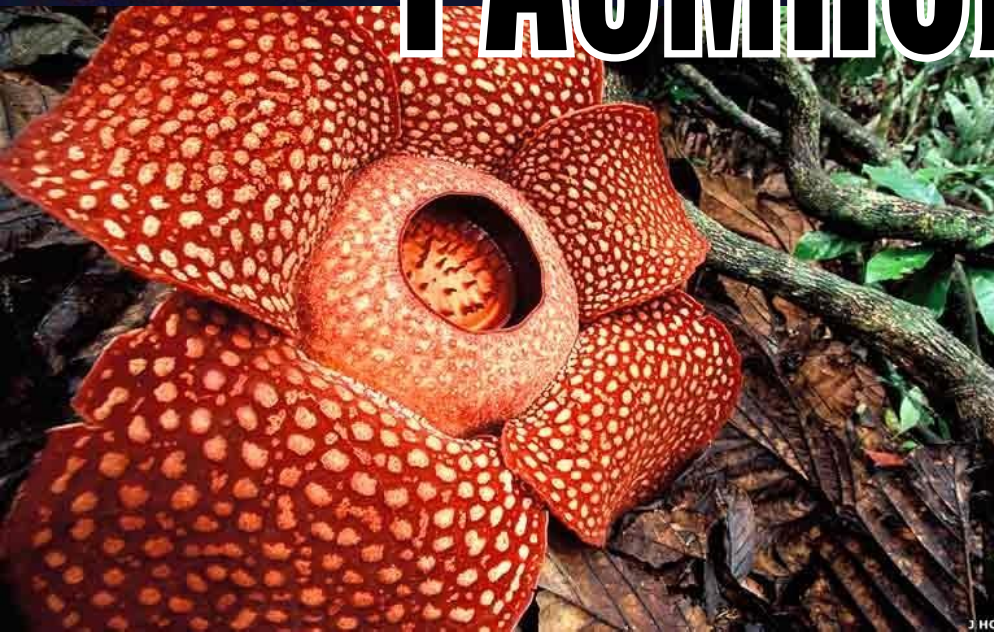


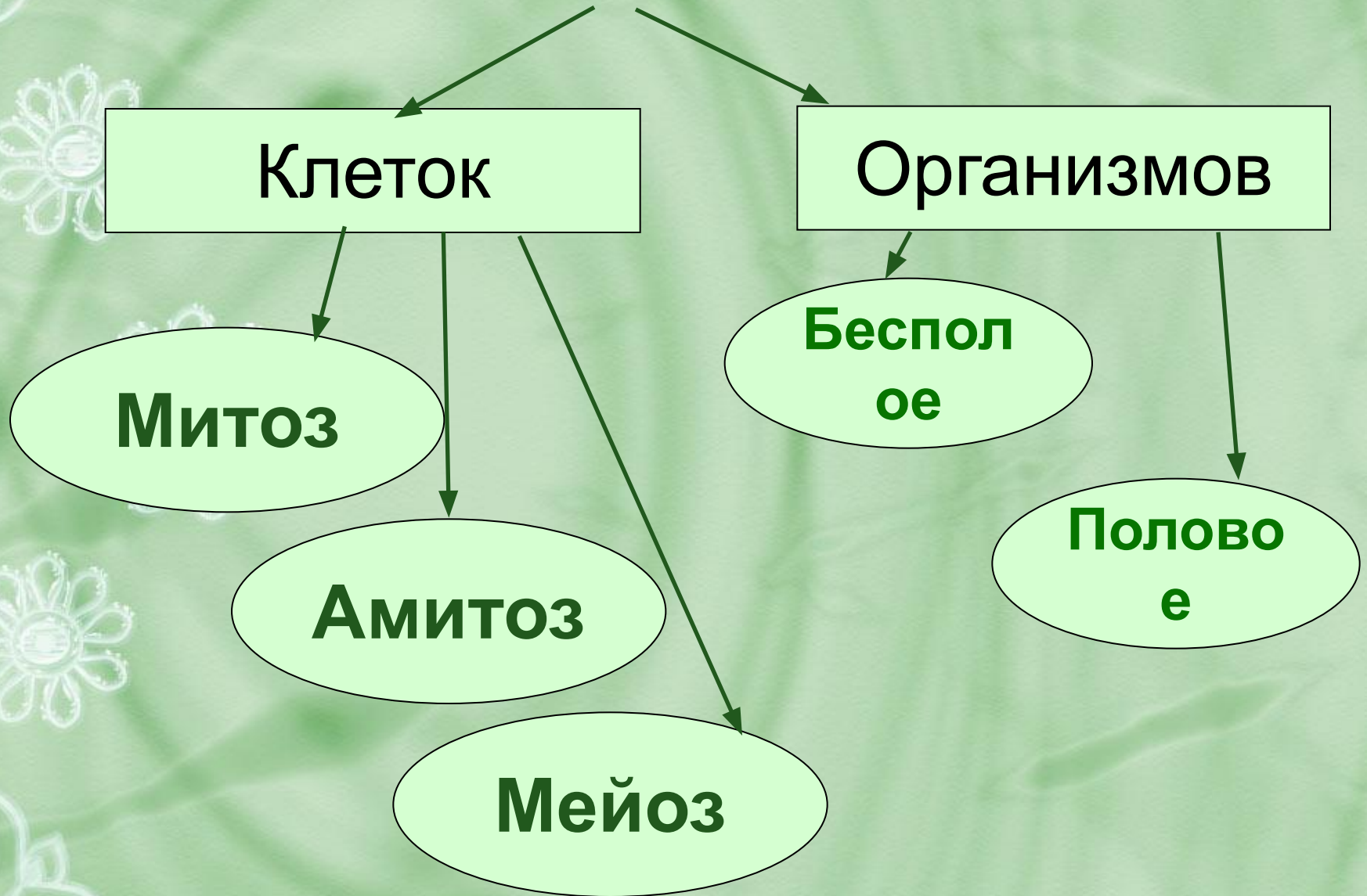


# РАЗМНОЖЕНИЕ





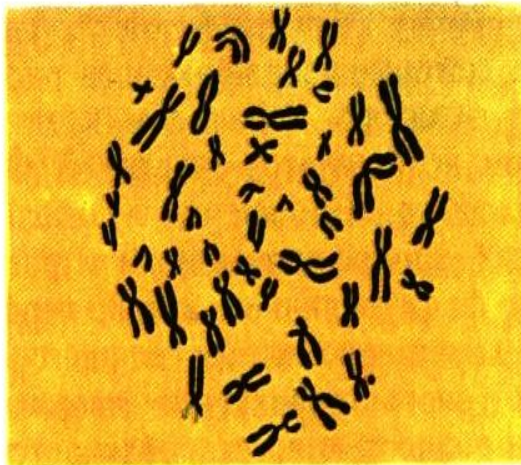
# Размножение



# Хромосомный набор

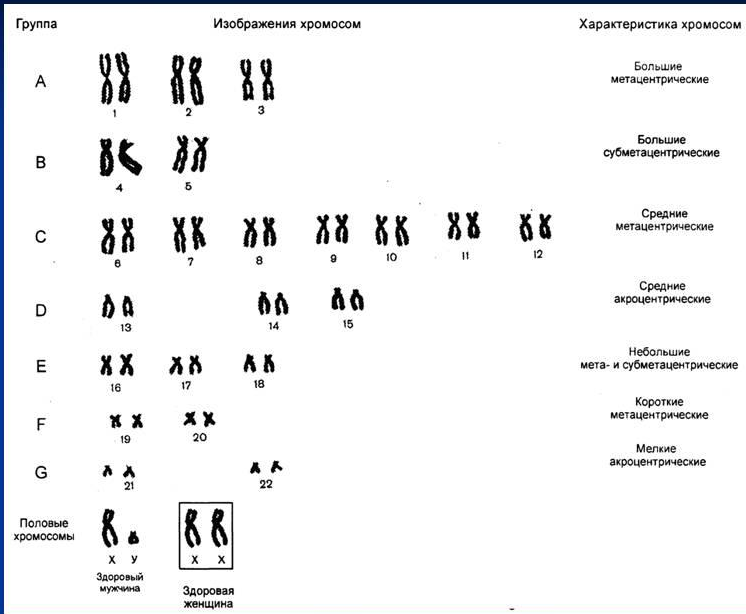
Вид	Диплоидное число хромосом	Вид	Диплоидное число хромосом
Ячмень	14	Курица	78
Овес	42	Кролик	44
Томат	24	Коза	60
Скерда	6	Овца	54
Плодовая мушка	8	Шимпанзе	48
Дрозофила	8	Человек	46
Домашняя муха	12		

- $n$  – гаплоидный набор (в гаметах животных и растений, спорах растений) в результате мейоза при гаметогенезе
- $2n$  – диплоидный (во всех соматических клетках тела) в результате митоза при росте
- $3n$  – триплоидный (в эндосперме у цветковых растений) в результате двойного оплодотворения





# Идиограмма хромосом человека

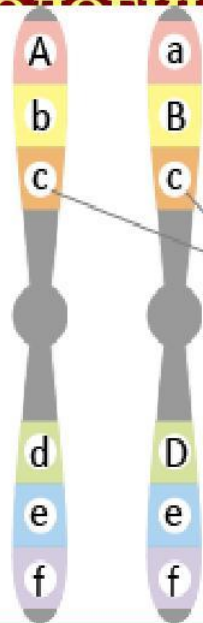


# Кариотип

- Каждый вид организмов имеет свой постоянный набор по количеству и морфологии хромосом — **кариотип**

- дрозофила  $2n = 8$
- собака  $2n = 70$
- обезьяна  $2n = 48$
- человек  $2n = 46$

Гомологичные хромосомы построены по одному принципу



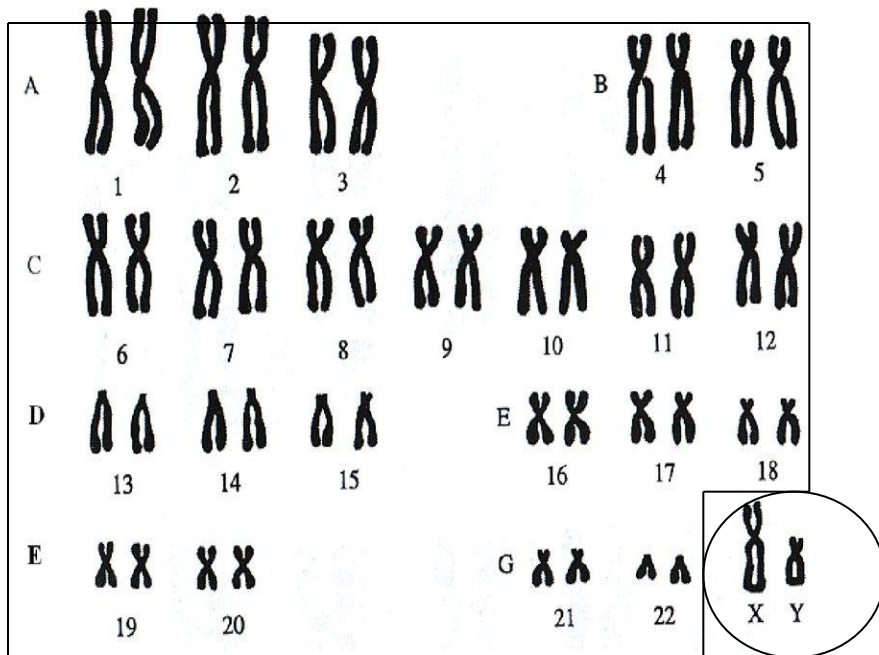
Каждый ген — в двух экземплярах

- Гомологичные хромосомы** — образуют пару, из пары только одна окажется в гамете, образуемой особью

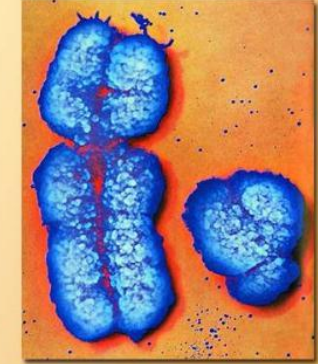
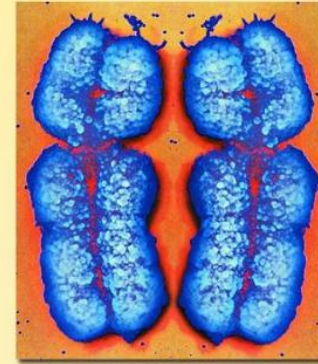


# Аутосомы

- В кариотипе различают:
- **аутосомы** – хромосомы, одинаковые у всех представителей данного вида независимо от пола
- **половые хромосомы** 1 пара : у женщин – XX, а у мужчин XY.



## ПОЛОВЫЕ ХРОМОСОМЫ

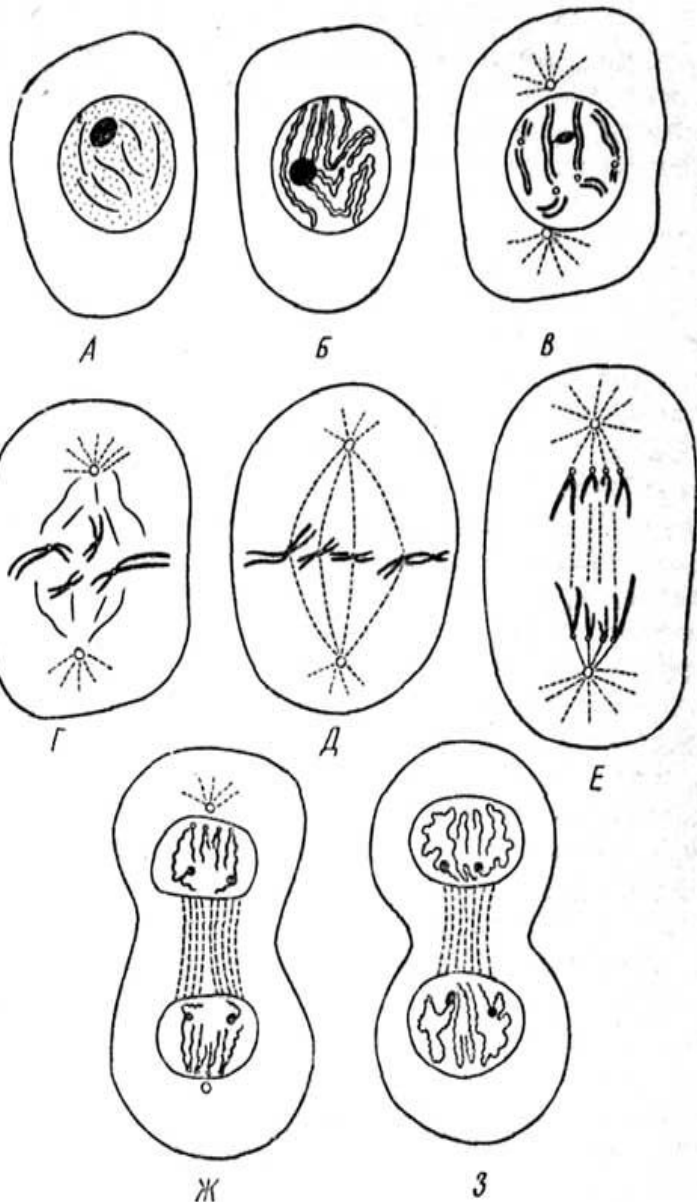


Пару хромосом, которой женский пол отличается от мужского, называют половыми хромосомами. У женщин половые хромосомы одинаковые — их обозначают XX, а в клетках у мужчин они разные — X и Y.

	Женский	Мужской
Человек, дрозофила	XX	XY
Клоп	XX	XO
Кузнечик	XX	XO
Птицы, бабочки	XY	XX
Моль	XO	XX
Конопля посевная	XX	XY
Щавель малый	XX	XY
Спаржа	XX	XY или YY
Дрема белая	XX	XY



# МИТОЗ



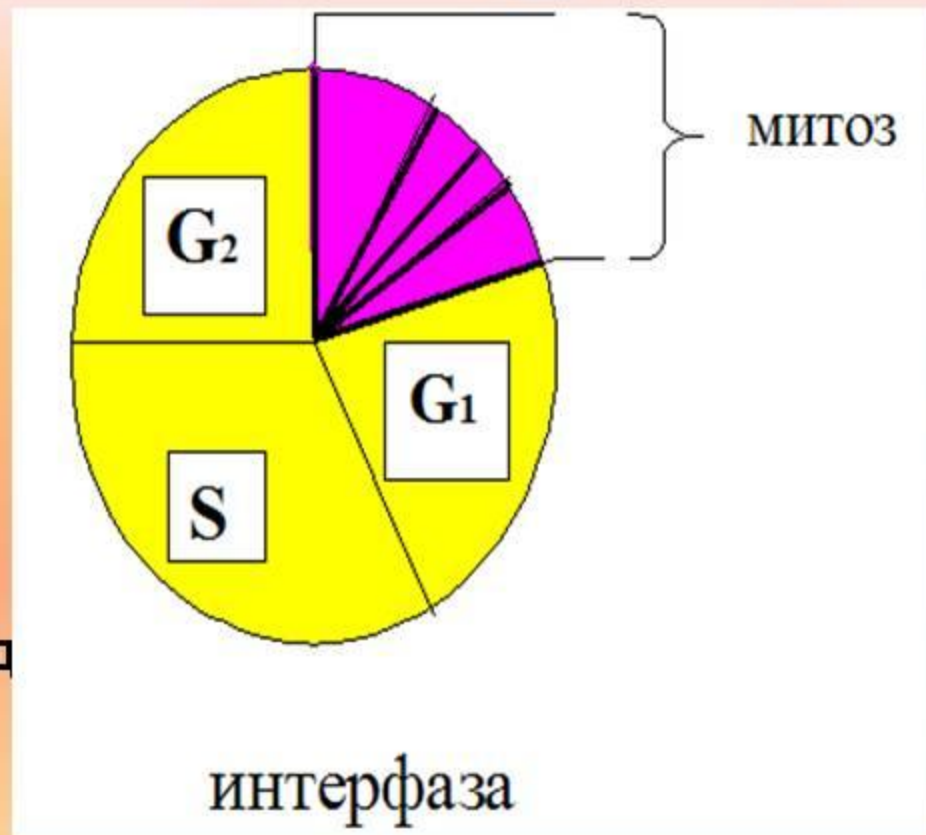
Фаза	Главные события
<b>Интерфаза:</b> G1: пресинтетический S: синтетический G2: постсинтетический	Подготовка клетки к делению Увеличение объема цитоплазмы Увеличение синтеза белков Увеличение числа органелл Репликация ДНК – 2с
<b>Кариокинез:</b>	
A-B – профаза	Спирализация хромосом Разрушение ядерной оболочки Формирование веретена деления
Г-Д – метафаза	Хромосомы прикрепляются к нитям веретена деления Хромосомы располагаются в экваториальной плоскости
E – анафаза	Хромосомы делятся пополам и расходятся к противоположным полюсам
Ж-З – телофаза	Дочерние хромосомы достигают полюсов клетки Веретено деления разрушается Образуются новые ядерные оболочки Ядрышки восстанавливаются
<b>Цитокинез:</b>	Деление цитоплазмы Разъединение дочерних клеток



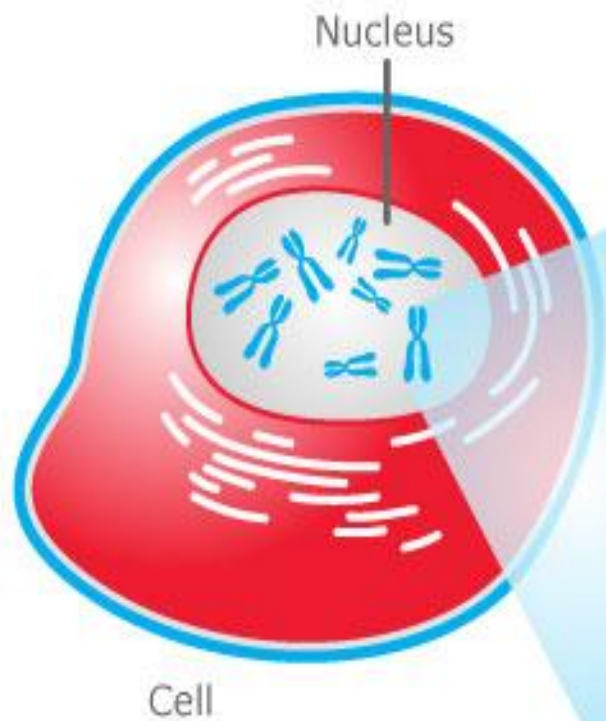
# интерфаза

Включает в себя три периода:

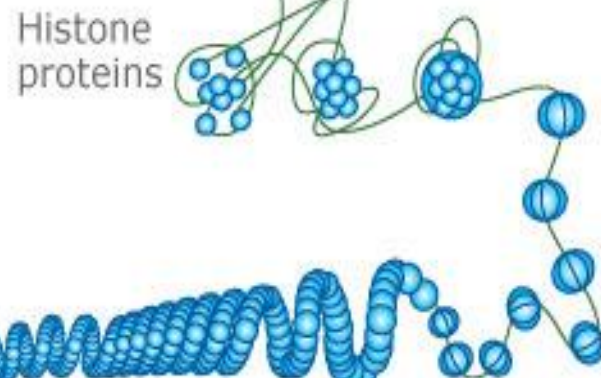
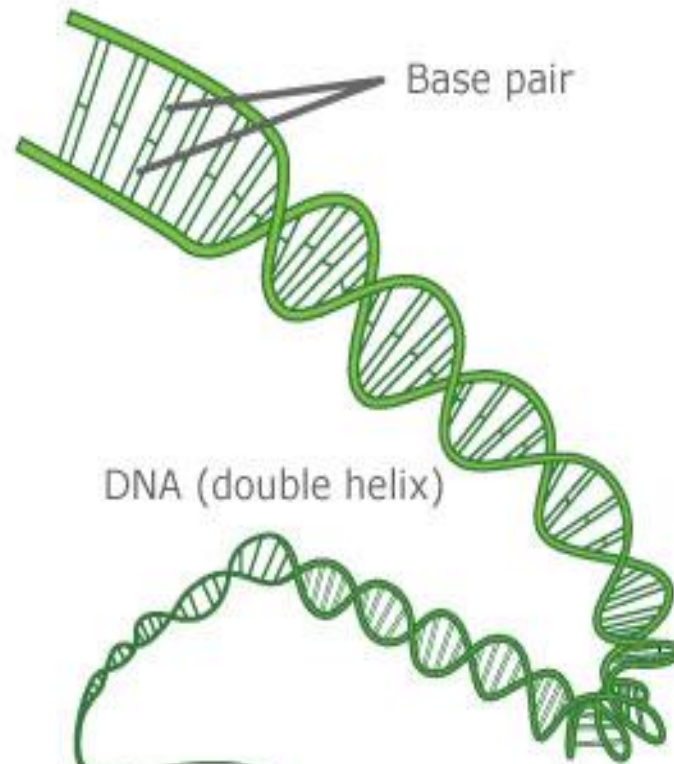
- **Пресинтетический период (G<sub>1</sub>)** – синтез РНК и белков необходимых для редупликации ДНК
- **Синтетический период (S)** – редупликация ДНК
- **Постсинтетический период (G<sub>2</sub>)** – синтез РНК и белков необходимых для обеспечения процесса митоза; удвоения клеточного центра.





