6

2) 12

3) 18

 24

## А11. Перемещение хромосом к полюсам клетки в процессе деления обеспечивается

1. мембранами эндоплазматической сети
2. центромерами ядерного аппарата
3. пузырьками аппарата Гольджи
-  микротрубочками клеточного центра

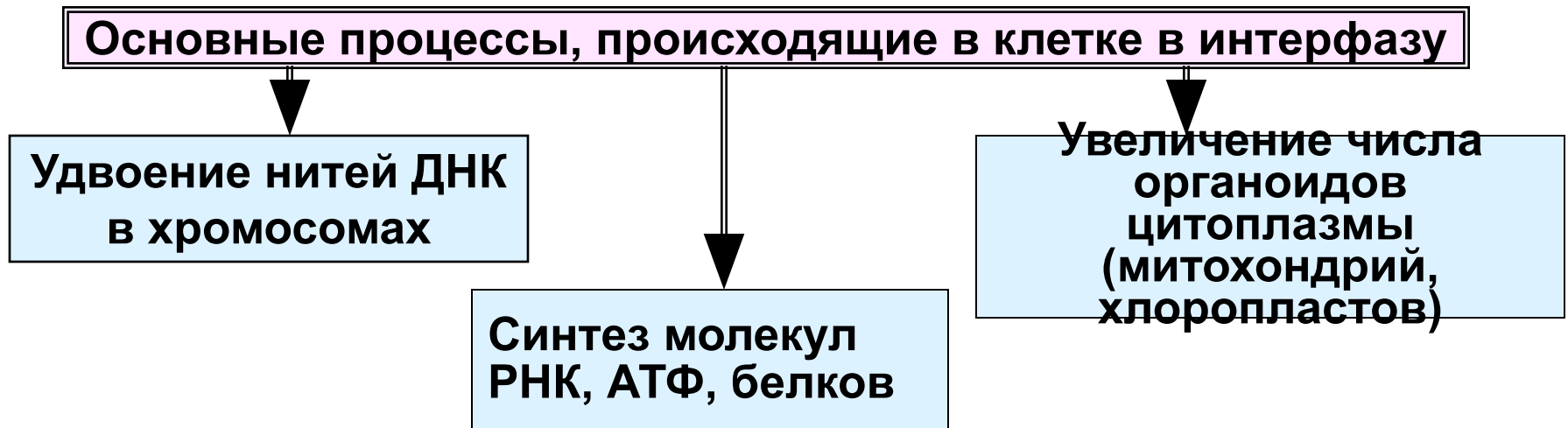
**Микротрубочки** — белковые внутриклеточные структуры, входящие в состав цитоскелета (клеточного каркаса). Он присутствует во всех клетках.

Микротрубочки пронизывают всю цитоплазму клетки, обуславливают внутриклеточные перемещения органелл. Из микротрубочек состоят также центриоли и веретено деления, обеспечивающее расхождение хромосом к полюсам клетки при митозе и мейозе.

**12** Удвоение ДНК и образование двух хроматид при мейозе происходит в

- 1) профазе первого деления мейоза
- 2) профазе второго деления мейоза
- 3) интерфазе перед первым делением
- 4) интерфазе перед вторым делением

Процессу деления клетки предшествует интерфаза. В этот период клетка осуществляет подготовку к делению.



**Интерфаза перед вторым делением мейоза отсутствует.**



## A13. При мейозе образуются

1. две генетически идентичные клетки
2. две генетически различные клетки
3. четыре генетически идентичные клетки
4. четыре генетически различные клетки

Половые клетки животных, в отличие от соматических,

- 1) содержат гаплоидный набор хромосом
- 2) имеют набор хромосом, идентичных материнскому
- 3) образуются путем митоза
- 4) формируются в процессе мейоза
- 5) участвуют в оплодотворении
- 6) составляют основу роста и развития организма

А14. При половом размножении поддержание постоянства хромосомного набора в череде поколений вида обеспечивается

- 1) рекомбинацией генов в хромосомах
- 2) образованием идентичных дочерних клеток
- 3) расхождением сестринских хромосом
- ④ уменьшением числа хромосом в гаметях

Если бы в процессе мейоза не происходило уменьшение числа хромосом, то в каждом следующем поколении в результате оплодотворения число хромосом увеличивалось бы вдвое. Благодаря мейозу зрелые половые клетки получают гаплоидное число хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное (2n) число хромосом.