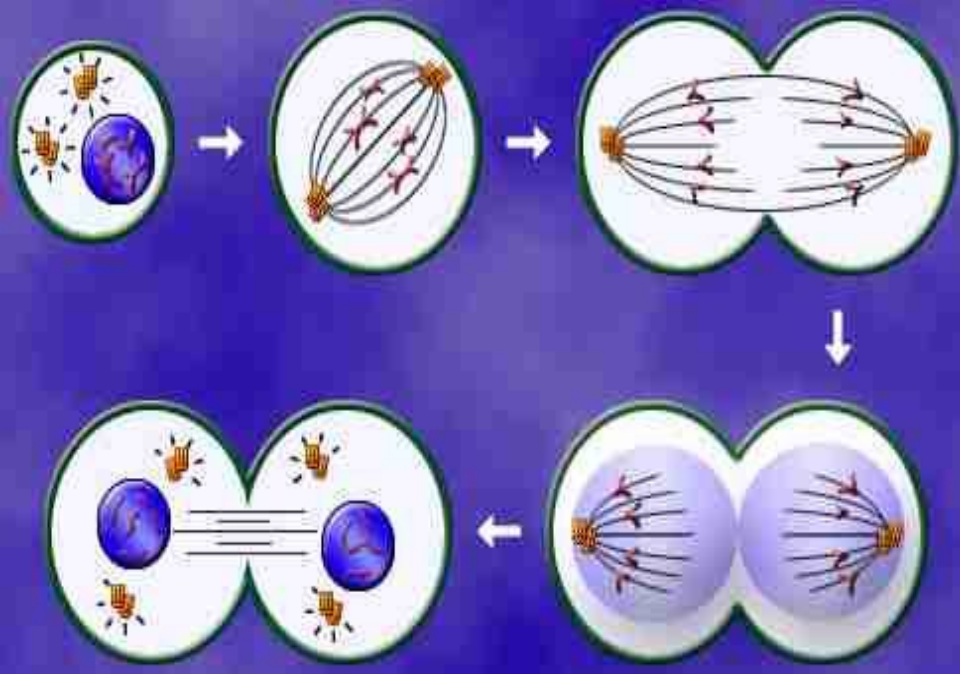


Chromosome

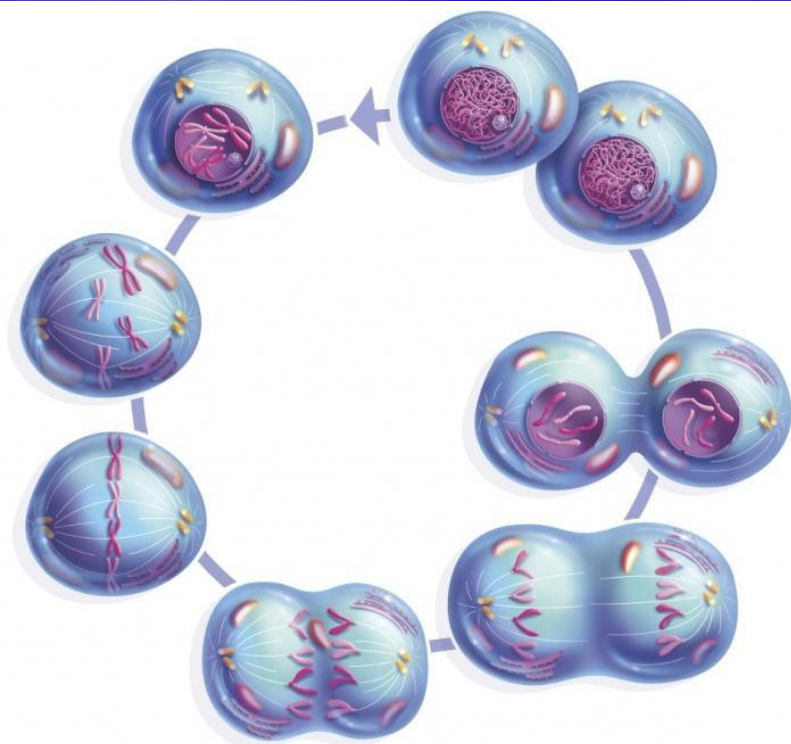


**Спирализац  
ия  
хромосом**

Nucleosomes



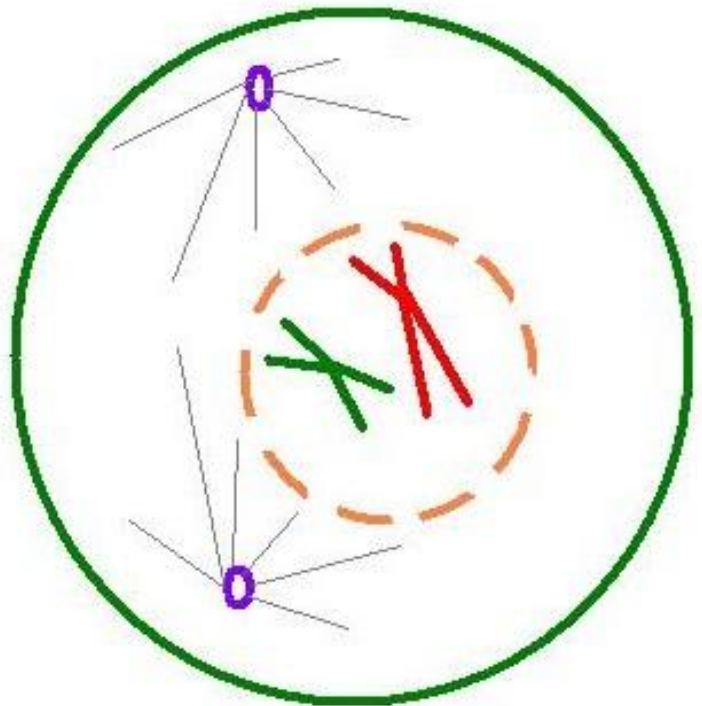
- **Интерфаза** - 90 % цикла
- Профаза
- Метафаза
- Анафаза
- Телофаза
- **Цитокинез**



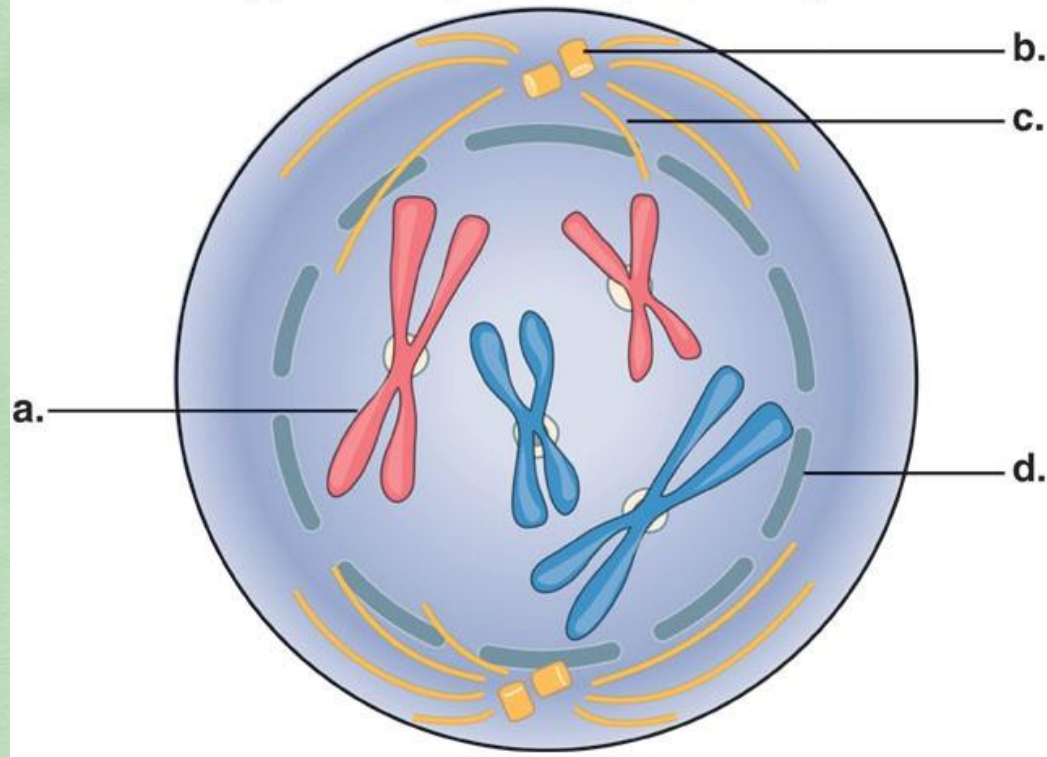
- Наиболее продолжительны стадии, сопряженные с процессами синтеза: профаза (2—270 минут) и телофаза (1,5—140 минут).
- Наиболее быстротечны фазы митоза с движением хромосом: метафаза (0,3—175 минут) и анафаза (0,3—122 минуты).
- Непосредственно процесс расхождения хромосом к полюсам обычно не превышает 10 минут.

Отвечаем и нажимаем:





# ПРОФАЗА



Спирализация хромосом

Формирование нитей веретена деления (звезда)

Разрушение ядерной оболочки

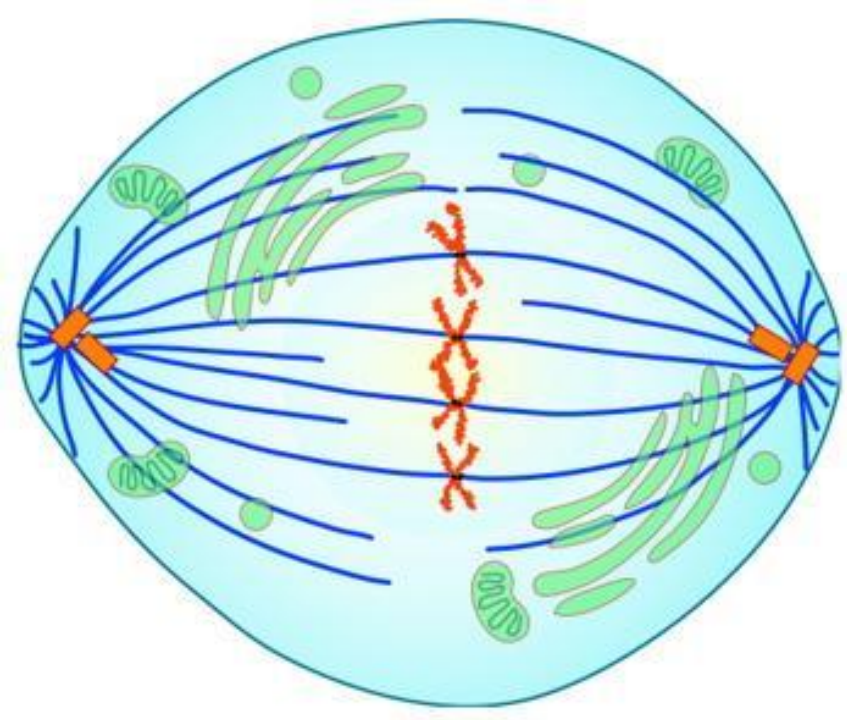
a –  
b –  
c –  
d –

хромосомы

КЦ-центриоли

«звезда» веретена

ядерная оболочка

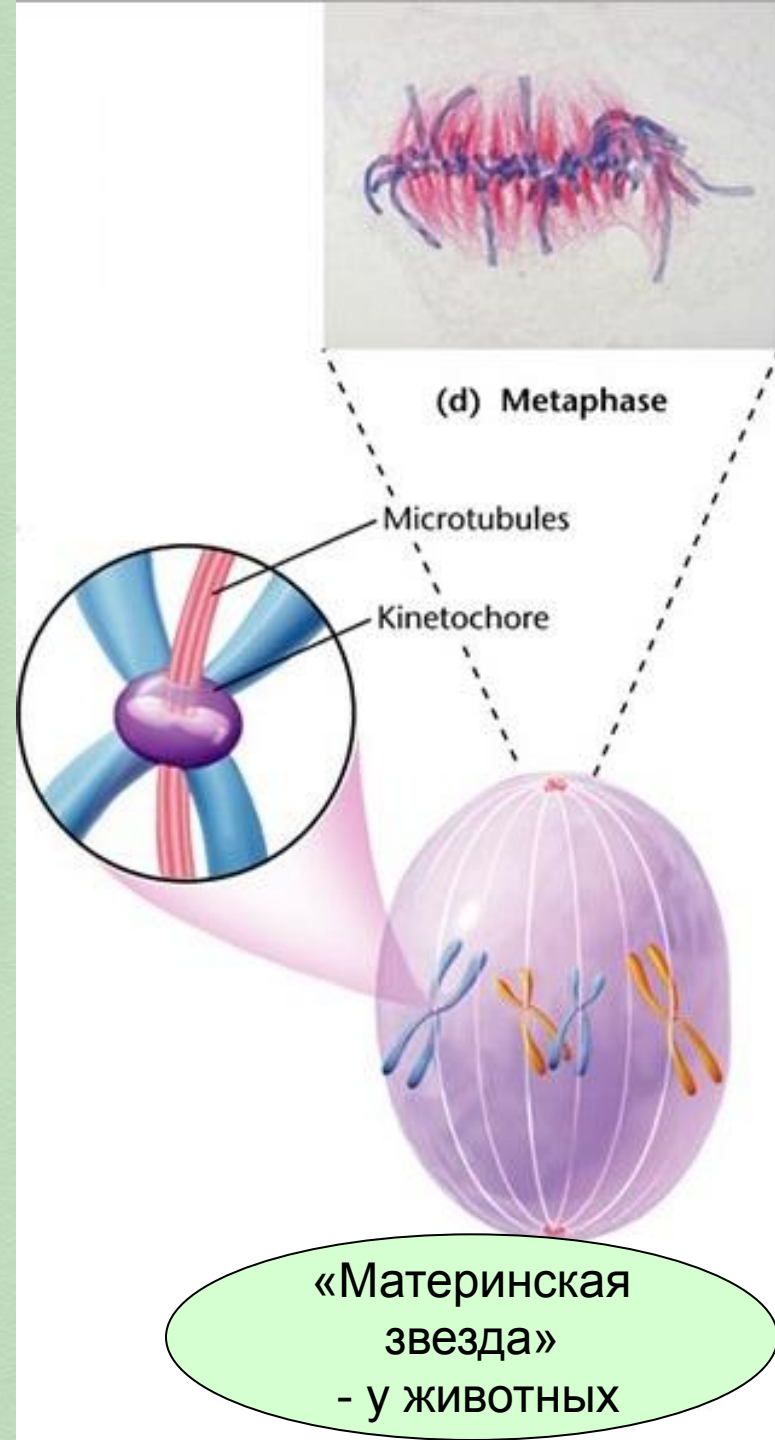


# Метафаза

Движение хромосом к центру

Присоединение хромосом к нитям веретена

Выстраивание по экватору



(d) Metaphase

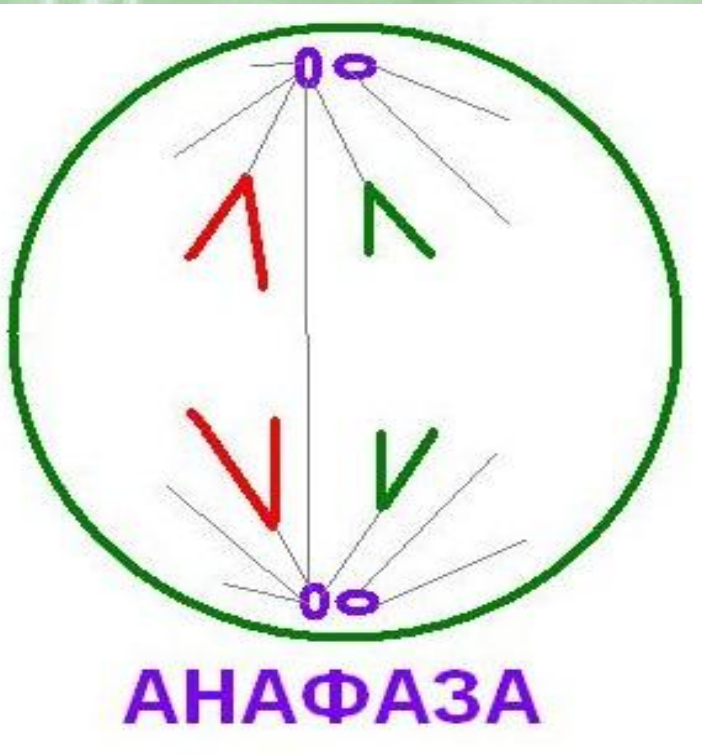
Microtubules

Kinetochore

«Материнская звезда»  
- у животных



# Анафаза



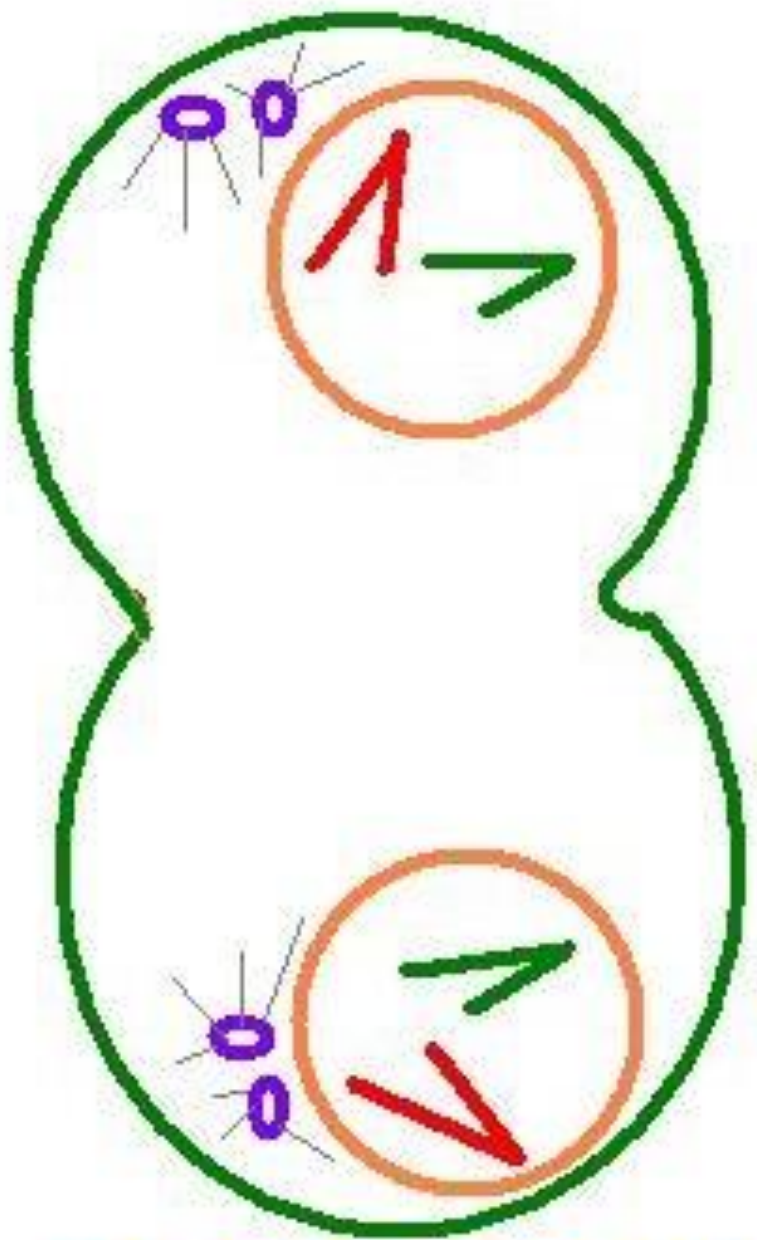
- При движении хромосомы меняют свою ориентацию и принимают V-образную форму.
- Вершина их направлена в сторону полюсов деления, а плечи как бы откинuty к центру веретена.
- Собственно расхождение хромосом складывается из двух процессов: расхождение хромосом за счет кинетохорных пучков микротрубочек, процесс носит название “анафаза А”, расхождение хромосом вместе с полюсами за счет удлинения межполюсных микротрубочек - “анафаза В”.
- У млекопитающих стадии А и В протекают практически одновременно.
- У простейших В анафаза может приводить к 15-кратному увеличению длины веретена.
- В растительных клетках стадия В отсутствует.

Сокращение нитей веретена

Разрыв – удвоение  
числа хромосом

Расхождение **сестринских**  
хромосом к полюсам





**ТЕЛОФАЗА**

Хромосомы достигают полюсов и останавливаются

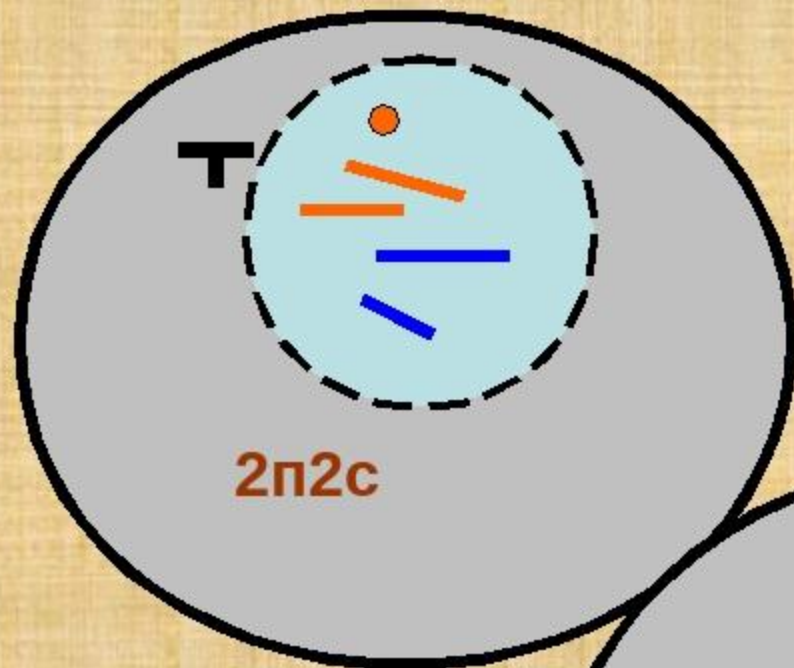
Строится новая ядерная оболочка и ядрышки

Веретено разрушается



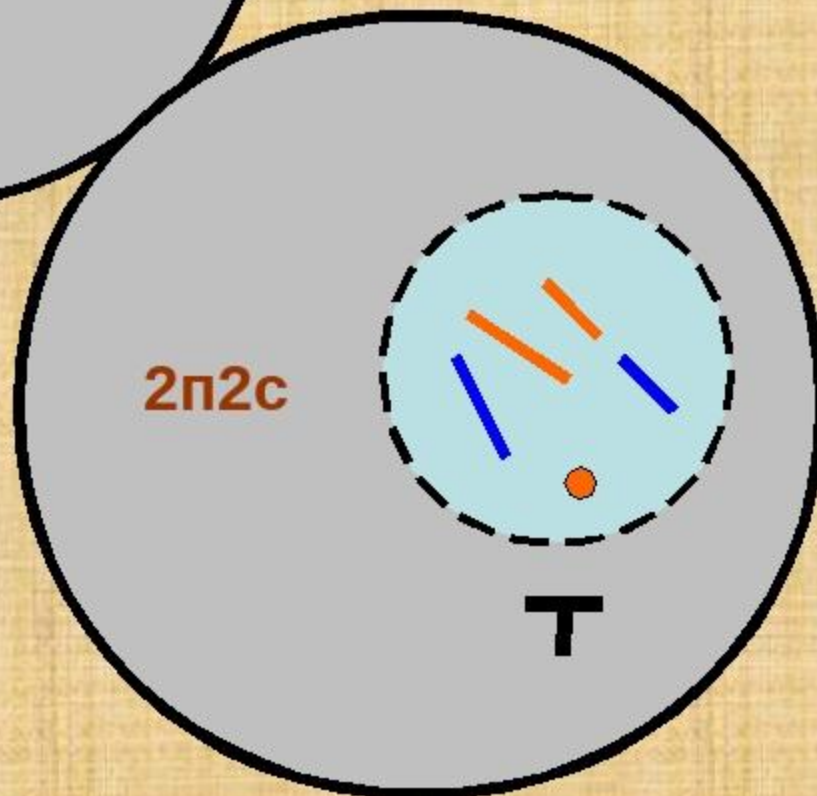


## ЦИТОКИНЕЗ (деление цитоплазмы)



Образование двухмембранной перегородки по экватору клетки с последующим полным отделением дочерних клеток.

У растений по экватору клетки формируется клеточная стенка.

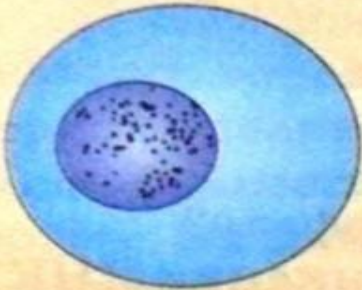




Еще не митоз!!!

Уже митоз – карิโอкинез – 4 стадии

Интерфаза



Удвоение ДНК в ядре делящейся клетки  $2n4c$

Профаза



Образование хромосом с двумя хроматидами ( $2n4c$ )  
разрушение ядерной оболочки

Метафаза



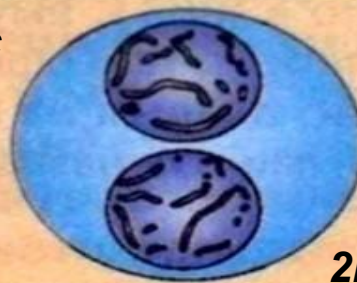
Образование веретена деления, формирование метафазной пластинки  
 $2n4c$



$4n4c$

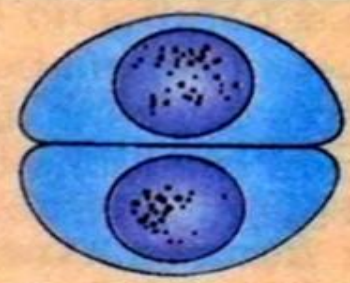
Разделение хроматид и расхождение их к полюсам вдоль волокон веретена деления

$2n2c$



$2n2c$

Исчезновение веретена деления, образование ядерных мембран, деспирализация хромосом



Анафаза

Телофаза

Деление клетки или

КАРИОКИНЕЗ

ЦИТОКИНЕЗ



# Митоз - начало $2n2c$ – дипл. набор; $n$ – хромосомы, $c$ - ДНК

<b>Интерфаза</b>	<b><math>2n4c</math></b>	Хромосомы $2n$ , кол-во не изменяется	ДНК $4c$ , произошла репликация и удвоение ДНК
<b>Профаза</b>	<b><math>2n4c</math></b>	Хромосомы $2n$ стали двухроматидные, но их кол-во не изменяется	ДНК $4c$ , содержание не меняется
<b>Метафаза</b>	<b><math>2n4c</math></b>	Хромосомы $2n$ перемещаются, но кол-во не изменяется	ДНК $4c$ , содержание не меняется
<b>Анафаза</b>	<b><math>4n4c</math></b>	Хромосомы $4n$ ( $2n+2n$ ), разрыв <b>сестринских</b> хромосом на 2 хроматиды	ДНК $4c$ ( $2c+2c$ )
<b>Телофаза</b>	<b><math>2n2c</math></b>	Хромосомы разошлись $2n$ , в каждом новом ядре однохроматидные хромосомы	ДНК – $2c$ В новом ядре – однохроматидные хромосомы

## Митоз $2n2c$

Интерфаза	$2n4c$
Профаза	$2n4c$
Метафаза	$2n4c$
Анафаза	$4n4c$
Телофаза	$2n2c$

Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня в профазе и конце телофазы митоза. Объясните результаты в каждой фазе.

$$28 = 2n, n = 14$$

1. Профаза –  $2n4c$ . ХН -  $2n = 28$ , молекул ДНК –  $4c = 56$ .
2. В профазе: репликация ДНК (удвоение числа молекул), но число хромосом не изменяется
3. Телофаза –  $2n2c$ . ХН -  $2n = 28$ , молекул ДНК –  $2c = 28$
4. В телофазе: в 2-х новых ядрах клетки вновь образуется диплоидные наборы



## Митоз $2n2c$

Интерфаза	$2n4c$
Профаза	$2n4c$
Метафаза	$2n4c$
Анафаза	$4n4c$
Телофаза	$2n2c$

**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. Объясните результаты в каждой фазе.**

$$28 = 2n, n = 14.$$

1. Перед началом митоза – интерфаза  $2n4c$ .  
ХН -  $2n=28$ , молекул ДНК –  $4c = 56$ .
2. Перед началом митоза в конце интерфазы произошла репликация ДНК (удвоение числа молекул), хромосомы не изменяют количество
3. Анафаза –  $4n4c$ .  
ХН -  $4n = 56$ , молекул ДНК –  $4c = 56$ .
4. В анафазе увеличивается в 2 раза количество хромосом из-за разрыва и расхождения, т.е.  $4n$ , количество молекул ДНК остается прежним  $4c$

**Какой набор хромосом ( $n$ ) и число и молекул ДНК ( $c$ ) в диплоидной клетке в профазе и анафазе митоза.  
Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК.**

Решение:

1. В профазе митоза набор хромосом  $2n$ , число молекул ДНК  $4c$
2. В профазе произошла репликация ДНК, число хромосом не изменилось.
3. В анафазе митоза набор хромосом  $4n$ , число молекул ДНК  $4c$
4. В анафазе митоза сестринские хромосомы разрываются, расходятся к полюсам, их число увеличивается вдвое, число молекул ДНК сохраняется.



# Особенности митоза у растений и животных

## Растения

Центриолей нет

Звезды не образуются

Образуется клеточная  
пластинка

При цитокинезе не образуются  
борозды (перетяжки)

Митозы происходят  
в меристемах

Продолжительность 2-3 часа

## Животные

Центриоли есть

Звезды образуются

Не образуется  
клеточная пластинка

При цитокинезе  
образуется борозда

Митозы происходят  
в разных тканях и органах

Продолжительность 50-60 мин

# ПЛЕВРОМИТОЗ – вид митоза

- При закрытом плевромитозе расхождение хромосом происходит без нарушения ядерной оболочки
- Такой тип митоза встречается среди простейших, он широко распространен у грибов.
- Встречаются формы полузакрытого плевромитоза, когда на полюсах сформированного веретена ядерная оболочка разрушается.



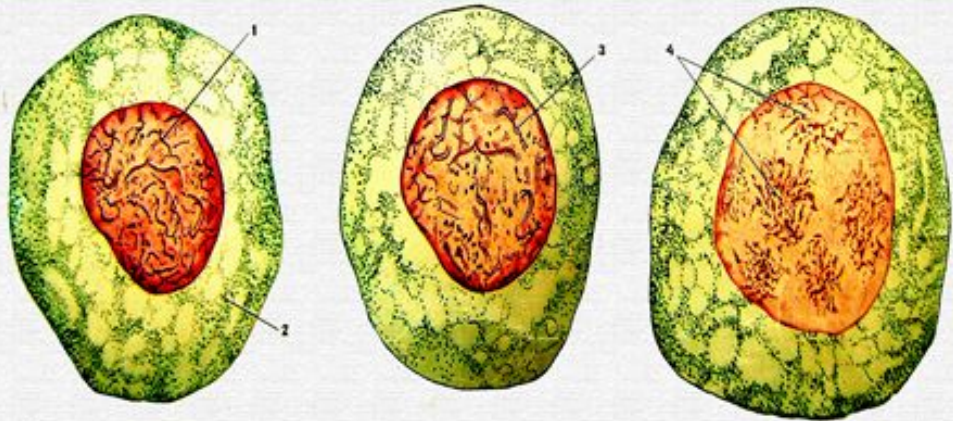
Споры  
шляпочных  
грибов





# Эндомитоз – вид митоза

## ЭНДОМИТОЗ



Внутриядерное увеличение набора хромосом (эндомитоз)

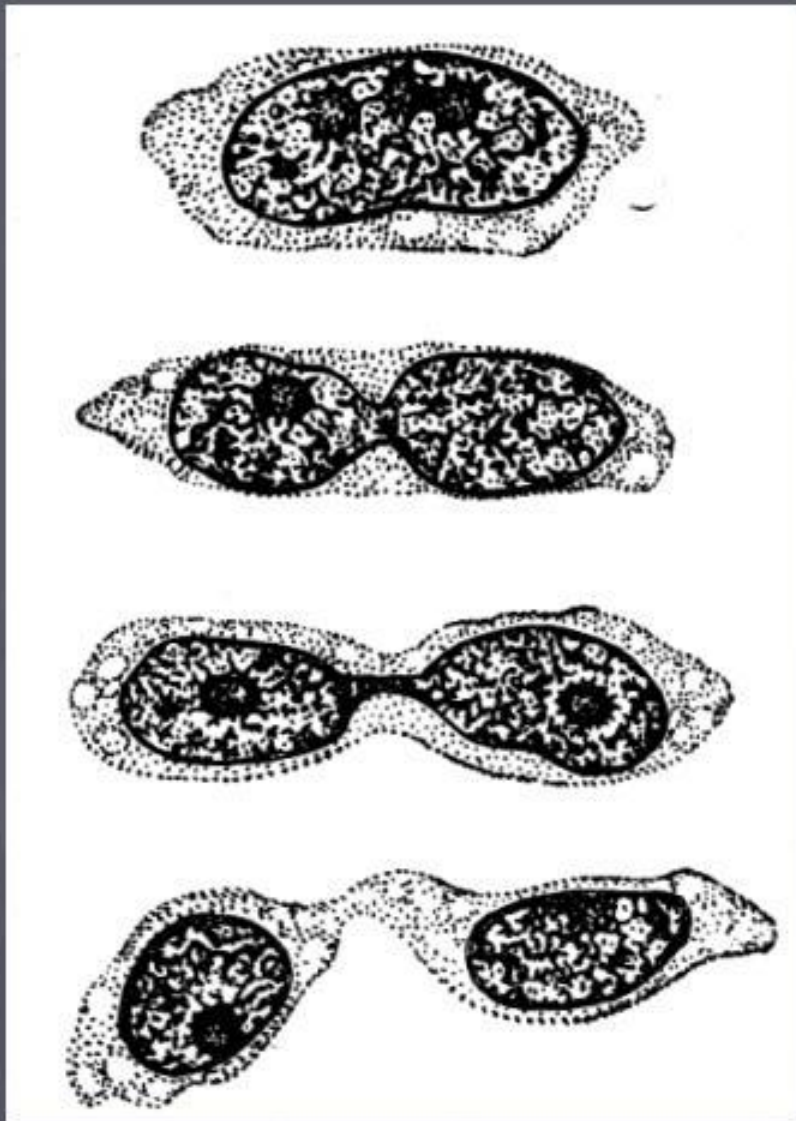
1 - хромосомные нити в ядре; 2 - цитоплазма; 3 - удвоение хромосом в покое ядре;

4 - группирование увеличенного набора хромосом.

- После репликации ДНК не происходит разделения хромосом на две дочерние хроматиды.
- Эндомитоз приводит к полиплоидии клетки.
- В норме этот процесс имеет место в интенсивно функционирующих тканях, например, в печени, где полиплоидные клетки встречаются очень часто.
- Эндомитоз - представляет собой геномную соматическую мутацию.



# АМИТОЗ или прямое деление



- ▶ Амитоз – это деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования веретена деления.
- ▶ **Распространенность в природе:**

## Норма

1. Амебы
2. Большое ядро инфузорий
3. Эндосперм
4. Клубень картофеля
5. Роговица глаза
6. Хрящевые и печеночные клетки

## Патология

1. При воспалениях
2. Злокачественные новообразования

## Значение:

экономичный (мало энергозатрат) процесс воспроизводства клеток



# Амитоз – вид деления клеток, при котором происходит прямое деление ядра без преобразования хромосом

- При амитозе не происходит равномерное расхождение хроматид к полюсам.
- Амитоз не обеспечивает образование генетически равноценных ядер и клеток.
- По сравнению с митозом амитоз более кратковременный и экономичный процесс.
- Клетка, претерпевшая амитоз, в последующем не способна вступить в нормальный митотический цикл.



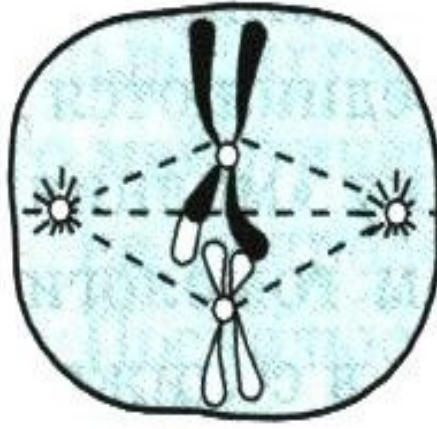


# МЕЙОЗ

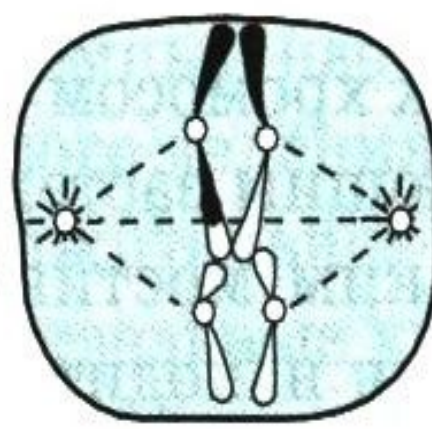
Профаза I



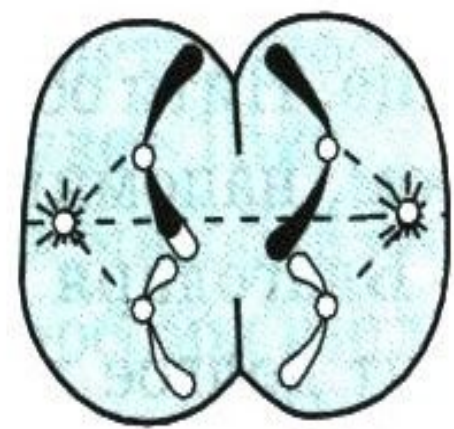
Метафаза I



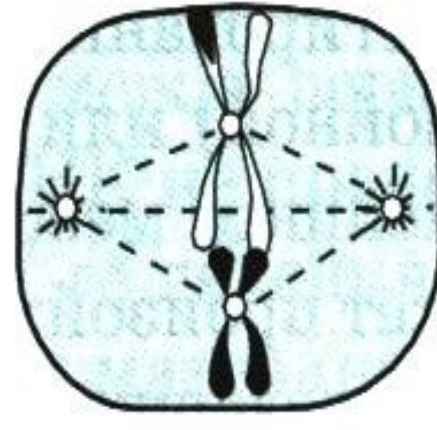
Анафаза I



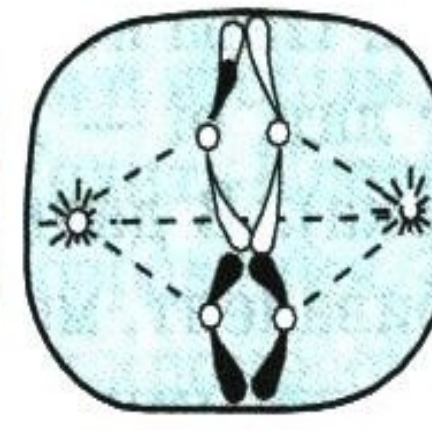
Телофаза I



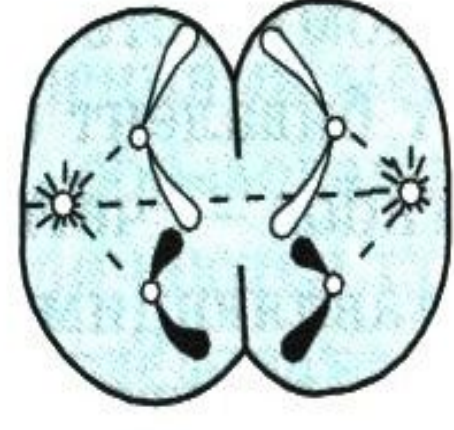
Профаза II



Метафаза II



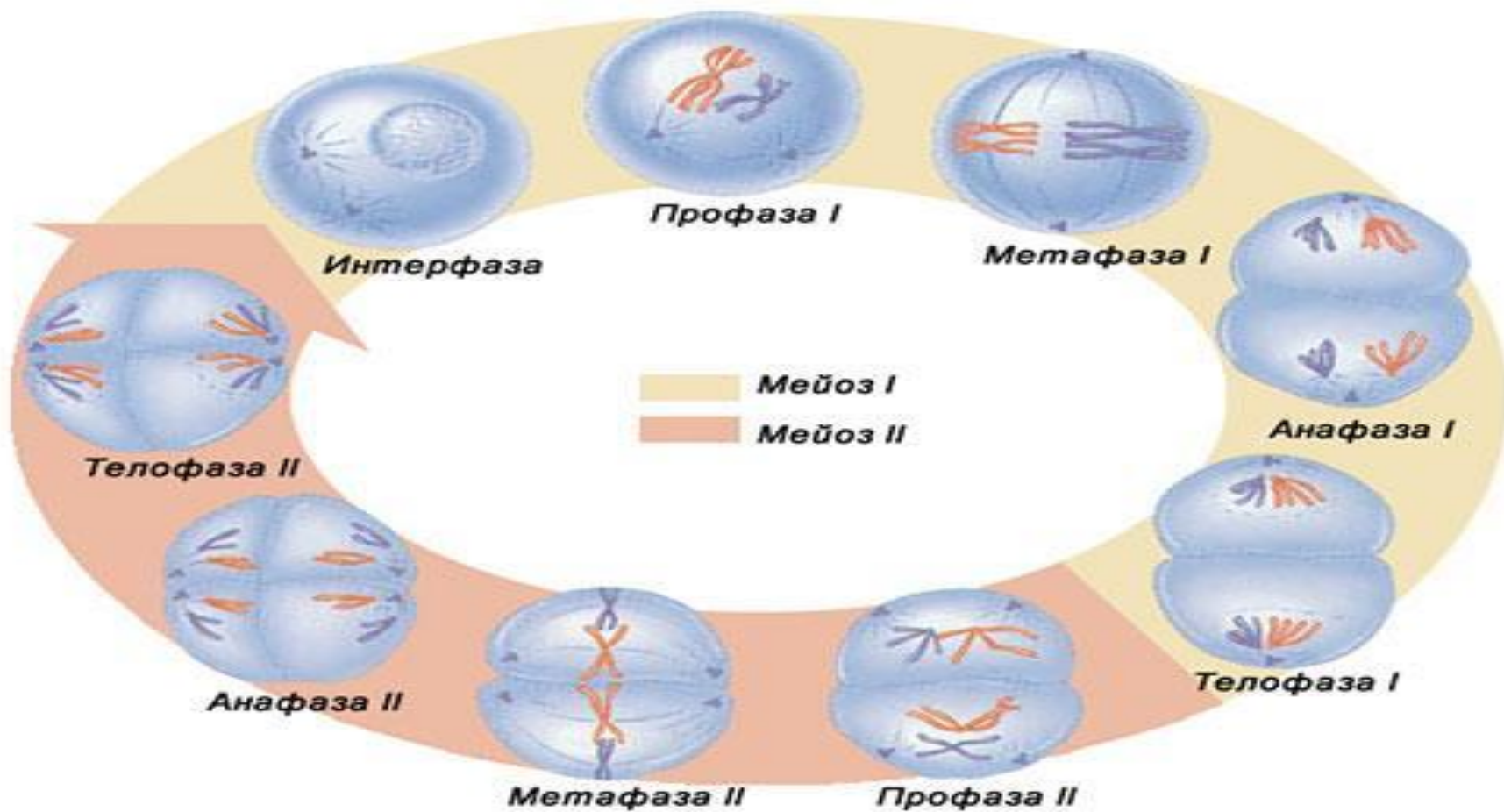
Анафаза II



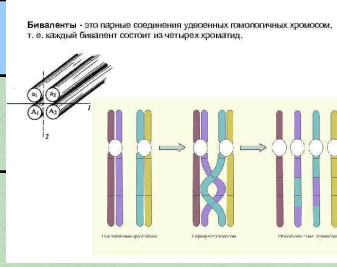
Телофаза II



Фаза	Главные события
<b>Интерфаза I:</b> G1: пресинтетический период S: синтетический период G2: постсинтетический	Подготовка клетки к делению Увеличение объема цитоплазмы Увеличение синтеза белков Увеличение числа органелл Репликация ДНК



# ПЕРВОЕ МЕЙОТИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ

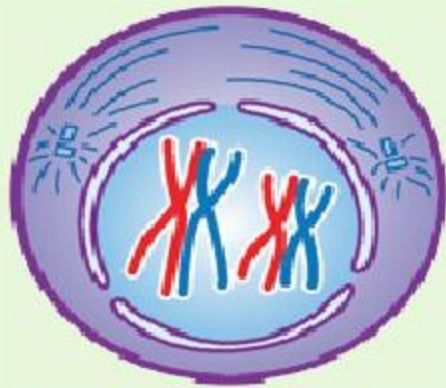


Профаза I	Главные события
Лептотена	Конденсация хромосом Каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид Хроматиды тесно сближены
Зиготена	Хромасомы сближаются и слипаются. <b>Конъюгация</b> хроматид. Синапсис обусловлен специфическим сродством участков ДНК <b>Синапсис</b> завершается
Пахитена	Гомологичные хромосомы образуют <b>бивалент</b> Формирование рекомбинационных узелков
Диплотена	Хромосомы бивалента разъединяются В местах рекомбин. узелков наблюдаются X-образные соединен.(хиазмы). <b>Кроссинговер</b> участков <b>ГОМОЛОГИЧНЫХ</b> хромосом в хиазмах
Диакинез	Конденсация хромосом, располагаются по периферии ядра клетки Разрушение ядерной оболочки
Метафаза I	Биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости Возникает веретено деления
Анафаза I	Биваленты разрываются в местах хиазм <b>Гомологичные</b> хромосомы, состоящие из 2 х хроматид, расходятся к противоположным полюсам клетки
Телофаза I	Обособление ядер В ряде случаев – разделение клетки на 2 дочерние



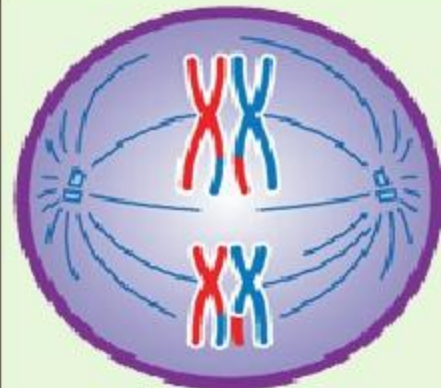
# Мейоз I

Профаза I



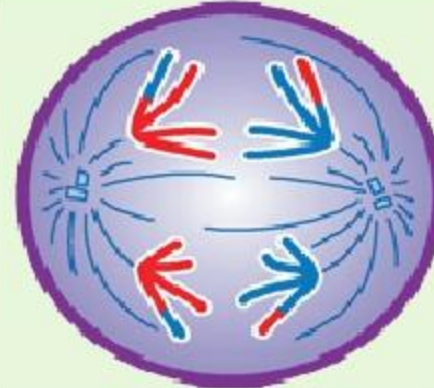
1. Растворение ядерной оболочки;
2. Спирализация хромосом;
3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки;
4. Образование нитей веретена деления;
5. Конъюгация;
6. Кроссинговер.