**В1** Какие процессы происходят в профазе первого деления мейоза?

- 1) образование двух ядер
- 2) расхождение гомологичных хромосом
- 3) образование метафазной пластинки
- 4) сближение гомологичных хромосом
- 5) обмен участками гомологичных хромосом
- 6) спирализация хромосом

Число хромосом при половом размножении в каждом поколении возрастало бы вдвое, если бы в ходе эволюции не сформировался процесс

- 1) митоза
- 2) мейоза
- 3) оплодотворения
- 4) опыления

### В3. Какие процессы протекают во время мейоза

- А) транскрипция
- В) редукционное деление
- В) денатурация
- Г) кроссинговер
- Д) конъюгация
- Е) трансляция

Какие процессы происходят в интерфазе?

- 1) спирализация хромосом
- 2) синтез молекул ДНК и белка
- 3) растворение ядерной оболочки
- 4) образование веретена деления

**В7. Укажите последовательность явлений и процессов, происходящих в процессе мейоза**

**А) расхождение хроматид**

**Б) конъюгация гомологичных хромосом**

**В) образование четырех гаплоидных клеток**

**Г) спирализация хромосом делящейся диплоидной клетки**

**Д) расхождение гомологичных хромосом**

**Е) обмен участками между гомологичными хромосомами**

**Г) спирализация хромосом делящейся диплоидной клетки**

**Б) конъюгация гомологичных хромосом**

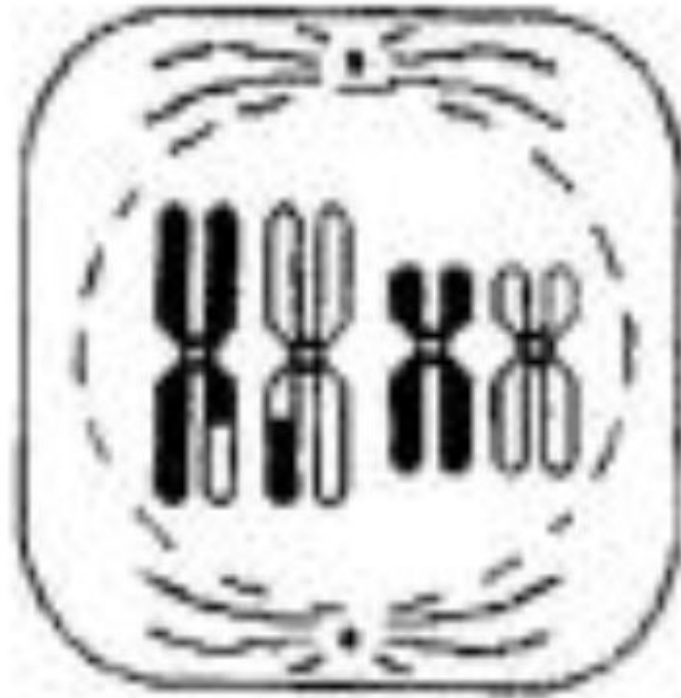
**Е) обмен участками между гомологичными хромосомами**

**Д) расхождение гомологичных хромосом**

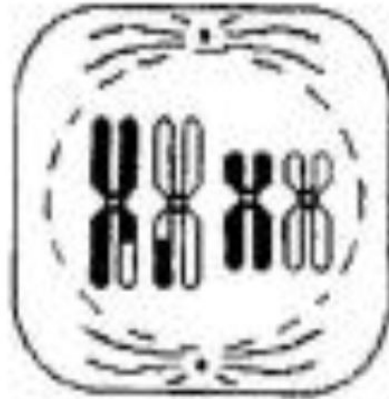
**А) расхождение хроматид**

**В) образование четырех гаплоидных клеток**

**С2. Назовите способ и фазу деления клеток, изображённых на рисунке. Какой процесс они иллюстрируют, и в чём состоит его сущность?**



**С2. Назовите способ и фазу деления клеток, изображённых на рисунке. Какой процесс они иллюстрируют, и в чём состоит его сущность?**