Метафаза I



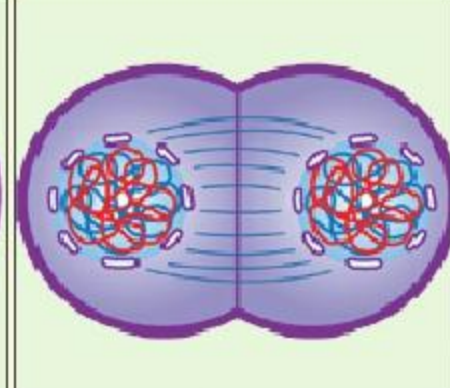
1. Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга);
2. К каждой хромосоме присоединяется одна нить веретена деления.

Анафаза I



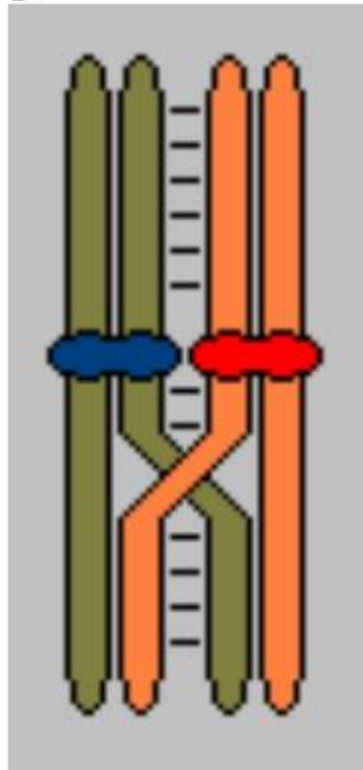
1. Пары гомологичных хромосом разделяются. Целые хромосомы каждой пары расходятся к разным полюсам клетки. Каждая хромосома по прежнему состоит из 2-х хроматид.

Телофаза I



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

- **Конъюгация** - соединение гомологичных хромосом.
- **Кроссинговер** – обмен гомологичными участками гомологичных хромосом.

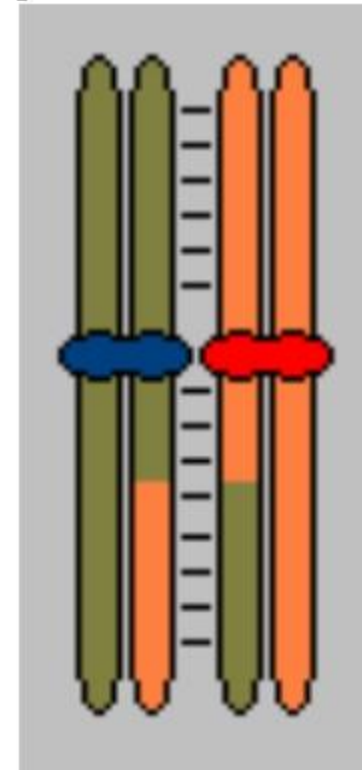


Бивалент до кроссинговера

Синапсис -  
сближение

Конъюгация -  
слипание

Кроссинговер  
- обмен



Бивалент после кроссинговера

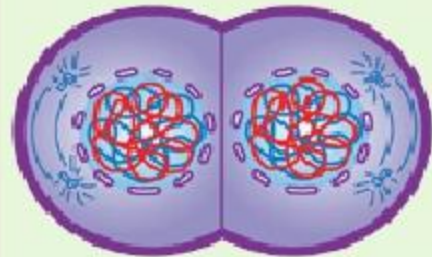


## ВТОРОЕ МЕЙОТИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ

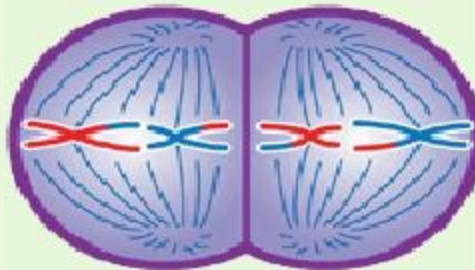
<b>Интерфаза II:</b> G1: пресинтетический период G2: постсинтетический	Характерно отсутствие синтетического (S) периода Репликации ДНК не происходит Диплоидность не восстанавливается
<b>Профаза II</b>	Ядерные оболочки разрушаются Хромосомы перемещаются к противоположным полюсам
<b>Метафаза II</b>	Формируется метафазная пластинка и веретено деления
<b>Анафаза II</b>	Хроматиды разделяются Хроматиды перемещаются к противоположным полюсам
<b>Телофаза II</b>	Исчезают нити веретена деления Обособление ядра
<b>Цитокинез</b>	Деление цитоплазмы Разъединение клеток Образование 4-х гаплоидных клеток-гамет

## Мейоз II

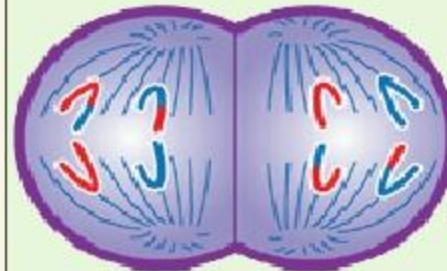
Профаза II



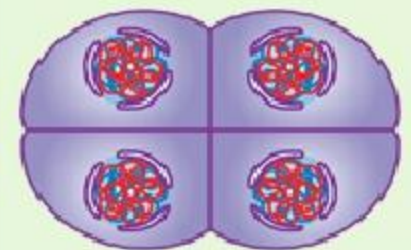
Метафаза II



Анафаза II



Телофаза II



Очень укорочена, без кроссинговера.

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

- 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.

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

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



**Мейоз – начало 2п2с**

n – хромосомы; с – ДНК

<b>Интерфаза</b>	<b>2n4с</b>	Репликация ДНК
<b>Профаза мейоза I</b>	<b>2n4с</b>	Хромосомы становятся двухроматидными, но не изменяют количество
<b>Метафаза мейоза I</b>	<b>2n4с</b>	Содержание генетического материала остается прежним
<b>Анафаза мейоза I</b>	<b>2n4с : 2x 1n2с</b>	Число хромосом уменьшается вдвое (происходит редукция)
<b>Телофаза мейоза I</b>	<b>1n2с</b>	Идет редукция: число хромосом и ДНК уменьшается вдвое. В каждом полюсе гапл-ть
<b>Профаза мейоза II</b>	<b>1n2с</b>	Количество генетического материала не изменяется
<b>Метафаза мейоза II</b>	<b>1n2с</b>	Количество генетического материала не изменяется
<b>Анафаза мейоза II</b>	<b>2n2с (2x nc)</b>	Расходятся сестринские хроматиды, у полюсов - гаплоидность
<b>Телофаза мейоза II</b>	<b>1n1с</b>	Образуются 4 гаплоидные клетки

## Мейоз

Интерфаза 1	$2n4c$
Профаза 1	$2n4c$
Метафаза 1	$2n4c$
Анафаза 1	$1n2c$
Телофаза 1	$1n2c$
Интерфаза 2	$1n2c$
Профаза 2	$1n2c$
Метафаза 2	$1n2c$
Анафаза 2	$2n2c$
Телофаза 2	$1n1c$

В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Какое число хромосом и молекул ДНК содержится в ядре при гаметогенезе перед началом мейоза 1 и мейоза 2. Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК.

Решение:  $8 = 2n$ ;  $4 = n$

1. Перед началом мейоза 1 – набор  $2n4c$ , значит 8 хромосом и 16 молекул ДНК.
2. Перед началом мейоза 1 в конце интерфазы: репликация ДНК (удвоение числа молекул), хромосомы становятся двухроматидными, но не изменяют количество
3. Перед началом мейоза 2 – набор  $1n2c$ , значит 4 хромосом и 8 молекул ДНК.
4. К началу мейоза 2 произошла редукция: число хромосом и ДНК уменьшается вдвое. В каждом полюсе установлена гаплоидность.



**Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток семязачатка перед началом мейоза, в анафазе мейоза 1 и в анафазе мейоза 2. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.**

1. Клетки семязачатка содержат диплоидный набор хромосом – 28 ( $2n2c$ ).
2. Перед началом мейоза в S-периоде интерфазы — удвоение ДНК: 28 хромосом, 56 ДНК ( $2n4c$ ).
3. В анафазе мейоза 1 – к полюсам клетки расходятся хромосомы, состоящие из двух хроматид. Генетический материал клетки будет ( $2n4c = n2c+n2c$ ) — 28 хромосом, 56 ДНК .
4. В мейоз 2 вступают 2 дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом ( $n2c$ ) — 14 хромосом, 28 ДНК .
5. В анафазе мейоза 2– к полюсам клетки расходятся хроматиды. После расхождения хроматид число хромосом увеличивается в 2 раза (хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все в одной клетке) – ( $2n2c= nc+nc$ ) – 28 хромосом, 28 ДНК

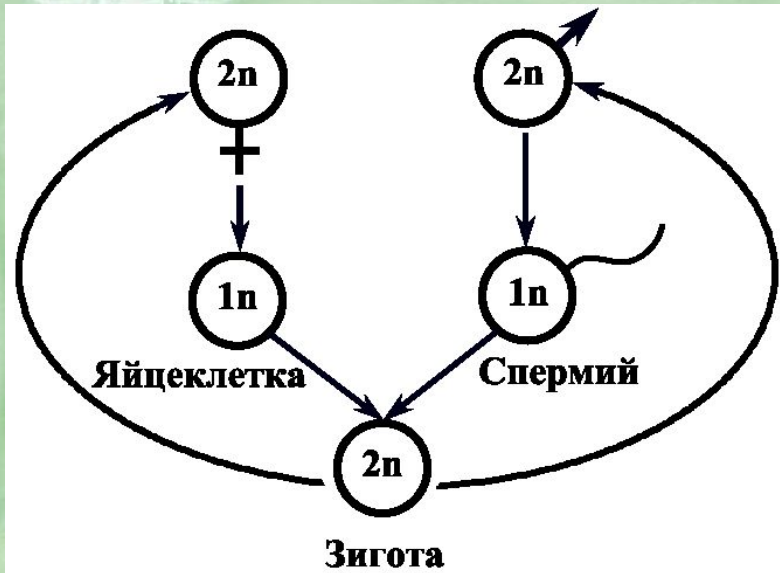
Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор ( $n$ ) и число молекул ДНК ( $c$ ) в клетке в профазе мейоза I и метафазе мейоза II. Объясните результаты в каждом случае.

**Диплоидный набор хромосом  $2n2c$**

- 1) Перед началом мейоза в S-периоде интерфазы — удвоение ДНК: Профаза мейоза I —  $2n4c$**
- 2) Первое деление редукционное. В мейоз 2 вступают 2 дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом ( $n2c$ )**
- 3) Метафаза мейоза II — хромосомы выстраиваются на экваторе  $n2c$**
- 4) Число хромосом и ДНК в метафазе не изменяется**



**Раскройте механизмы, обеспечивающие постоянство числа и формы хромосом во всех клетках организмов из поколения в поколение.**



Решение:

1. Благодаря мейозу образуются половые клетки – гаметы с гаплоидным набором хромосом.
2. При оплодотворении две гаметы сливаются – образуется зигота, диплоидность восстанавливается.
3. Рост клеток организма идет за счет митоза соматических диплоидных клеток, митоз сохраняет диплоидность, обеспечивая постоянство числа хромосом.

С-задания

Черты	Митоз	Мейоз
<b>Из 1 клетки:</b>	Две идентичные диплоидные клетки	4 гаплоидные клетки, одинаковые по генотипу, разные по функциям
<b>Процессы:</b>	Кариокинез (деление ядра) Цитокинез (деление цитоплазмы)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- два ядерных и 1 клеточное деления</li> <li>- 1-е – редукционное (создает гаплоидность),</li> <li>- 2-е – эквационное (сохраняет гаплоидность)</li> </ul>
<b>Биологическая роль:</b>	Бесполое размножение Регенерация Рост и размножение соматических клеток Гистогенез и органогенез	Образование гамет Редукция хромосом (гаметическая – животные; зиготическая – споровики; спорическая – растения)
<b>Биологический смысл:</b>	Достигается генетическая стабильность Увеличивается число клеток в организме Происходит рост орг-ма	Образование гаплоидных гамет Сохранение генетического набора вида Разнообразие генотипов

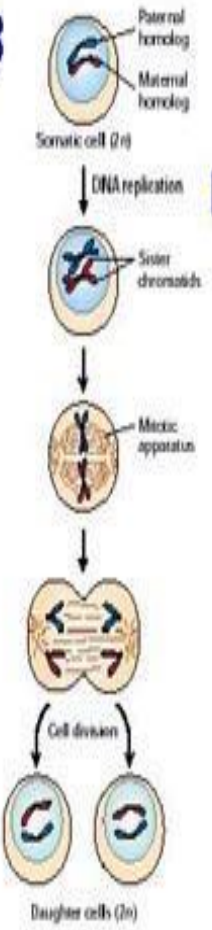


# МИТОЗ

репликация ДНК

Деление клетки

Дочерние клетки (2n)



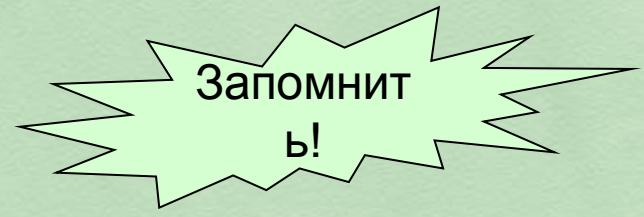
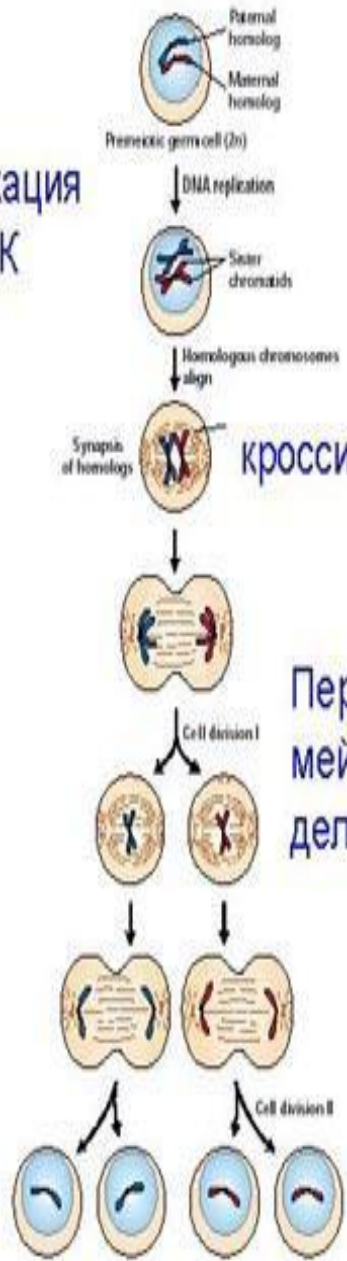
# МЕЙОЗ

кроссинговер

Первое мейотическое деление клетки

Второе мейотическое деление клетки

Гаметы (1n)



- **Митоз** – создание соматических клеток и гамет у растений
- **Мейоз** у животных – создание гамет животных (яйцеклеток и сперматозоидов),
- **Мейоз** у растений – создание спор
- **Мейоз** у простейших – образование новых особей

# Редукция хромосом

1. **Гаметическая редукция.** Происходит перед образованием гамет у организмов, имеющих диплоидные соматические клетки (характерно для всех многоклеточных животных и для некоторых простейших).
2. **Зиготическая редукция.** Происходит у организмов с гаплоидным набором хромосом после слияния гамет, то есть после образования зиготы (споровики, жгутиковые, грибы).
3. **Промежуточная (спорическая) редукция.** Отмечена у организмов, в жизненном цикле которых происходит смена диплоидной и гаплоидных фаз. У простейших этот тип редукционного деления характерен для фораминифер. Среди многоклеточных — для всех высших растений, и вторично — для некоторых многоклеточных животных — коловраток.





**В соматических клетках коровы 60 хромосом. Сколько молекул ДНК в метафазе митоза клетки мозга?**

**120**

**В яйцеклетке овцы 27 хромосом. Сколько насчитывается молекул ДНК в метафазе мейоза 1 при овогенезе?**

**108**

**В соматических клетках собаки 70 хромосом. Сколько молекул ДНК в анафазе митоза клетки кожи?**

**140**

**В соматических клетках дрозофила 8 хромосом. Сколько хромосом в анафазе 1 мейоза при сперматогенезе?**

**8**

**В соматических клетках человека с синдромом Дауна 47 хромосом. Сколько молекул ДНК образовалось в телофазе мейоза при овогенезе?**

**24**

**В соматических клетках 16 хромосом. Сколько молекул ДНК в анафазе митоза этой клетки?**

**32**

**В сперматозоиде человека 23 хромосомы. Сколько молекул ДНК в анафазе 2 мейоза при сперматогенезе?**

**23**

# ВИДЫ РАЗМНОЖЕНИЯ





# Размножение организмов

**Бесполое**

**Половое**

**Вегети  
вное**

**Простое  
деление**

**Спорооб-  
разовани  
е**

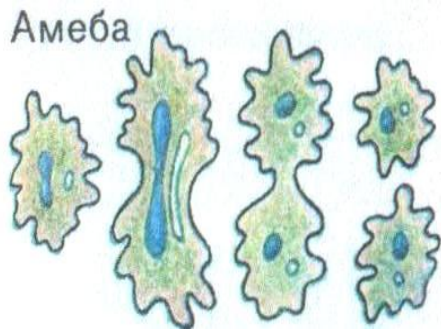
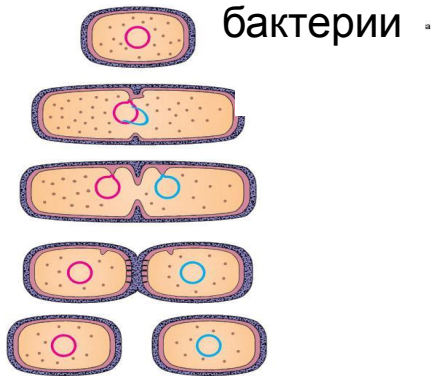
**Слияние  
гамет**

**Трансдук  
ция**

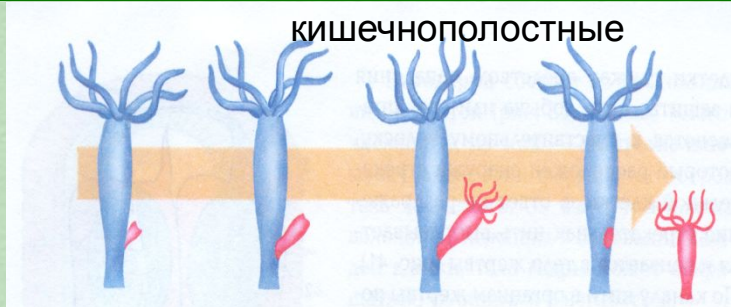
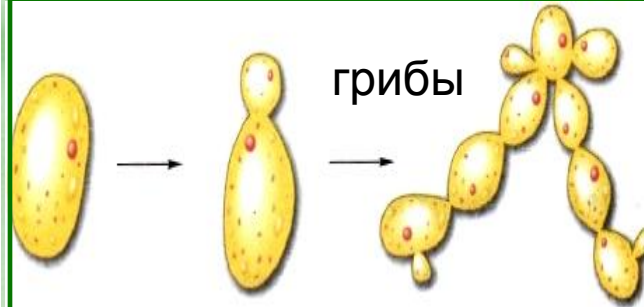
**Партеног  
енез**

# БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ: ОДНА ОСОБЬ

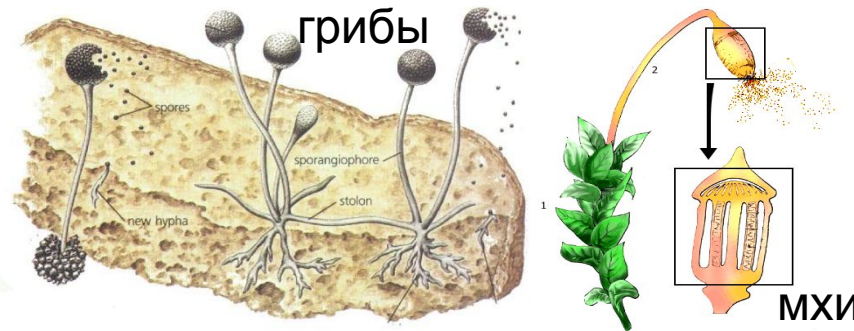
## 1. Деление



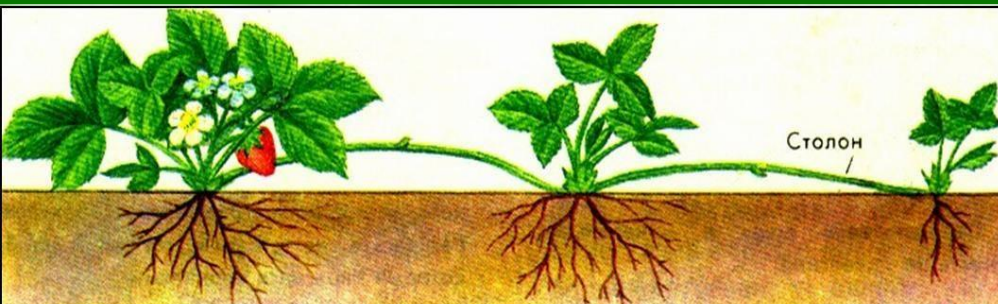
## 2. Почкование



## 3. Спорообразование

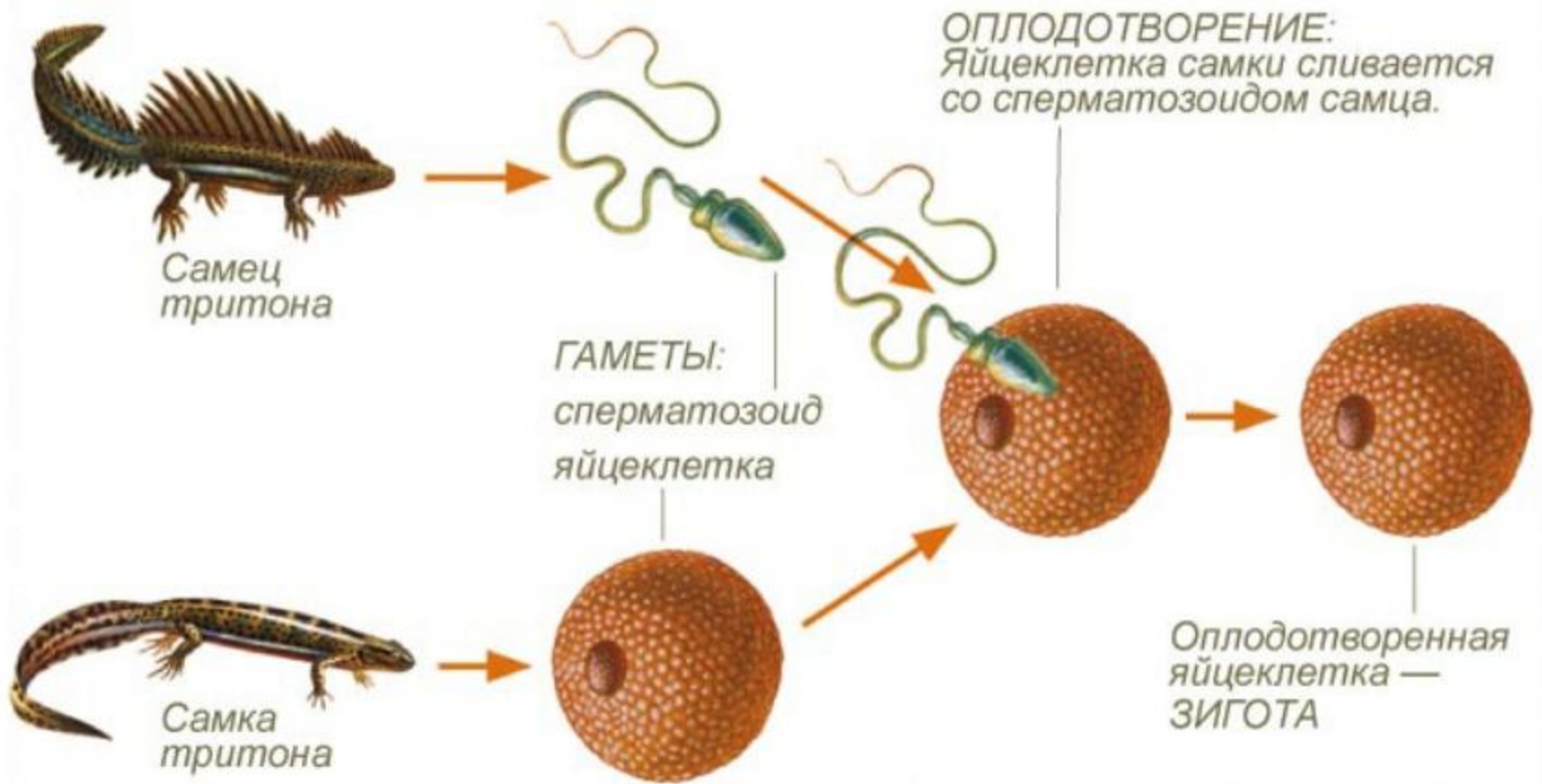


## 4. Вегетативное размножение





# ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ: ДВЕ ОСОБИ

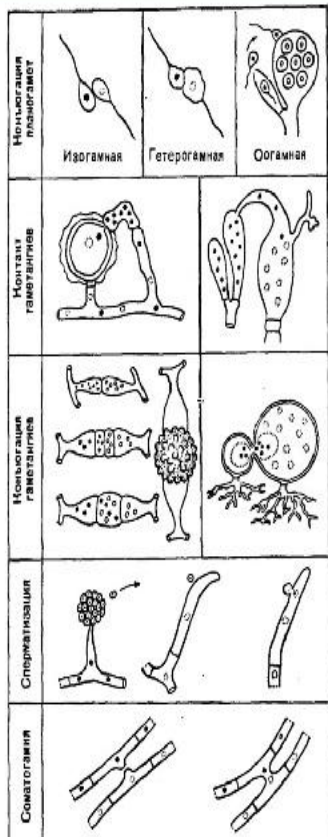


# ОРГАНЫ ПОЛОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ

Водоросли  
и грибы

название

Гаметангии



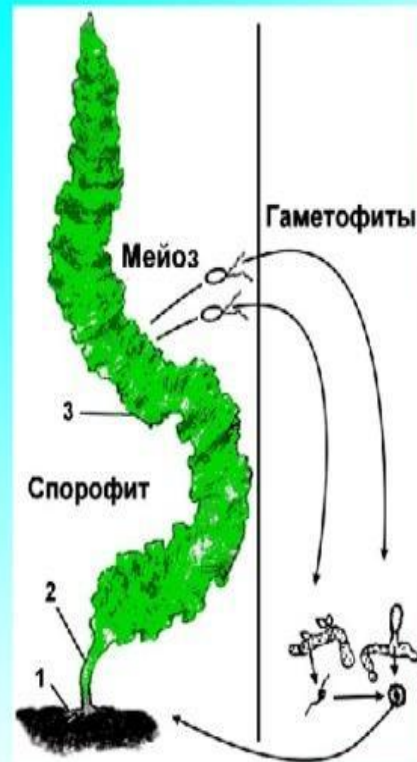
Пример гаметангиогамии

Специальные гифы (гаметангии) растут навстречу друг другу, концы сливаются с образованием **зимующей зигоспоры**.

Весной после мейоза формируется новый мицелий



Гаметангии грибов



Гаметангии  
водорослей

Они прорастают в микроскопические нитчатые **двудомные гаметофиты**, на которых образуются половые органы, антеридии и оогонии. Половой процесс оогамный.

В оогониях и антеридиях образуется по одной гамете. Из зиготы без периода покоя развивается **диплоидный спорофит**.

Ламинарию используют в пищу, для лечебного питания.



гаметофит = проросток мхов



# ГАМЕТОФИТЫ И ГАМЕТАНГИИ споровых растений



Плаун баранец

Гаметофит = заросток



архегоний

антеридий

гаметангии



Структуры для образования яйцеклетки и спермия



# ГАМЕТОФИТЫ ГОЛОСЕМЕННЫХ (гаметангии редуцированы)

мужской гаметофит



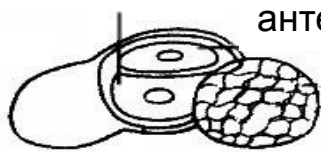
мужская  
шишка



микрос  
пороф  
илл

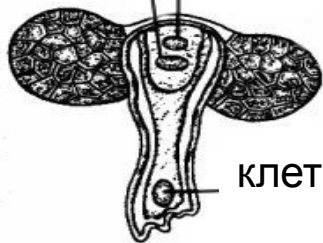
клетка-трубка

антеридий



спермий

ядро трубки



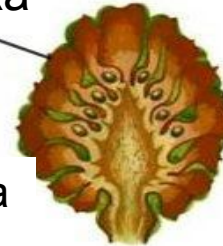
клетка-трубка



— женская шишка

шишка  
1 год

шишка  
2 года

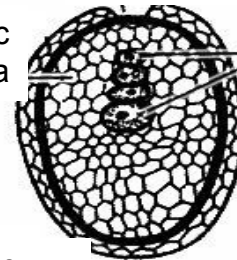


нуцеллус  
семязачатка



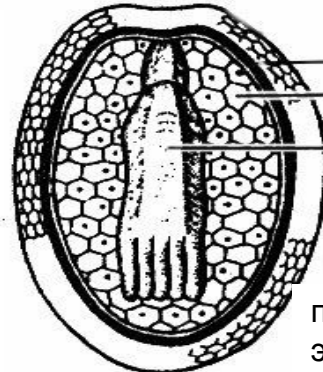
2 семязачатка

микропиле



мегаспоры

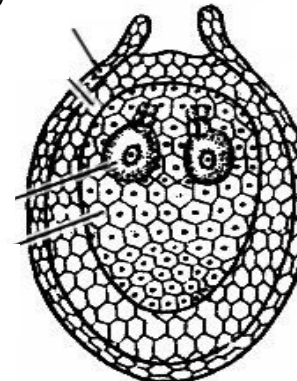
интегумент



Се  
мя

архегоний

первичный  
эндосперм



Нуцеллус -  
видоизмененный  
мегаспорангий

2 семязачатка

Интегумент -  
покровы семени

Женский  
гаметофит -  
мегаспора

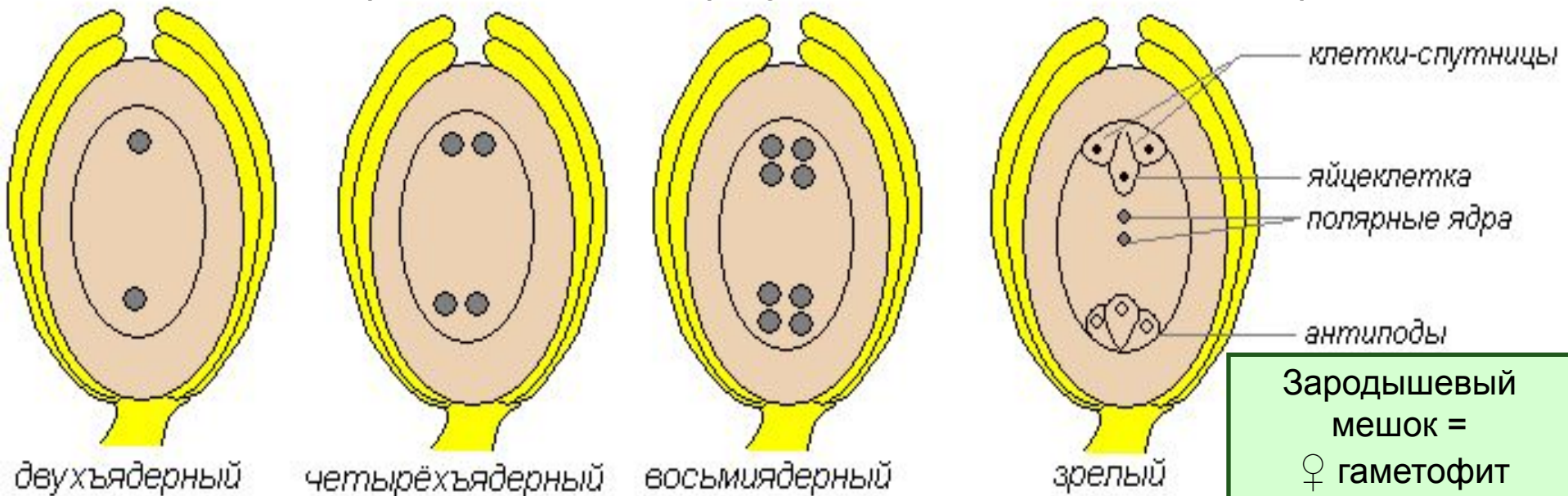


# ГАМЕТОФИТЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ (гаметангии редуцированы)



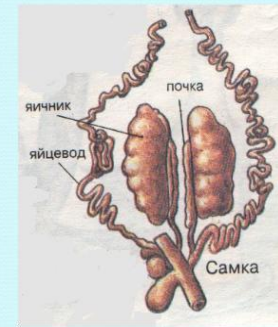
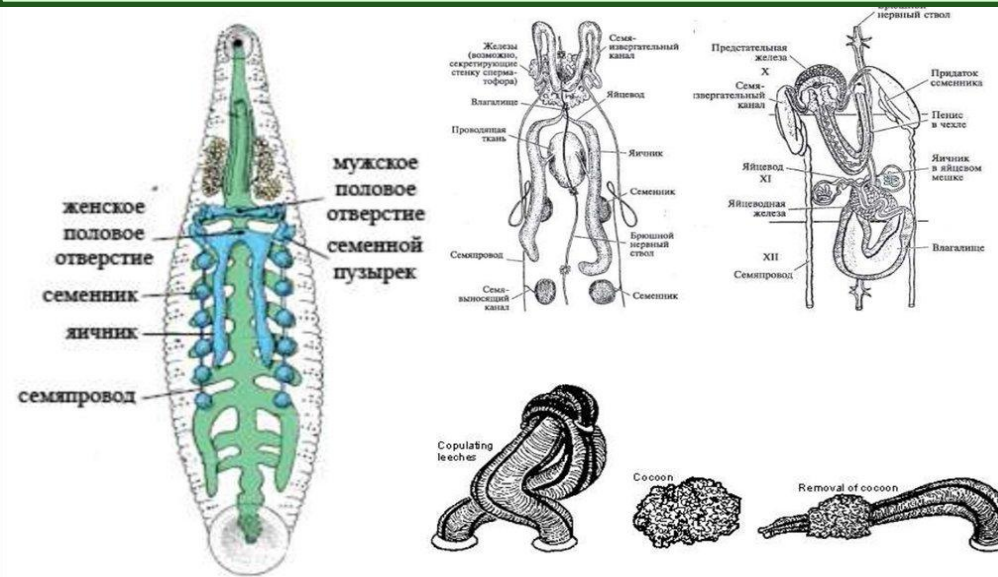
Пыльцевые зерна = ♂ гаметофит

Последовательные стадии развития зародышевого мешка из мегаспоры 2п митозом образует 7-клеточный гаметофит



## ГАМЕТАНГИИ беспозвоночных

## ГАМЕТАНГИИ позвоночных

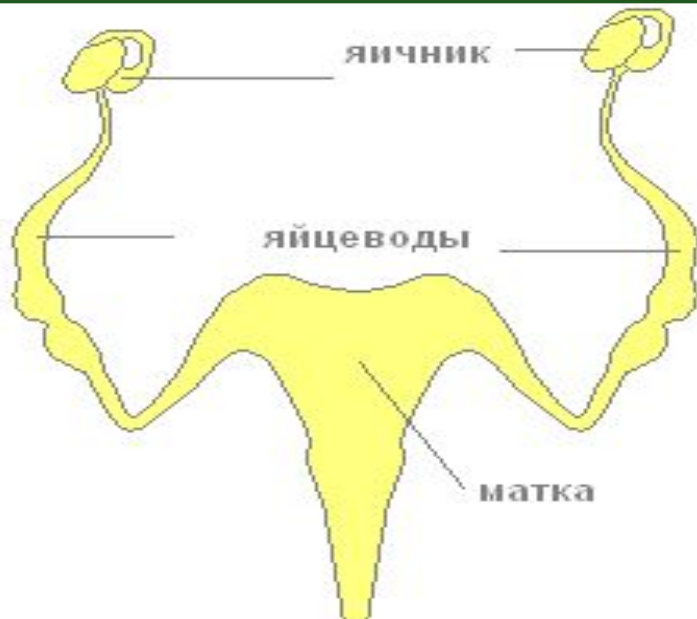


*Женские половые  
же лезы  
ЯИЧНИКИ*



*Мужские половые  
же лезы  
СЕМЕННИКИ*

## ГАМЕТАНГИИ млекопитающих – самки и самца



общее название – гонады:  
**семенники и яичники**



# Яичник в разрезе

## ГАМЕТАНГИИ человека

**Зрелый граафов фолликул**  
Во время овуляции яйцеклетка выходит только из одного зрелого фолликула

**Опорожненный фолликул**  
Остается после выхода яйцеклетки

**Желтое тело**  
После овуляции оставшиеся клетки фолликула образуют желтое тело, которое постепенно рассасывается

**Мозговое вещество**  
Центральная область, находящаяся внутри коркового вещества и содержащая кровеносные сосуды и нервы

**Поверхность**  
Покрывается ямками по мере выхода яйцеклеток во время каждой овуляции

**Яичниковая вена и артерия**

**Созревающий фолликул**

**Яйцеклетка**

**Белочная оболочка**  
Плотный внешний слой, покрытый одиночным слоем цилиндрических клеток, образующим зародышевый эпителий

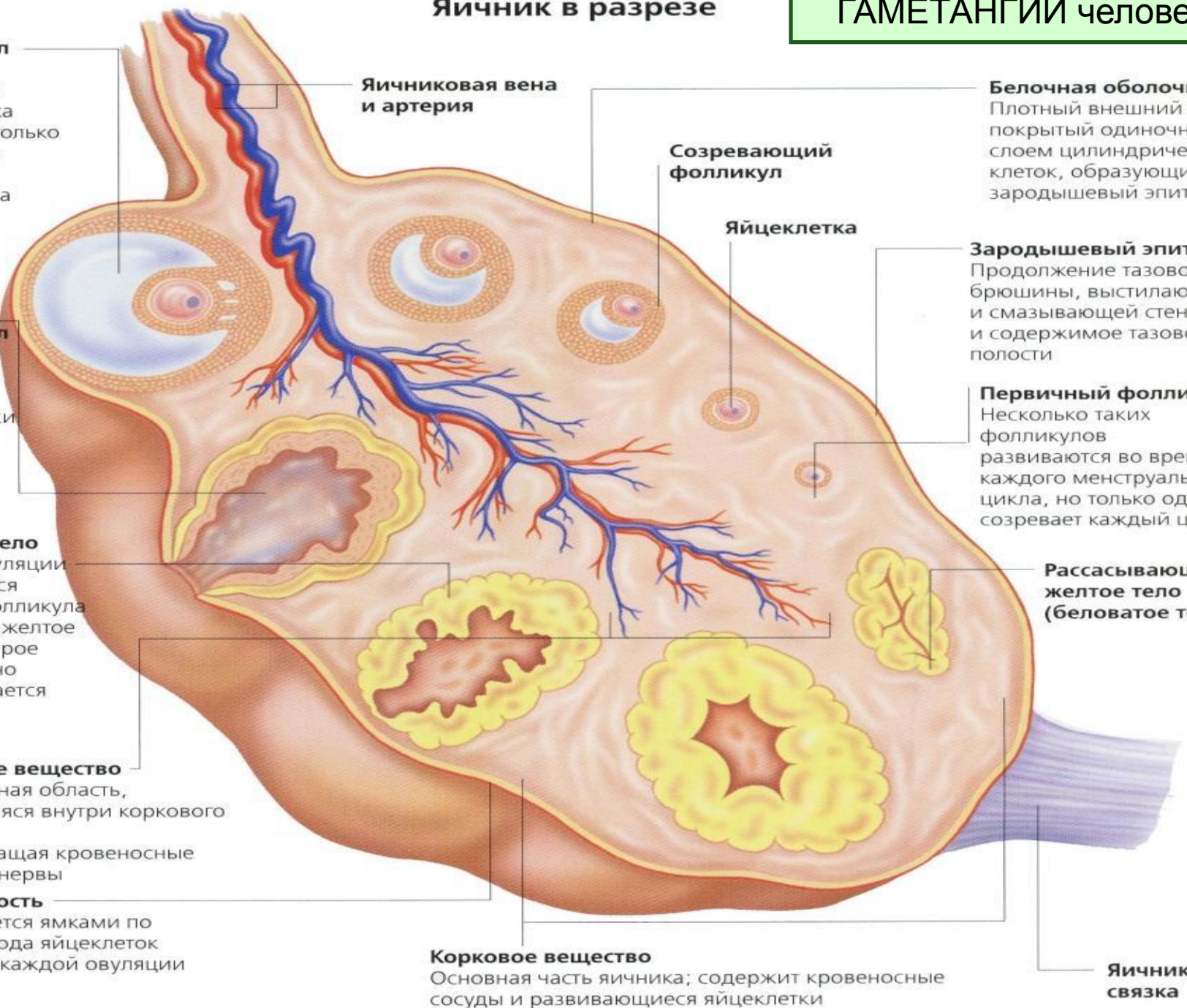
**Зародышевый эпителий**  
Продолжение тазовой брюшины, выстилающей и смазывающей стенки и содержимое тазовой полости

**Первичный фолликул**  
Несколько таких фолликулов развиваются во время каждого менструального цикла, но только один созревает каждый цикл

**Рассасывающееся желтое тело (беловатое тело)**

**Корковое вещество**  
Основная часть яичника; содержит кровеносные сосуды и развивающиеся яйцеклетки

**Яичниковая связка**





# ГАМЕТАНГИИ человека

Семенной канатик

Семявыносящий проток

Головка придатка яичка

Соединена с яичком выносящими протоками

Выносящие протоки

Выносят сперму из яичка в придаток

Сеть яичка

Трубчатая сеть, расположенная на задней стороне яичка

Тело придатка

При созревании сперма хранится в придатке

Хвост придатка

Кожа мошонки

Кожа мошонки тонкая, складчатая, пигментирована

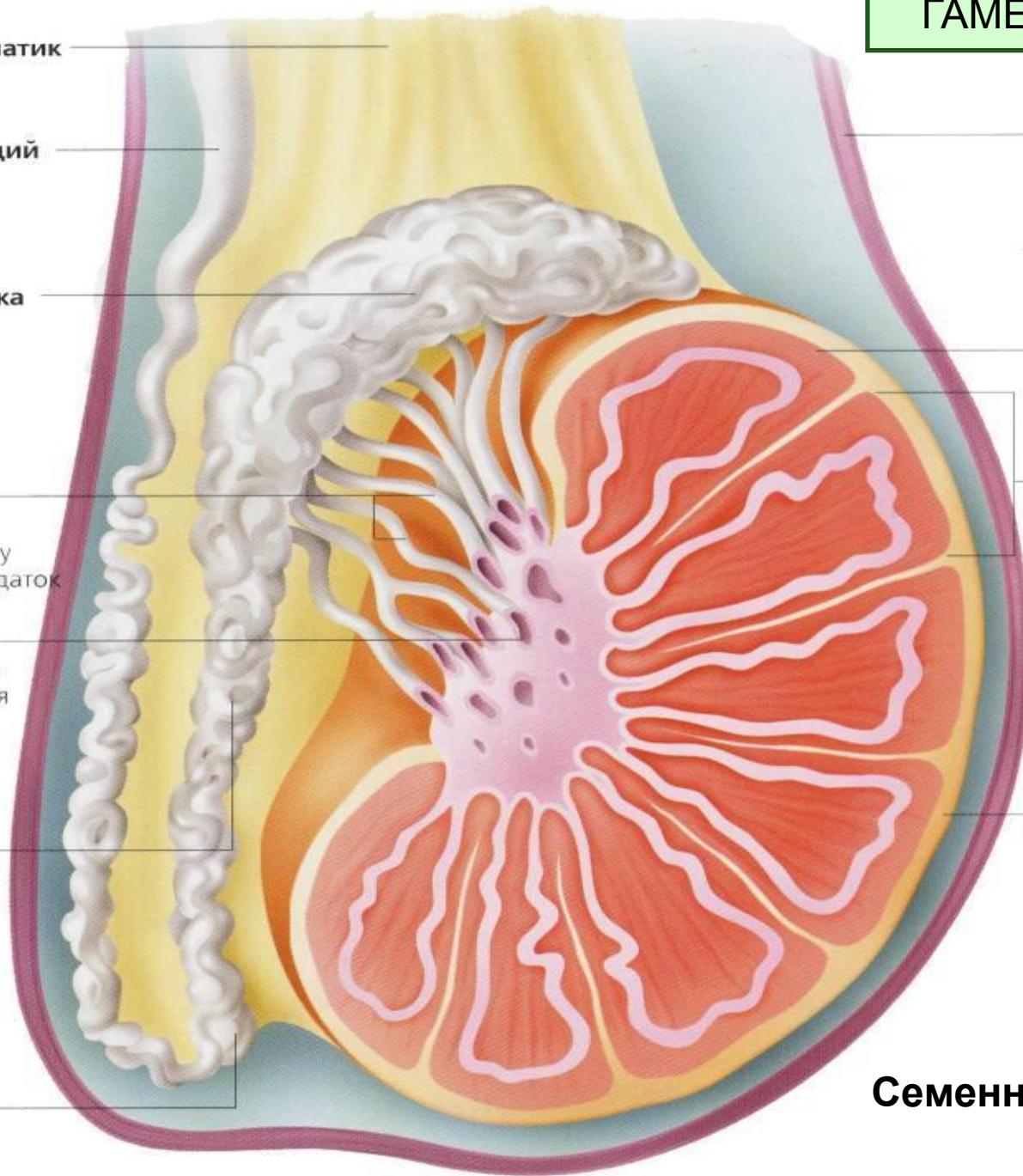
Яичко

Долька

Содержит от 1 до 4 сильно извитых семенных канальца, где продуцируется сперма; в соединительной ткани вокруг канальцев присутствуют лейдиговские клетки, вырабатывающие мужские половые гормоны