**Ответ:**

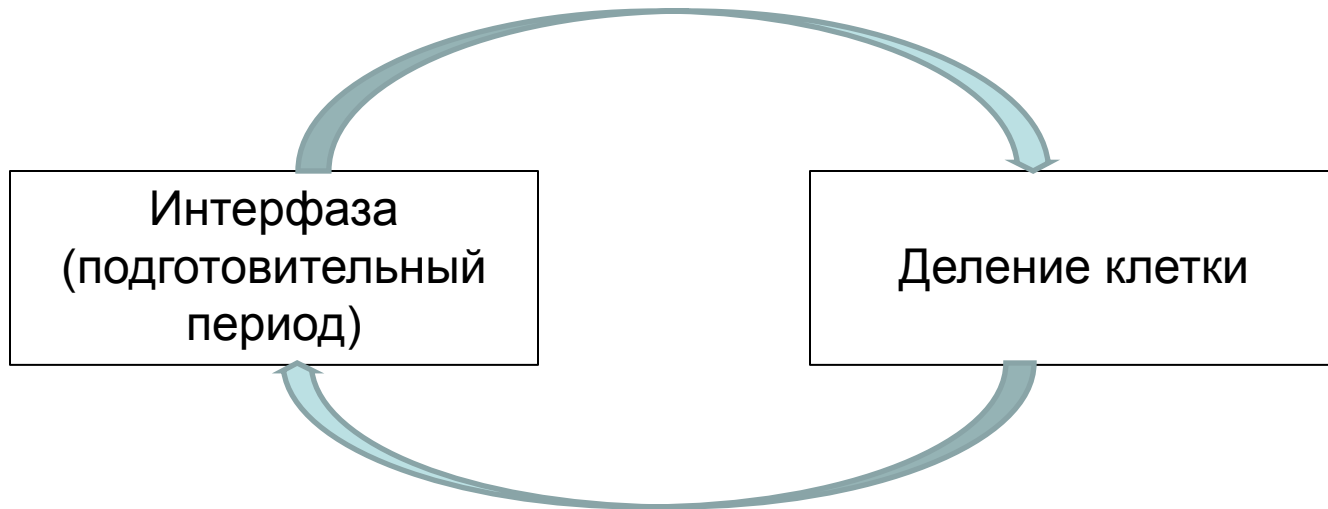
1. Способ деления клеток, изображённый на рисунке – мейоз. Фаза деления на рисунке – профаза1. Именно в профазу1 происходит растворение ядерной оболочки и кроссинговер.
2. Кроссинговер - процесс обмена участками хромосом при перекресте гомологичных хромосом.
3. Кроссинговер приводит к разнообразию гамет и, как следствие, генетическому разнообразию потомства. Это, в свою очередь, обеспечивает эффективность действия естественного отбора и возникновения большего разнообразия приспособлений к условиям окружающей среды.

Особое внимание следует обратить на выполнение заданий линии С5, в которых предлагались два типа задач по цитологии:

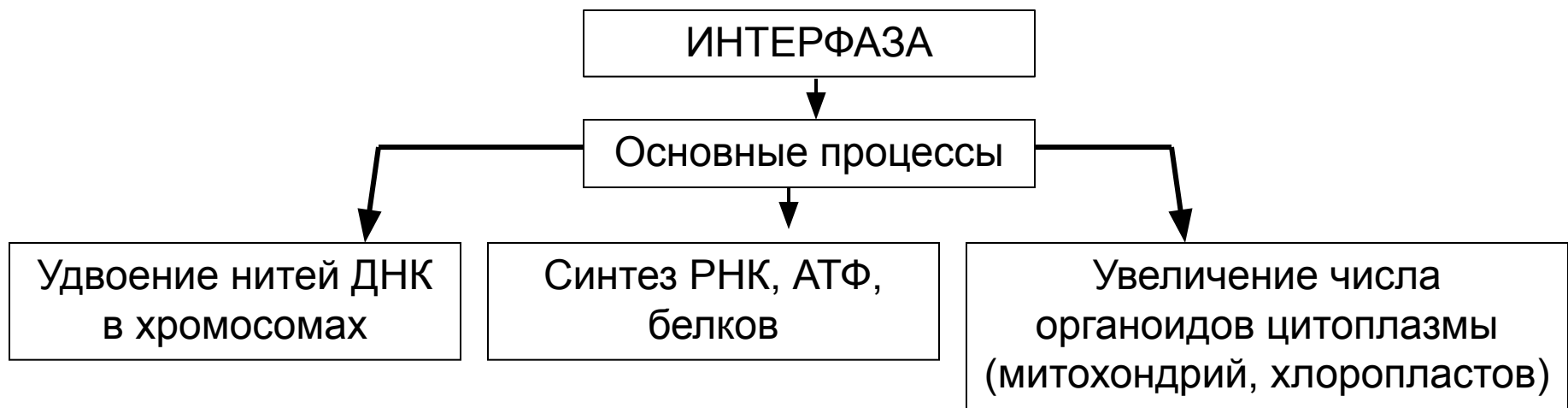
- 1) на применение знаний о генетическом коде;
- 2) на определение числа хромосом и ДНК в разных фазах митоза и мейоза, в половых и соматических клетках разных организмов.



**С5.** Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в интерфазе, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ поясните.



**С5.** Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в интерфазе, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ поясните.

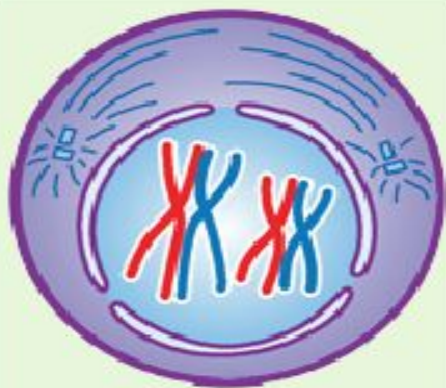


**Элементы ответа:**

1) в интерфазе при подготовке к мейозу в ядре происходит удвоение ДНК, поэтому масса ДНК в ядре составляет  $2 \times 6 \cdot 10^{-9} = 12 \cdot 10^{-9}$  мг;

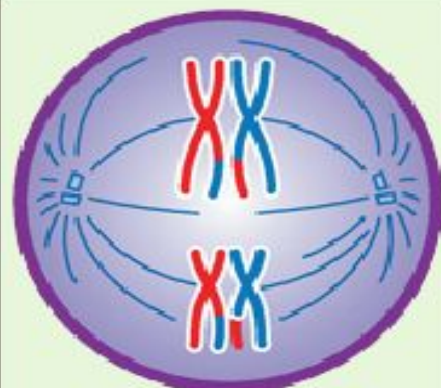
# Мейоз I

Профаза I



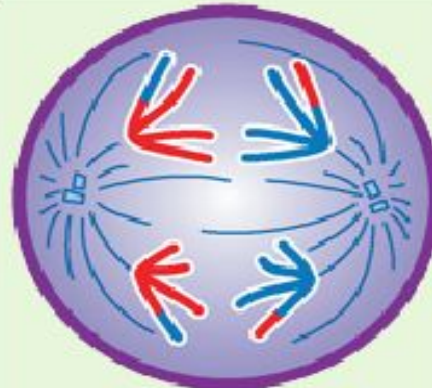
1. Растворение ядерной оболочки;
2. Спирализация хромосом;
3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки;
4. Образование нитей веретена деления;
5. Конъюгация;
6. Кроссинговер.

Метафаза I



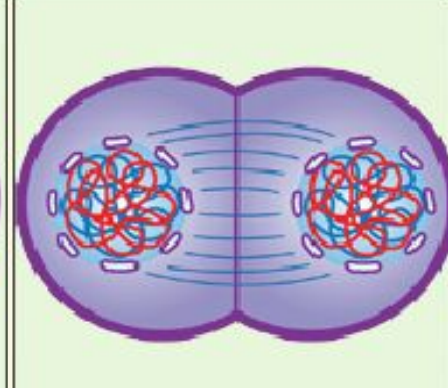
1. Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга);
2. К каждой хромосоме присоединяется одна нить веретена деления.

Анафаза I



1. Пары гомологичных хромосом разделяются. Целые хромосомы каждой пары расходятся к разным полюсам клетки. Каждая хромосома по прежнему состоит из 2-х хроматид.