Белочная оболочка

Каждое яичко окружено этой плотной защитной капсулой

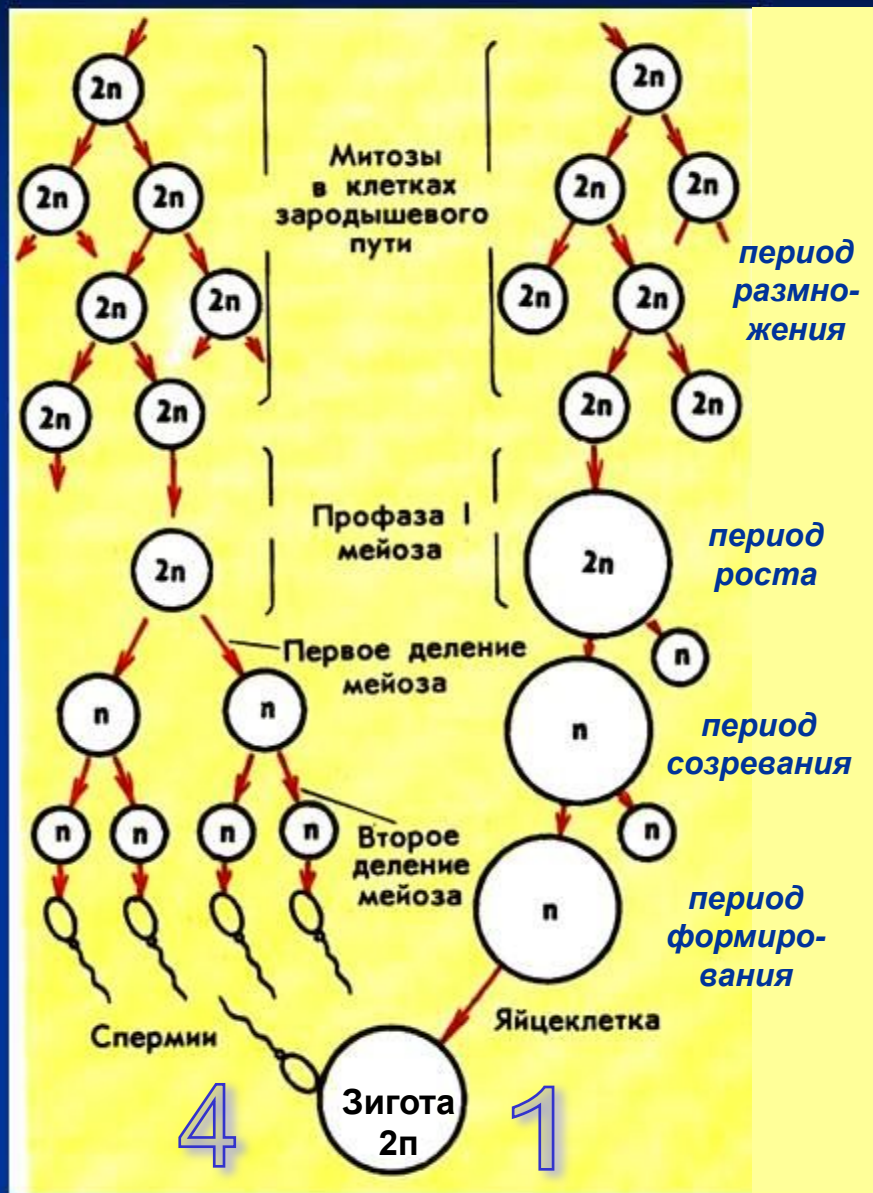


Семенник в разрезе





# ГАМЕТОГЕНЕЗ



## ГАМЕТОГЕНЕЗ

**Сперматогенез** ♂  
(в семенниках)

**Овогенез** ♀  
(в яичниках)

Период размножения  
(МИТОЗ)

В репродуктивный период

В эмбриональный период

Период роста  
(интерфаза)

Незначительный  
Спермацит 1-го  
порядка

Длительный период  
Ооцит 1-го  
порядка

Период созревания  
(мейоз)

Первое и второе  
мейотическое  
деление

Первое и второе  
неравномерное  
мейотическое  
деление

4 сперматозоида

1 яйцеклетка

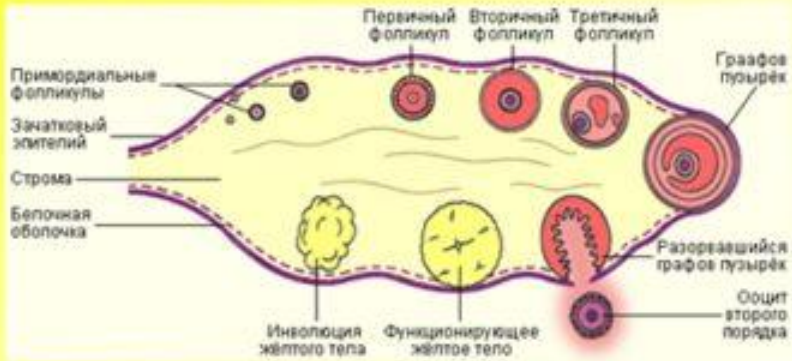


# Сперматогенез

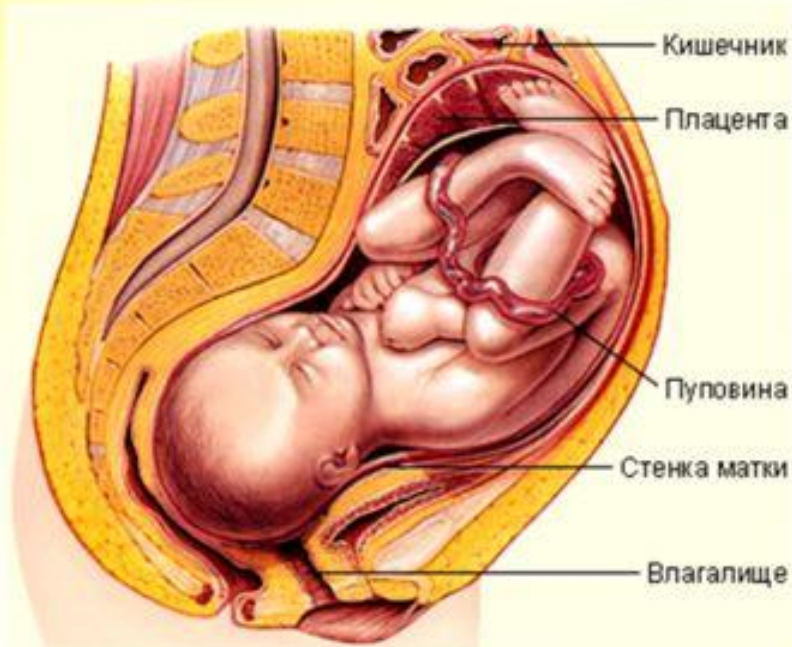
Аппарат Гольджи перемещается к одному из полюсов ядра и образует *акросому*. Центриоли занимают место у противоположного полюса ядра. У основания жгутика в виде спирального чехла концентрируются митохондрии. Почти вся цитоплазма сперматиды отторгается.



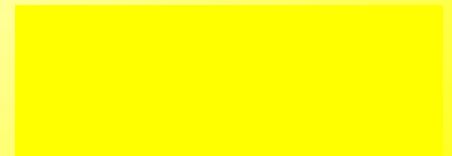
# Овогенез



Все периоды развития яйцеклеток осуществляются у животных в яичниках. В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости (в частности, у позвоночных животных), процесс образования яйцеклеток начинается еще у зародыша.

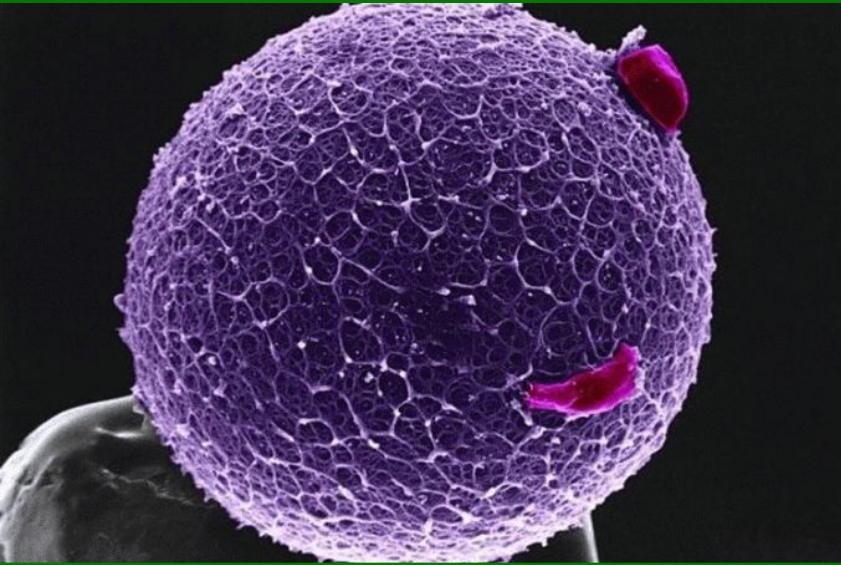


*Период размножения* полностью осуществляется на зародышевой стадии развития и заканчивается к моменту рождения (у млекопитающих и человека).





# ГАМЕТЫ



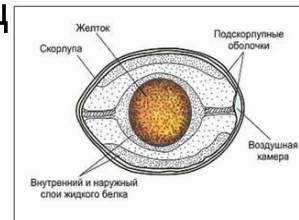
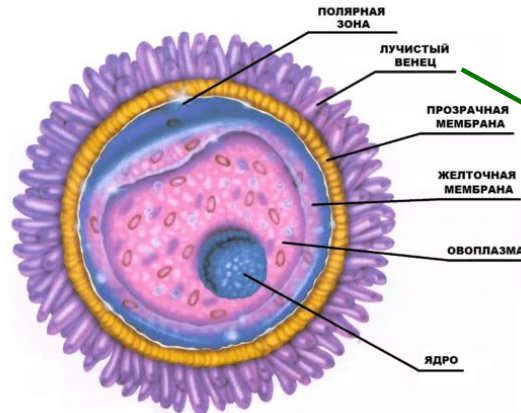
1. Треска	0,13 мм
2. Коллошка	2,0 мм
3. Лососевые рыбы	6-9 мм
4. Кошачья акула	15 мм
5. Травяная лягушка	2 мм
6. Прыткая ящерица	8,0 мм
7. Курица	35,0 мм
8. Страус	155 мм
9. Млекопитающие	0,06 – 2мм
10. Человек	0,1 мм

**ЯЙЦЕКЛЕТКА** – крупная, неподвижная клетка с большим запасом питательных веществ

У яйцеклеток различают оболочки

- Первичная - собственная мембрана яйцеклетки
- Вторичная – продукт фолликулярных клеток
- Третичная – продукт яйцеводов, особенно выражена у птиц

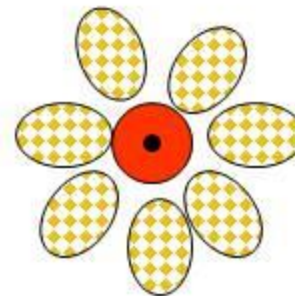
В частности, у млекопитающих эта оболочка называется Zona pillucida



Ovary - яичник женщины  
Follicle - фолликул  
Egg - яйцеклетка  
Surgical instrument - хирургический инструмент

# Типы яйцеклеток

- **Алецитальная** – желтка нет – он в желточных клетках
- **Олиголецитальная** – желтка мало
- **Мезолецитальная** – желтка среднее количество
- **Полилецитальная** – очень много желтка



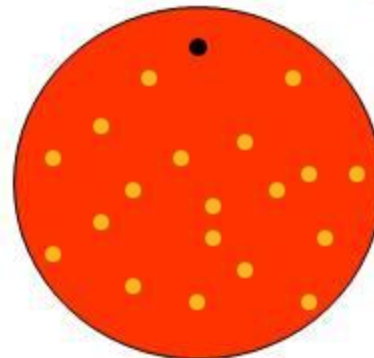
плоские черви



ланцетник, плацентарные млекопитающие



амфибии, некоторые рыбы



некоторые рыбы, рептилии, птицы, яйцекладущие млекопитающие



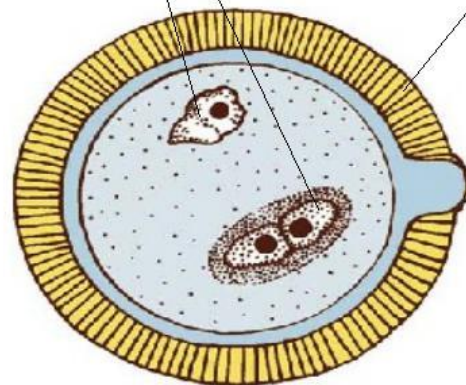
# ГАМЕТЫ



## Сперматозоид



## 2 СПЕРМИИ ВНУТРИ ПЫЛЬЦЫ



## Спермий растений малоподвижен

- Продолжительность жизни: несколько минут - несколько суток.
- В длину 0,05мм. Скорость 3,5 мм/мин
- Y-хромосомы активны 24 часа (сперматозоид для зачатия мальчика)
- X-хромосомы активны 48 часов (сперматозоид для зачатия девочки)

В ядре соматической клетки тела человека в норме содержится 46 хромосом. Сколько хромосом содержится в оплодотворённой яйцеклетке?

46

У плодовой мухи дрозофилы в соматических клетках содержится 8 хромосом, а в половых клетках?

4

Сколько хромосом имеет соматическая клетка животного, если гаметы содержат 38 хромосом?

76

Белок состоит из 240 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов в гене, в котором закодирована первичная структура этого белка?

720

Гамета пшеницы содержит 14 хромосом. Каково число хромосом в клетке её стебля?

28

В клетке листа вишни 32 хромосомы. Сколько хромосом содержит макроспора этого растения?

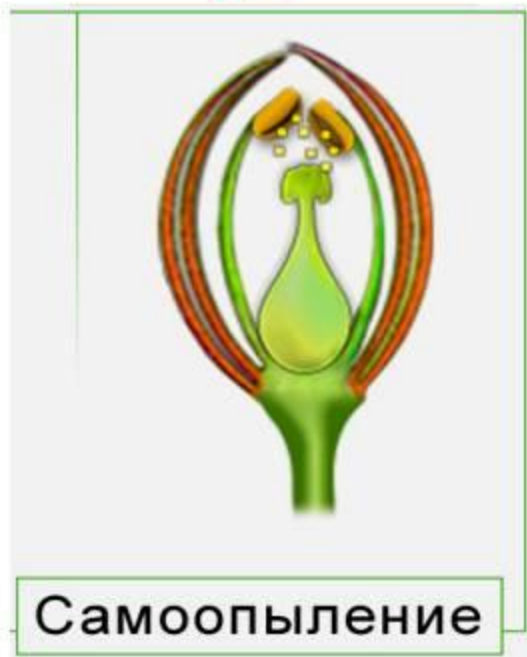
16



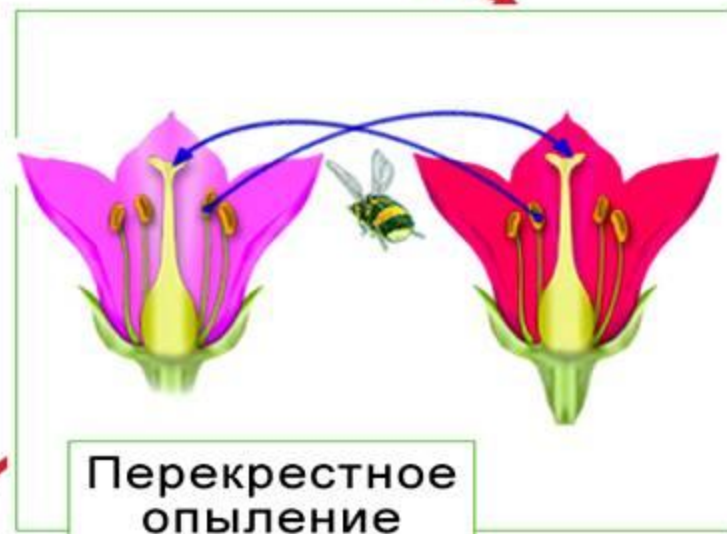
# ОПЛОДОТВОРЕНИЕ



# Типы опыления



- ❖ Происходит в закрытом бутоне.
- ❖ Тычинки должны быть длиннее пестика



ветром



насекомыми



птицами

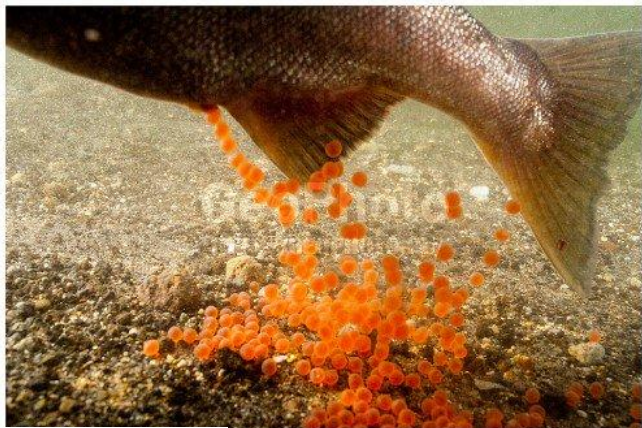




# ВИДЫ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ

## Наружное (внешнее)

– происходит в воде, где сперматозоиды могут передвигаться.  
Встречается: у рыб, земноводных.



## Внутреннее оплодотворение

- происходит внутри тела самки.  
Встречается: у птиц, млекопитающих, пресмыкающихся.  
При внутреннем оплодотворении число детенышей в одном помете небольшое.











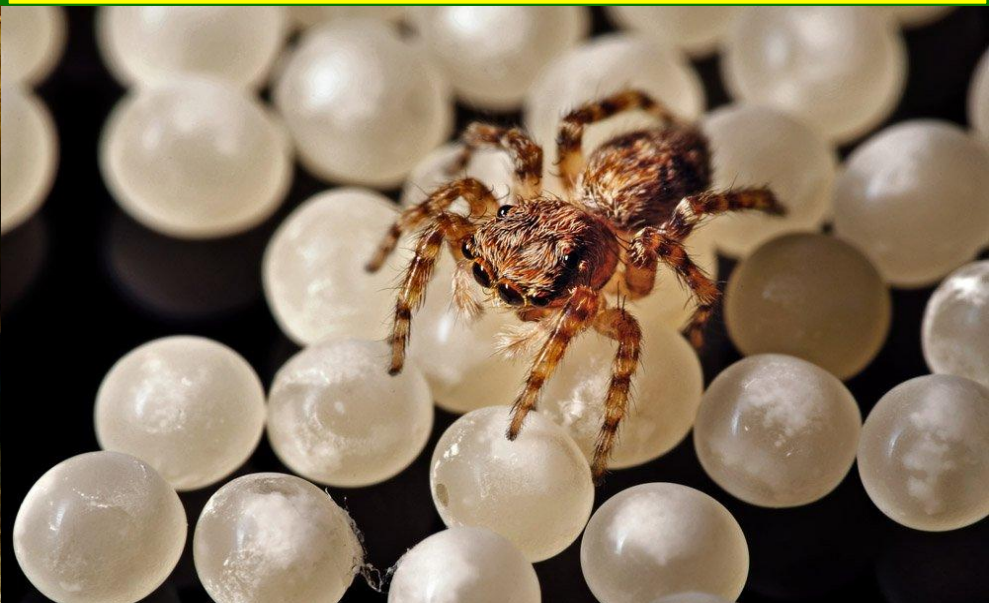
Моллюски брюхоногие



Пресмыкающиеся



Моллюски головоногие



Членистоногие



# Гермафродиты

- Обоеполые животные
- Преимущество обоеполости - возможность самооплодотворения
- При наличии полового партнера наблюдается перекрестное оплодотворение
- Кишечнополостные, плоские, кольчатые черви, некоторые моллюски, круглоротые (миксины), морской окунь





# Гермафродитизм

**Естественный**

**Аномальный**

Губки, кишечнополостные,  
плоские черви,  
кольчатые черви, моллюски,  
ракообразные и некоторые  
рыбы

Человек и  
раздельнопол  
ые  
животные

Одновременная  
выработка гамет

Попеременная  
выработка гамет

Сначала ♂ -  
протандрический  
гермафродитизм

Сначала ♀ -  
протерогинический  
гермафродитизм

## Гермафродитизм.

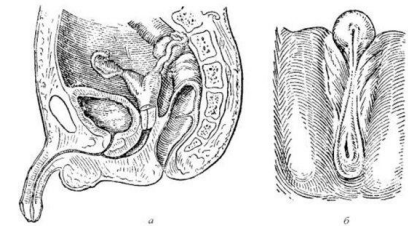


Рис. 313. Породы развития половых органов (Павлов Г. Ф., 1949):  
а - истинный гермафродитизм (сагиттальное сечение таза); наружные половые органы соответствуют мужским половым органам, но вполне развитые и слитые яичник и яичников находится в таза; внутренние половые органы - в составе яичка, яичников и матки (сауроской);  
б - ложный гермафродитизм (ненормально развитый клитор) в сочетании с частичной гипоспадией

Различают истинный и ложный гермафродитизм

# Гермафродитизм

- У нормально раздельнополых животных и человека встречается **аномальный** гермафродитизм:
- результат геномных нарушений
- гормональные нарушения
- В одних случаях у животных развиваются женские и мужские половые железы, в других случаях половые железы принадлежат одному полу, а вторичные половые признаки демонстрируют принадлежность к другому полу.
- В результате у самок развивается мужеподобие (**маскулинизация**), а у самцов — женоподобие (**феминизация**).