Телофаза I



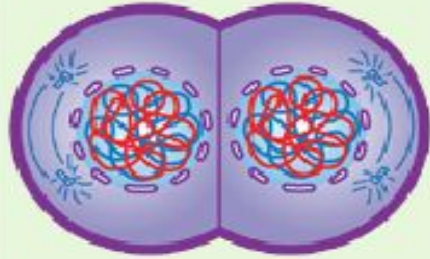
1. Образование 2-х дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом. Каждая хромосома состоит из 2-х хроматид.

**С5.** Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в интерфазе, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ поясните.

2) в конце телофазы мейоза I образуется две клетки, масса ДНК в каждом ядре равна  $6 \cdot 10^{-9}$  мг (в ядрах находятся по 23 двуххроматидных хромосомы);

## Мейоз II

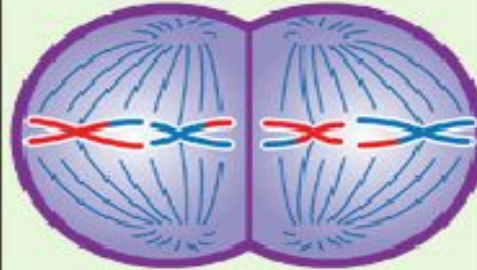
Профаза II



Очень укорочена, без кроссинговера.

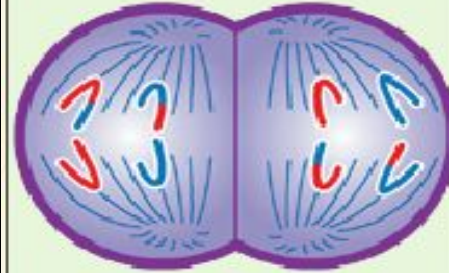
- 1.** Растворение ядерной оболочки;
- 2.** Спирализация хромосом;
- 3.** Расхождение центриолей к разным полюсам клетки;
- 4.** Образование нитей веретена деления;

Метафаза II



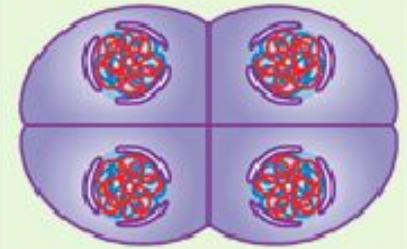
- 1.** Расположение хромосом по экватору клетки;
- 2.** Хромосомы прикрепляются к нитям веретена деления. К каждой центромере прикрепляется по две нити, идущие к противоположным полюсам клетки.

Анафаза II



- 1.** Происходит разделение центромер и каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой. Нити веретена перемещают хромосомы к противоположным полюсам клетки.

Телофаза II



- 1.** Хромосомы разошлись к полюсам, ядерная оболочка восстанавливается и каждая клетка делится. В результате получается четыре гаплоидные клетки.

**С5.** Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в интерфазе, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ поясните.

---

3) перед мейозом II не происходит удвоения ДНК. В ядрах половых клеток (телофаза II) находится гаплоидный набор хромосом (23 однохроматидные хромосомы), поэтому масса молекул ДНК в ядрах —  $3 \cdot 10^{-9}$  мг.

---

**С5. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \times 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядре при овогенезе перед началом деления, в конце телофазы мейоза I и мейоза II. Объясните полученные результаты.**

- 1. Перед началом овогенеза происходит удвоение ДНК  $\Rightarrow 12 \times 10^{-9}$**
- 2. В конце телофазы мейоза I происходит расхождение дочерних хроматид  $\Rightarrow 6 \times 10^{-9}$**
- 3. В конце телофазы мейоза II происходит расхождение дочерних хромосом  $\Rightarrow 3 \times 10^{-9}$**

**С2.** Все клетки собаки содержат 78 хромосом. Только в половых клетках хромосом в два раза меньше. Как можно объяснить этот факт, зная о половом размножении животных?

1. В любом многоклеточном организме существует два вида клеток — соматические (клетки тела) и половые клетки, или гаметы. В половых клетках число хромосом в 2 раза меньше, чем в соматических.
2. Сущность процесса оплодотворения состоит в слиянии сперматозоида с яйцеклеткой с образованием диплоидной клетки - зиготы.
3. Если бы в процессе мейоза не происходило уменьшение числа хромосом, то в каждом следующем поколении в результате оплодотворения число хромосом увеличивалось бы вдвое. Благодаря мейозу зрелые половые клетки получают гаплоидное число хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное (2n) число хромосом.



С5. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядре клетки при овогенезе в конце телофазы мейоза 1 и мейоза 2. Объясните полученные результаты.

| Типы деления  | Митоз (непрямое деление)  | Мейоз (редукционное деление)  |
|---|---|---|
| Число делений   | одно деление  | два деления   |
| Происходящие процессы   | Репликация и транскрипция отсутствуют   | В профазе 1 происходит конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер                |
|   | К полюсам клетки расходятся хроматиды   | В первом делении к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы                   |
| Число дочерних клеток   | 2   | 4   |
| Набор хромосом в дочерних клетках (n – набор хромосом, хр – хроматиды, с – число ДНК) | Число хромосом остается постоянным $2n$ $1 \text{ хр}$ $2с$ (хромосомы однохроматидные) | Число хромосом уменьшается вдвое $1n$ $1 \text{ хр}$ $1с$ (хромосомы однохроматидные) |
| Клетки, где происходит деление  | Соматические клетки   | Соматические клетки половых органов животных; спорообразующие клетки растений         |
| Значение  | Обеспечивает бесполое размножение и рост живых организмов                               | Служит для образования половых клеток   |

C5. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядре клетки при овогенезе в конце телофазы мейоза 1 и мейоза 2. Объясните полученные результаты.

1) перед началом деления в исходной клетке количество ДНК удваивается, и масса равна  $2 \cdot 6 \cdot 10^{-9} = 12 \cdot 10^{-9}$  мг;

2). В конце телофазы 1:

Образование 2-х дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом (т.е. 23 хромосомы в каждой клетке). Каждая хромосома состоит из 2-х хроматид, => Масса всех молекул ДНК в ядре клетки при овогенезе в конце телофазы мейоза 1:

$$12 \cdot 10^{-9} : 2 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ (мг)}$$

3). В конце телофазы 2:

Хромосомы однохроматидные. В результате их масса уменьшилась еще в 2 раза:

$$6 \cdot 10^{-9} : 2 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ (мг)}$$

**A29.** Удвоение ДНК и образование двух хроматид при мейозе происходит в

- 1) профазе первого деления мейоза
- 2) профазе второго деления мейоза
- 3) интерфазе перед первым делением
- 4) интерфазе перед вторым делением

Ядро в клетке можно рассмотреть в световой микроскоп в период

- 1) метафазы
- 2) профазы
- 3) интерфазы
- 4) анафазы

## В1. Какие признаки характеризуют мейоз?

- ① наличие двух следующих одно за другим делений
- 2) образование двух клеток с одинаковой наследственной информацией
- ③ расхождение гомологичных хромосом в разные клетки
- 4) образование диплоидных дочерних клеток
- 5) отсутствие интерфазы перед первым делением
- ⑥ конъюгация и кроссинговер хромосом

# Сравнение митоза и мейоза

| Сравнение | Митоз   | Мейоз   |
|-----------|---|---|
| Сходства  | 1. Имеют одинаковые фазы деления.   |   |
|           | 2. Перед митозом и мейозом происходит самоудвоение молекул ДНК в хромосомах (редупликация) и спирализация хромосом. |   |
| Различия  | 1. Одно деление.  | 1. Два последовательных деления.  |
|           | 2. В метафазе все удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору раздельно.  | 2. Гомологичные удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору парами (бивалентами).   |
|           | 3. Нет конъюгации   | 3. Есть конъюгация  |
|           | 4. Удвоение молекул ДНК происходит в интерфазе, разделяющий два деления.  | 4. Между первым и вторым делением нет интерфазы и не происходит удвоения молекул ДНК. |
|           | 5. Образуются две диплоидные клетки (соматические клетки).  | 5. Образуются четыре гаплоидные клетки (половые клетки).                              |
|           | 6. Происходит в соматических клетках  | 6. происходит в созревающих половых клетках   |
|           | 7. Лежит в основе бесполого размножения   | 7. Лежит в основе полового размножения  |