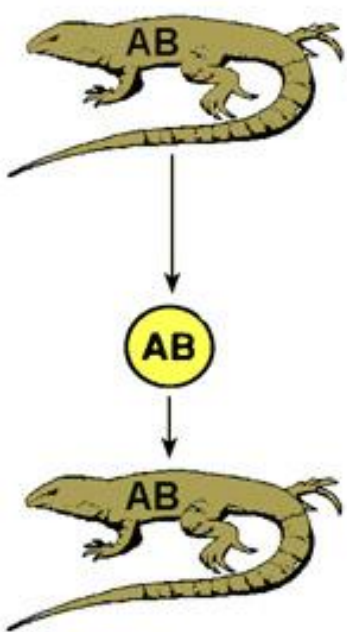
# Партеногенез

**Партеногенез** (гр. девственное происхождение) – половое размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки.

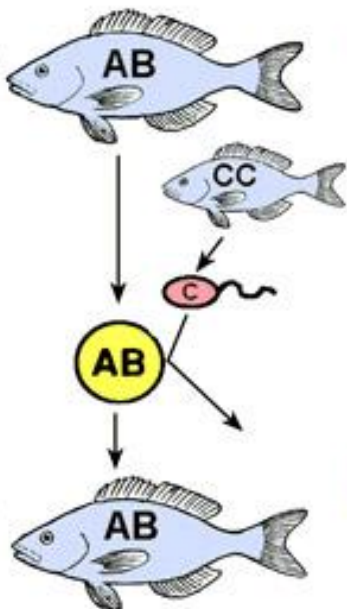




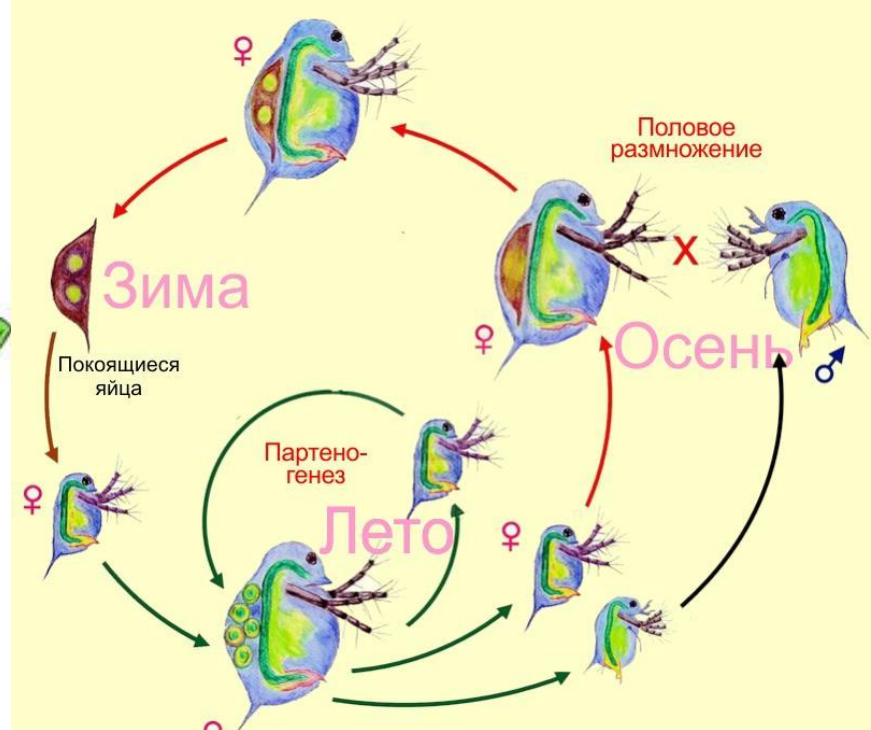
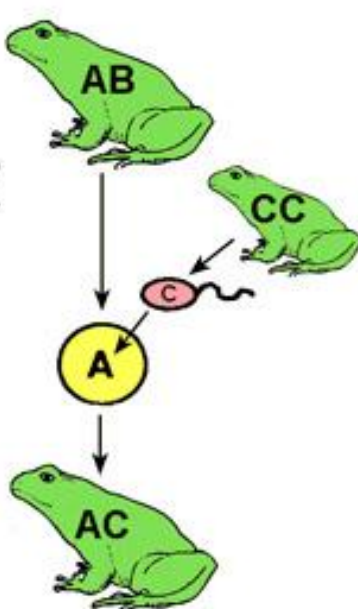
Партеногенез



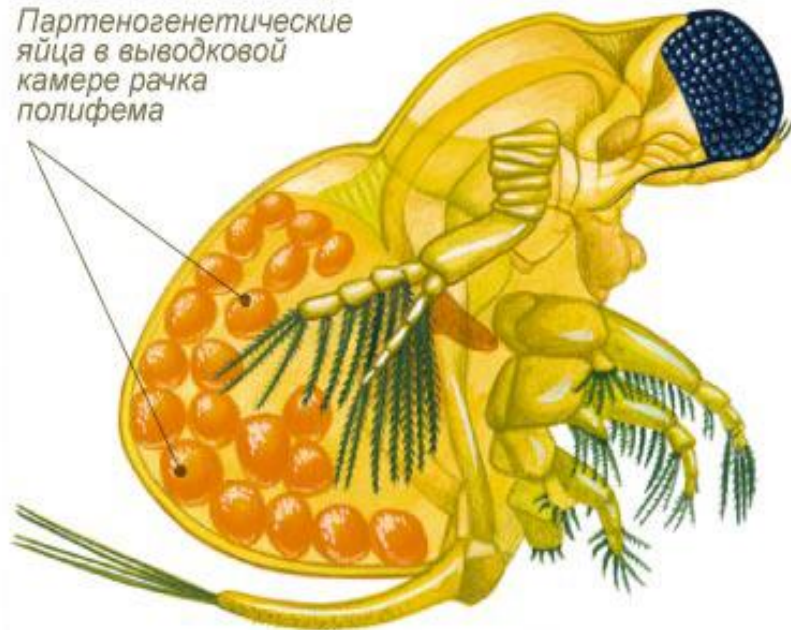
Гиногенез



Гибридогенез



Партеногенетические яйца в выводковой камере рачка полифема





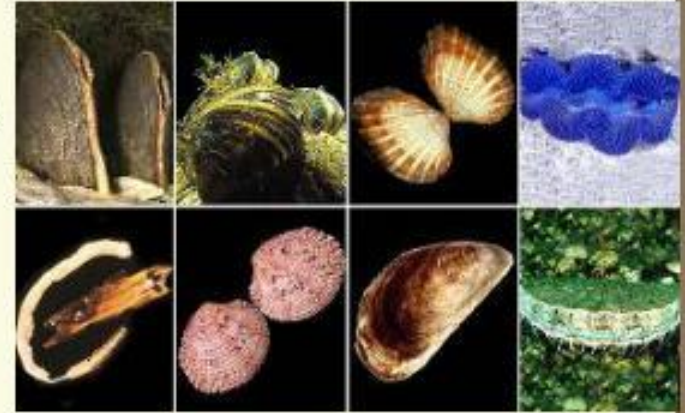


# Формы партеногенеза

✓ **Гиногенез** (от греч. *gune* — женщина и ...генез), способ развития яйцеклетки и образования зародыша, при котором после проникновения в нее сперматозоида их ядра не сливаются и в развитии участвует только ядро яйцеклетки (серебристый карась, некоторые тритоны).

✓ **Андрогенез** (от греч. *aner*, род. п. *andros* — мужчина и ...генез), «мужской партеногенез», развитие яйца (после проникновения в него сперматозоида) только с мужским ядром. Наблюдается обычно в случае гибели женского ядра до оплодотворения (тутовый шелкопряд)

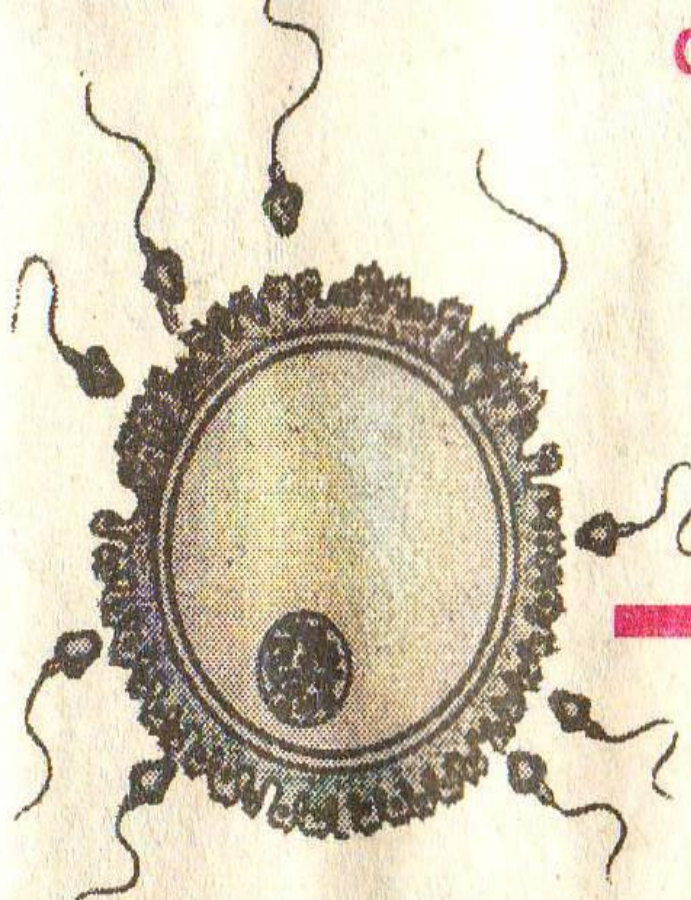
✓ **Педогенез** (от греч. *pais*, род. п. *paídos* — дитя и ...генез) (детское размножение), форма партеногенеза, при которой неоплодотворенные яйцеклетки, дающие начало новому поколению, развиваются еще в теле личинок. Известны у ряда беспозвоночных (некоторых мух, морских ракообразных).



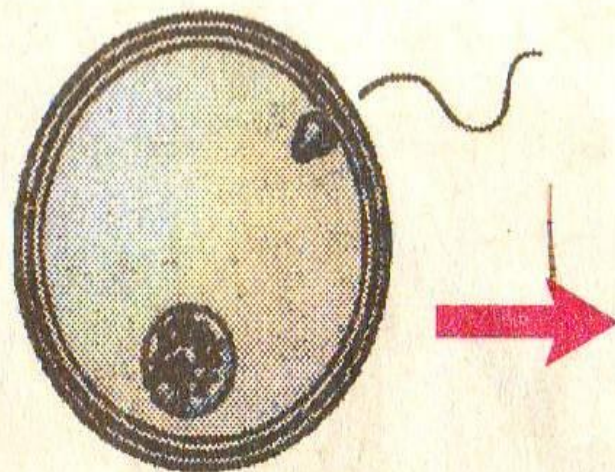
- **Гермафродитизм** – двуполость, наличие возможности у одной особи к производству женских и мужских гамет
- **Партеногенез** – принцип размножения без оплодотворения



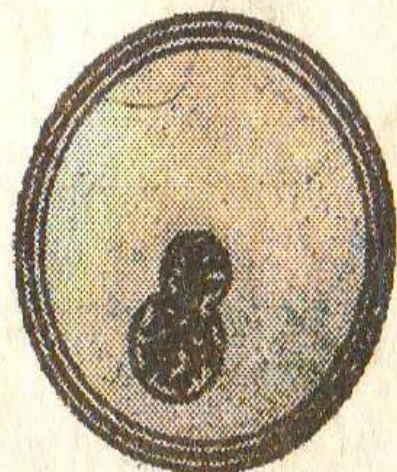
## ОПЛОДОТВОРЕНИЕ



Яйцеклетка, окруженная сперматозоидами. После проникновения сперматозоида она теряет фолликулярные клетки, окружающие ее.



Сперматозоид проникает через мембрану яйцеклетки, разрушая ее специальным веществом. Мембрана становится непроницаема для других сперматозоидов.



Сперматозоид теряет жгутик и увеличивается в объеме. Ядра сперматозоида и яйцеклетки сливаются.



Мейотическое веретено

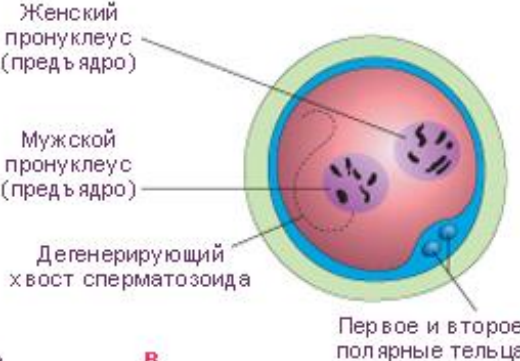
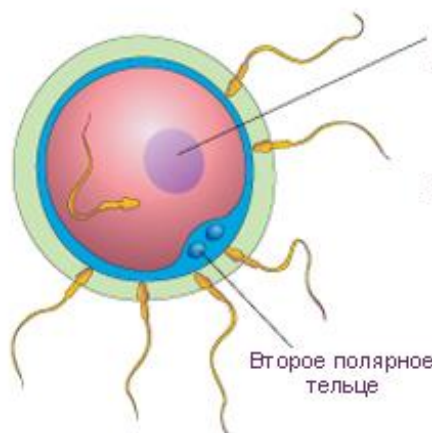
Прозрачная зона (оболочка)

Лучистый венец

Вторичный овоцит

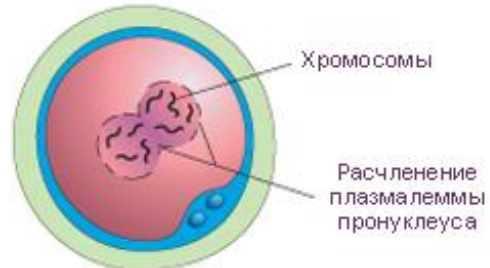
Первое полярное тельце

**А**



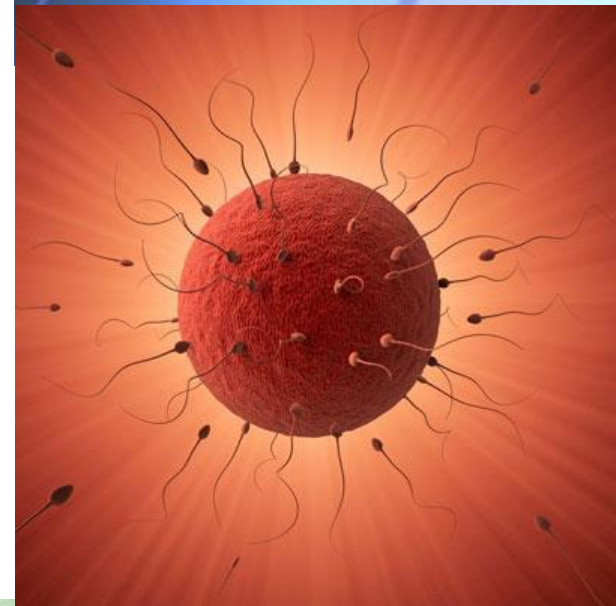
**Б**

**В**



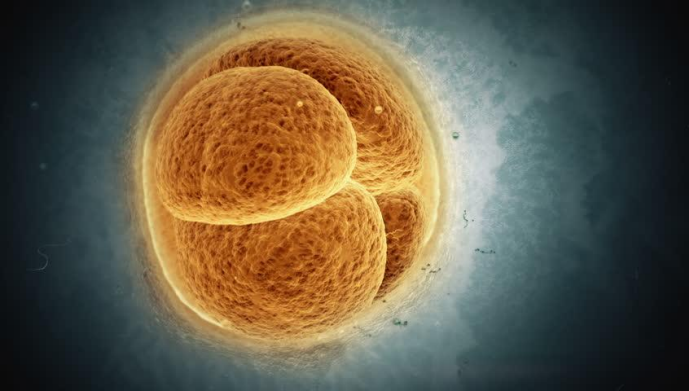
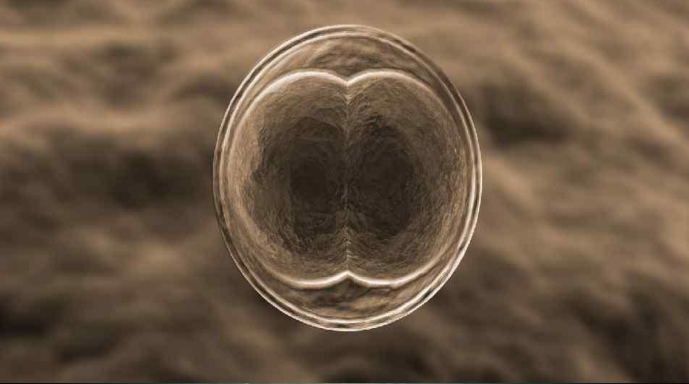
**Г**

**Д**





# ЗИГОТА



- Первая клетка нового организма
- Диплоидная 2п
- Подвергается дроблению
- Тотипотентна (Э. Страсбургер)
- Характеризуется повышенным обменом веществ, усиленными процессами синтеза белка
- Окислительные процессы в зародыше увеличены в 70-80 раз по сравнению с обычной клеткой
- Первое дробление происходит спустя 30 часов после оплодотворения

# Эмбриогенез

ЗИГОТА

морула

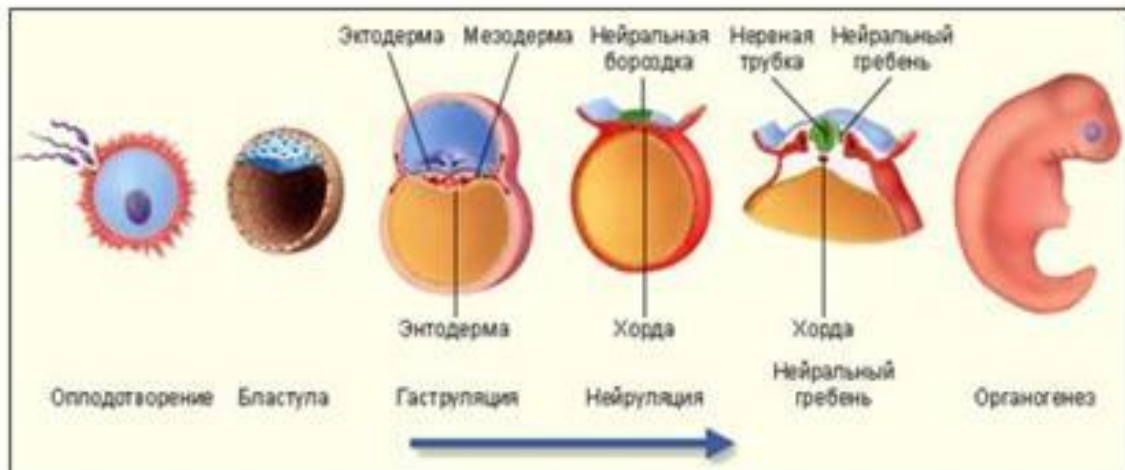
бластула

гаструла

нейрула

ГИСТОГЕНЕЗ

ОРГАНОГЕНЕЗ

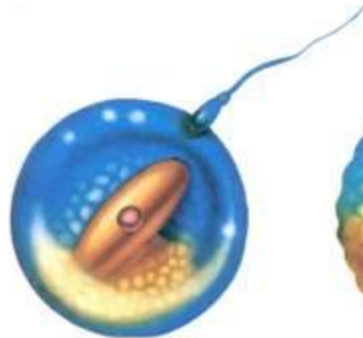




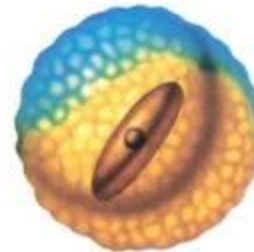
# Оплодотворение яйцеклетки и образование зародыша



свободная  
яйцеклетка



оплодотворение



зигота



зигота делится  
на 4 клетки



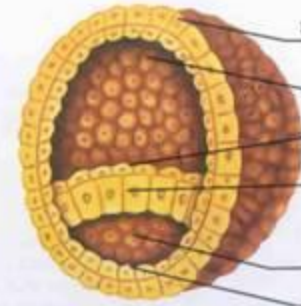
зигота делится  
на 8 клеток

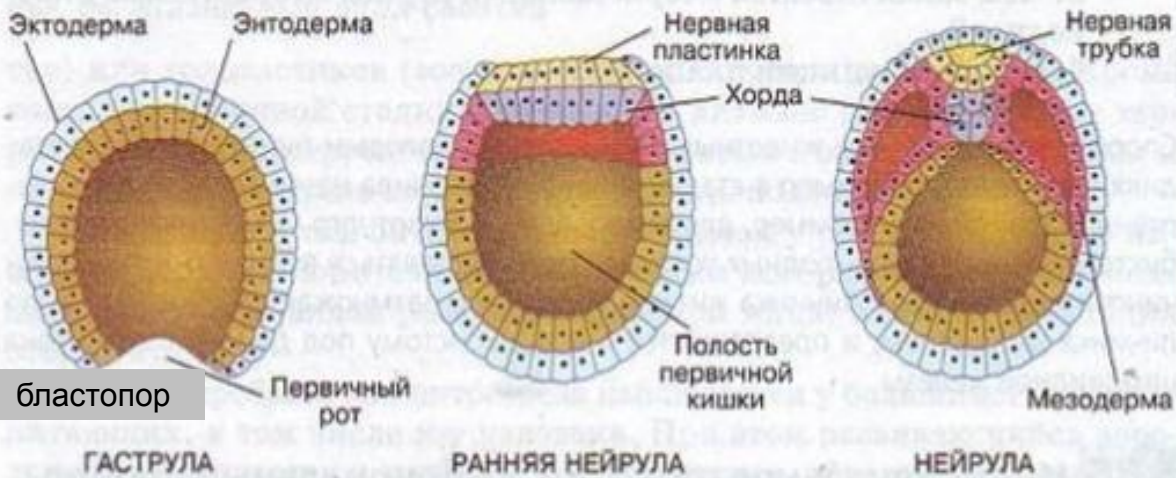


зигота делится  
на 32 клетки



разрез морулы





Дробление

Бластула

1-о слойный

Гастрола

2-х слойный

Нейрула

3-х слойный

Дробление – Инвагинация – Гастроляция – Нейруляция – Гистогенез – Органогенез





## Зародышевые листки

## Системы органов

**Эктодерма**

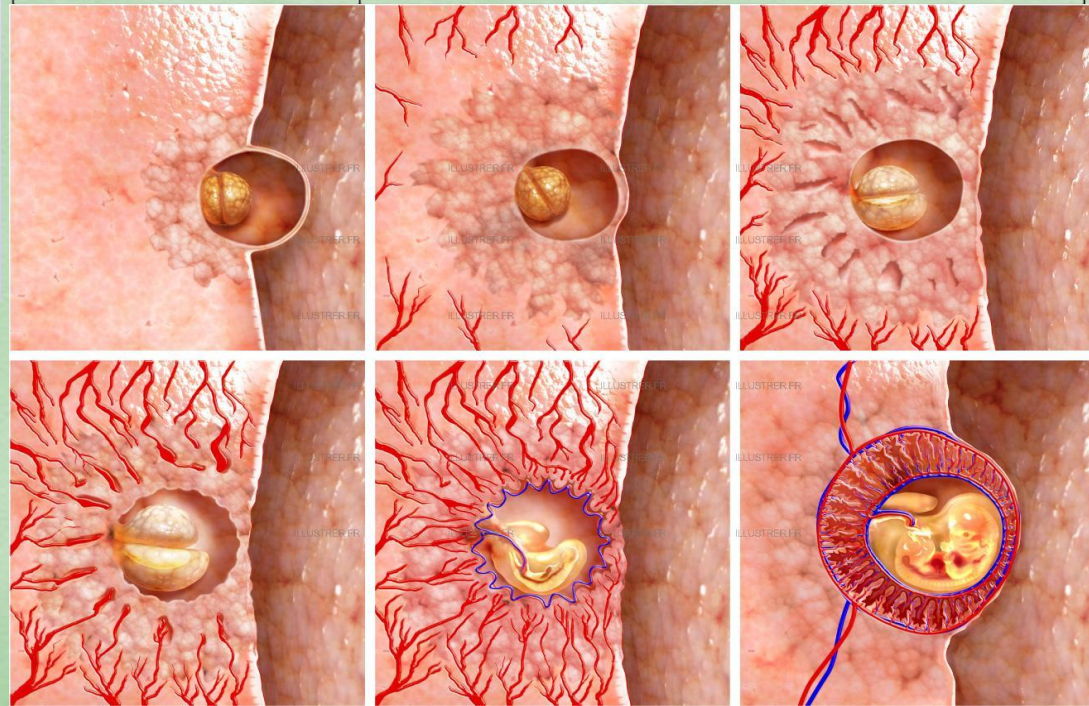
Кожа, нервная система, органы чувств

**Энтодерма**

Пищеварительный канал, печень, поджелудочная железа, легкие, хорда

**Мезодерма**

Мускулатура, сердечная мышца, кровь, кровеносные сосуды, скелет – кости и хрящи, семенники, яичники, почки





Нейрула

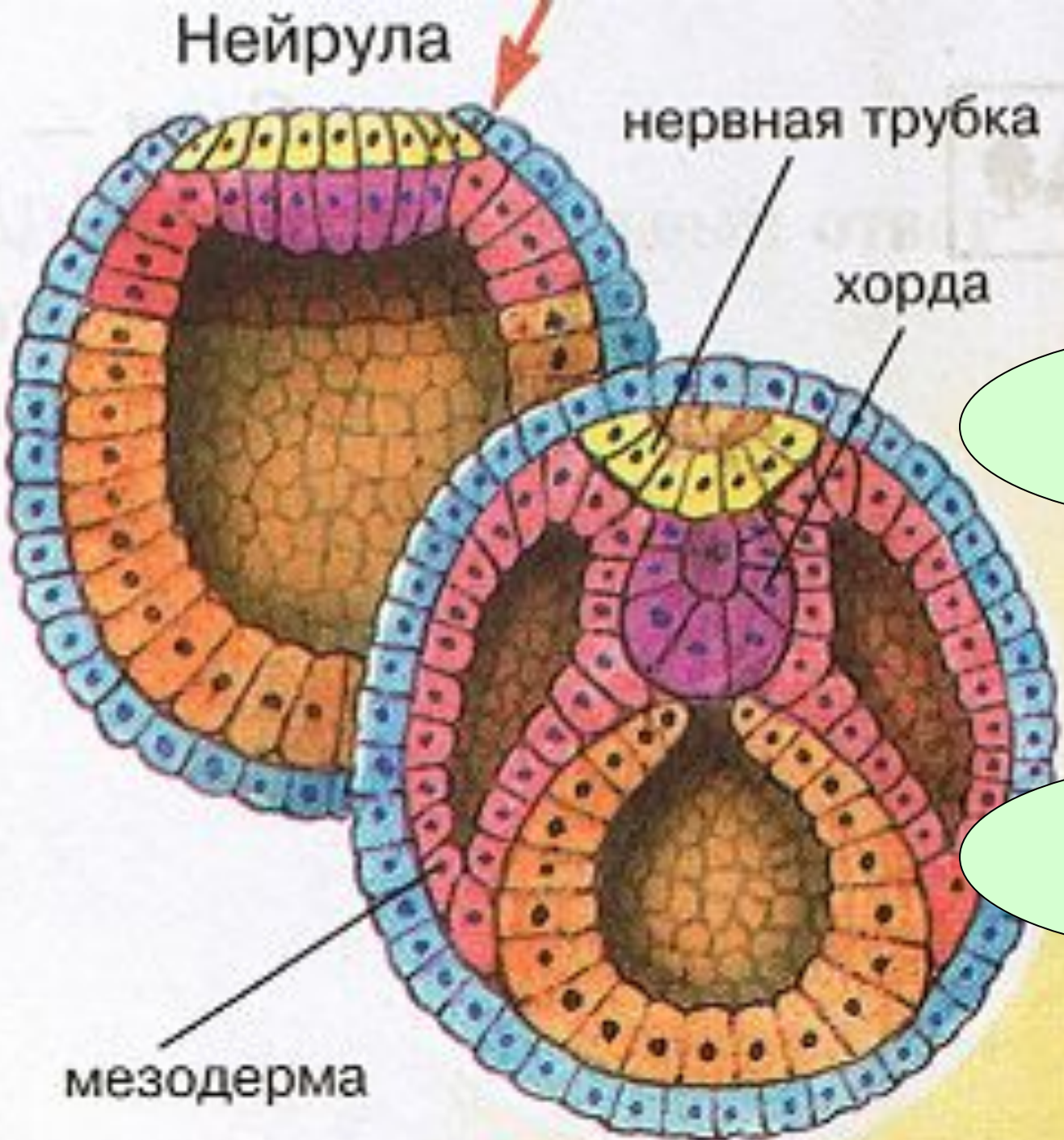
нервная трубка

хорда

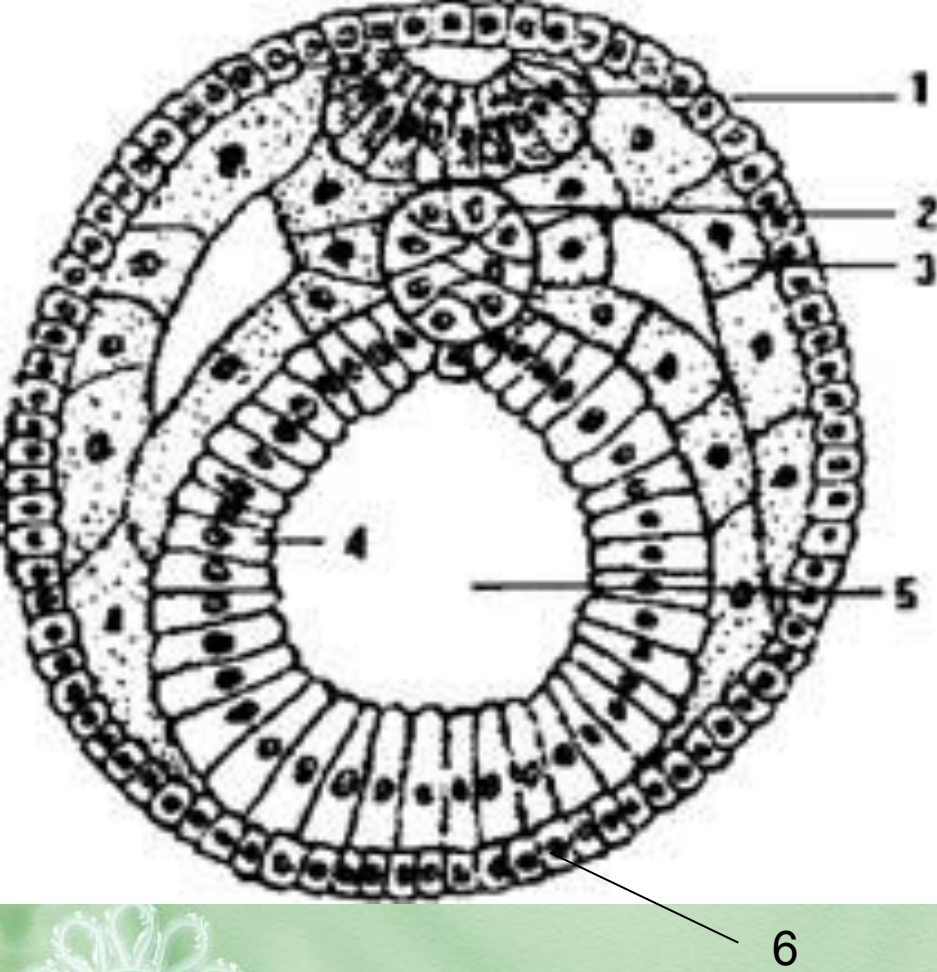
Двухслойный  
зародыш

Трехслойный  
зародыш  
хордовых

мезодерма







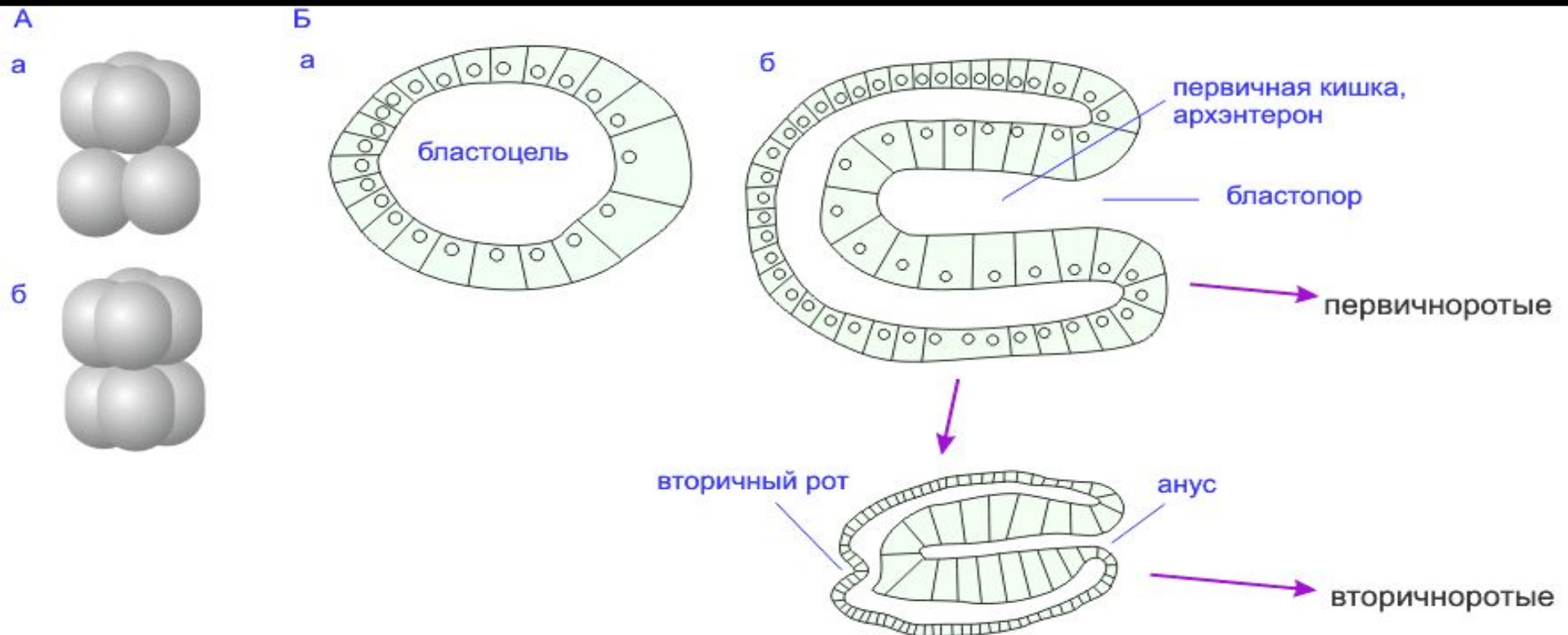
- 1 - нервная трубка – создание нервной системы
- 2 – хорда. Сохраняется всю жизнь только у ланцетника, у хордовых образует межпозвонковые диски
- 3 – мезодерма – образует скелет, кости, хрящи, сердце, кровеносную и лимфатическую систему, половые органы
- 4 – энтодерма – образует пищеварительную систему, пищеварительные железы, дыхательную систему, хорду
- 5 – гастрощель – образует полость кишечника
- 6 – эктодерма – образует кожу, органы чувств, роговые производные кожи, кожные железы, нервную систему

**ВОПРОС?**

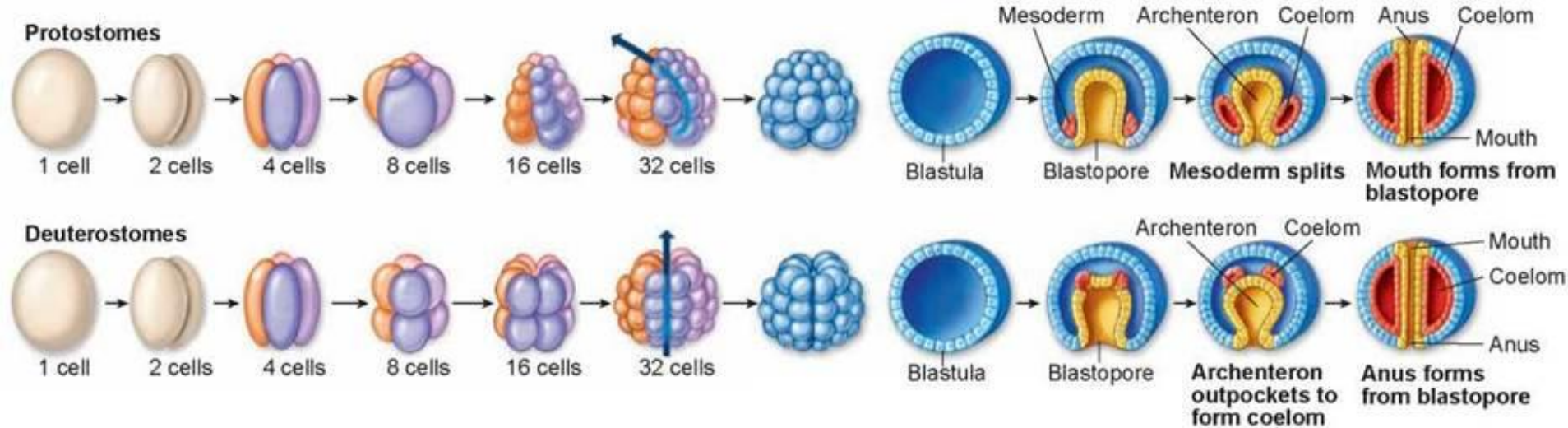
- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –

Назовите слои?  
Функции?

<p><b>Двухслойные зародыши</b></p>	<p><b>Кишечнополостные (медузы, кораллы, гидры)</b></p>
<p><b>Трехслойные зародыши</b></p>	<p><b>Плоские черви - первые, затем и все остальные беспозвоночные и хордовые</b></p>
<p><b>Первичноротые</b></p>	<p><b>Черви, Моллюски, Членистоногие</b></p>
<p><b>Вторичноротые</b></p>	<p><b>Иглокожие, Хордовые</b></p>







## Эктодерма

- Эпидермис кожи и его производные (ногти, волосы)
- Челюсти и эмаль зубов
- Нервная система
- Органы чувств
- Рецепторы

## Энтодерма

- Пищеварительный тракт
- Печень
- Поджелудочная железа
- Эпителий кишки
- Щитовидная железа
- Тимус
- Легкие
- Альвеолы

## Мезодерма

- Мускулатура
- Дерма
- Сердце
- Сосуды
- Кровь
- Хрящи
- Кости
- Лимфатическая система
- Почки
- Яичники
- Семенники

По наличию  
зародышевых  
оболочек

**Анамнии**

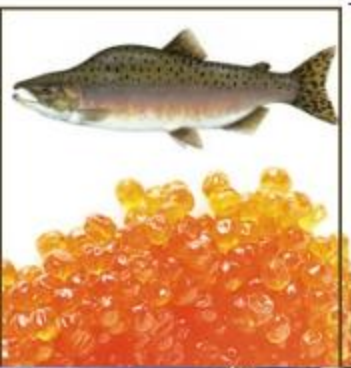
**Амниоты**

Зародышевые  
оболочки  
отсутствуют

Есть  
амниотическая  
оболочка  
с жидкостью

**Рыбы, амфибии**

**Рептилии,  
птицы,  
млекопитающие**



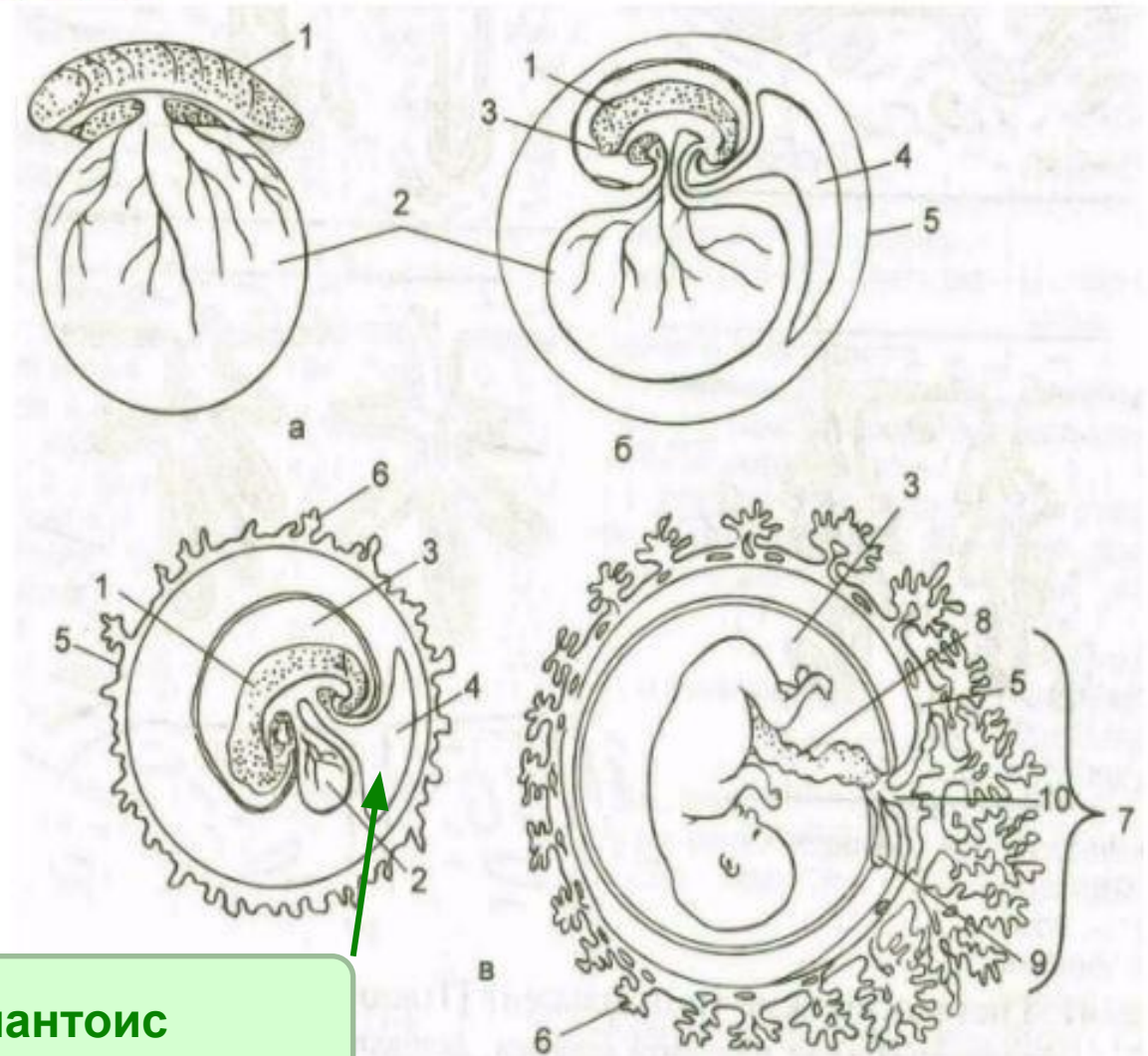
2





# ПРОВИЗОРНЫЕ ОРГАНЫ ПОЗВОНОЧНЫХ

**а** – амамнии; **б** –  
неплацентарные  
амниоты; **в** –  
плацентарные амниоты;  
**1** – зародыш; **2** –  
желточный мешок; **3** –  
амнион; **4** – аллантоис;  
**5** - хорион; **6** – ворсины  
хориона; **7** – плацента; **8** –  
пупочный канатик; **9** –  
редуцированный  
желточный мешок; **10** –  
редуцированный  
аллантоис.



**Аллантоис**

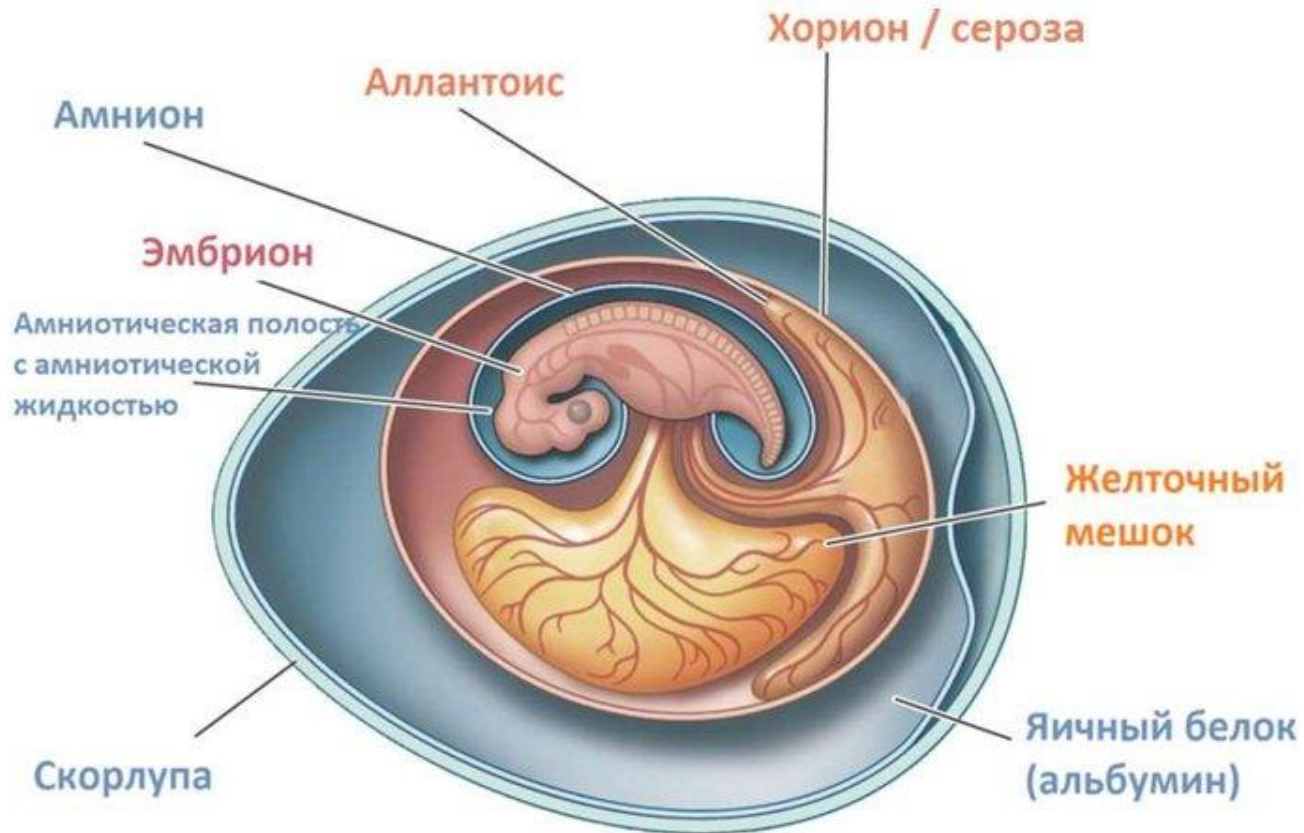
# Строение амниотического яйца.

**ОТРЫВ ОТ ВОДЫ**

## Эмбриональные оболочки:

- 1. Амнион:** содержит эмбрион в жидкости;
- 2. Хорион** (у млекоов): связь с кровеносной системой матери. У рептилия и птиц – сероза.
- 3. Аллантаис:** продукты обмена (мочевина)

- Скорлупа: защита + газообмен
- Белок (альбумин): запас воды;
- Желточный мешок: вителлин.





• **У козы в соматических клетках 56 хромосом. Сколько у козы:**

1. Хромосом в яйцеклетке? 28
2. Хромосом в сперматозоиде? 28
3. Хромосом в клетках матки? 56
4. Аутосом в клетке эпидермиса? 54
5. Половых хромосом в клетке эпидермиса? 2
6. Молекул ДНК в клетке головного мозга? 56
7. Молекул ДНК в лейкоците? 56
8. Хромосом в эритроците? 0
9. Аутосом в яйцеклетке? 27
10. Половых хромосом в сперматозоиде? 1

• **У пшеницы в соматических клетках 28 хромосом. Сколько у пшеницы:**

1. Хромосом в яйцеклетке? 14
2. Хромосом в спермии? 14
3. Хромосом в клетках стебля? 28
4. Аутосом в клетке кожицы листа? 26
5. Половых хромосом в клетке эпидермы? 2
6. Молекул ДНК в клетке корня? 28
7. Молекул ДНК в яйцеклетке? 14
8. Хромосом в эндосперме? 42
9. Аутосом в яйцеклетке? 13
10. Половых хромосом в сперматозоиде? 1



# КОНЕЦ

