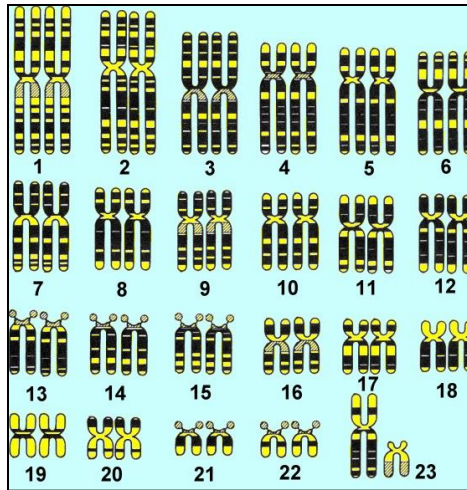


# Тема:

## «Генетика пола»

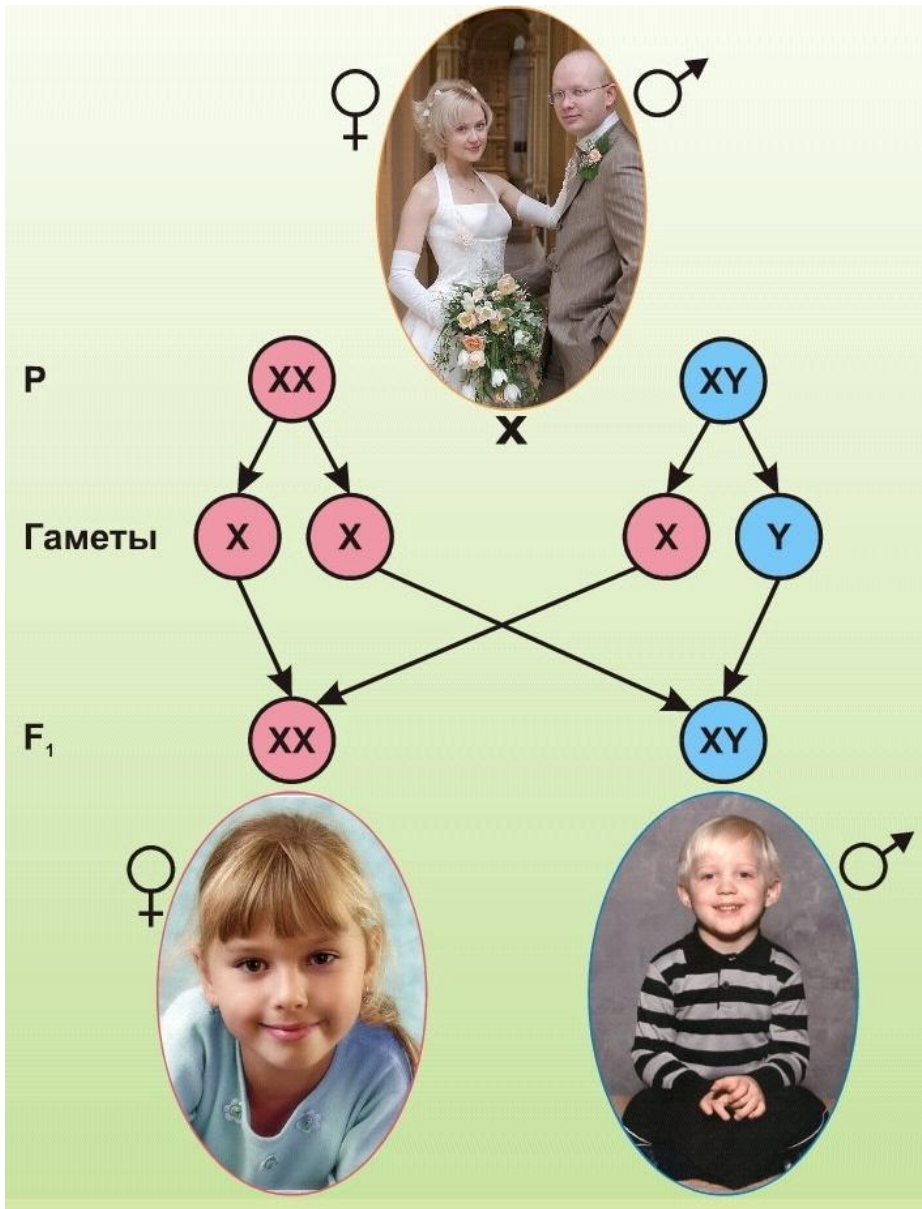


### Задачи:

- Дать характеристику механизму определения пола и особенностям наследования признаков, сцепленных с полом;
- Научиться решать задачи на наследование признаков, сцепленных с полом

*Пименов А.В.*

# 1. Определение пола

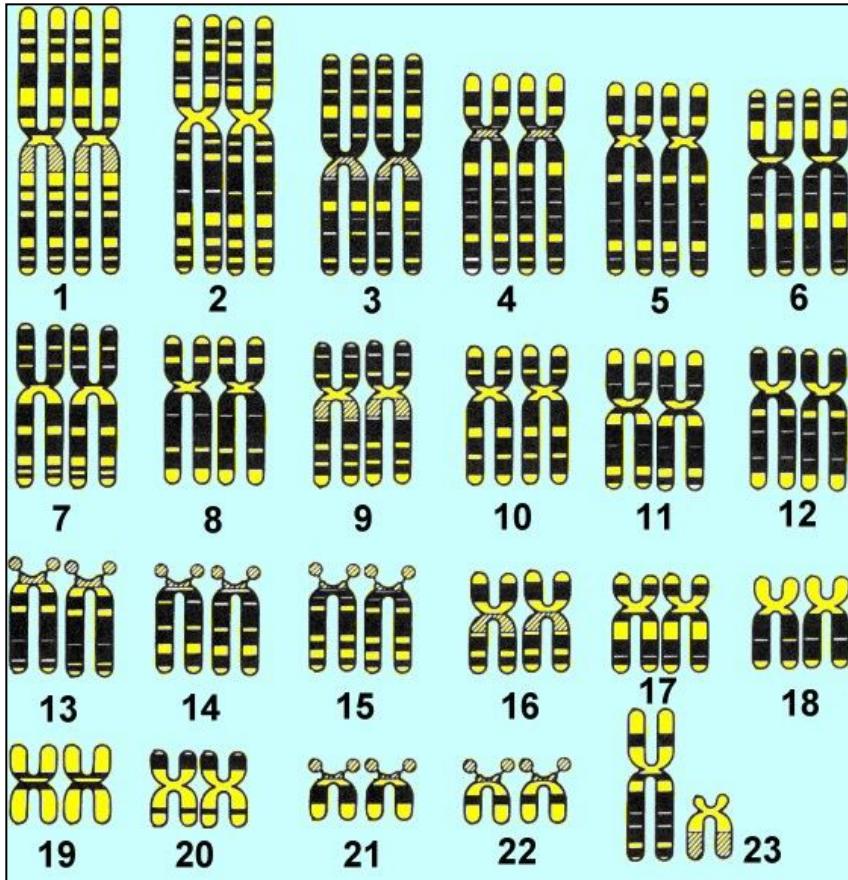


Как известно, большинство животных и двудомных растений являются раздельнополыми организмами, причем внутри вида количество особей мужского пола приблизительно равно количеству особей женского пола.

Наследование признаков организма, как правило, определяется генами. Механизм же определения пола имеет иной характер — **хромосомный**.

**Пол чаще всего определяется в момент оплодотворения.**

# 1. Определение пола



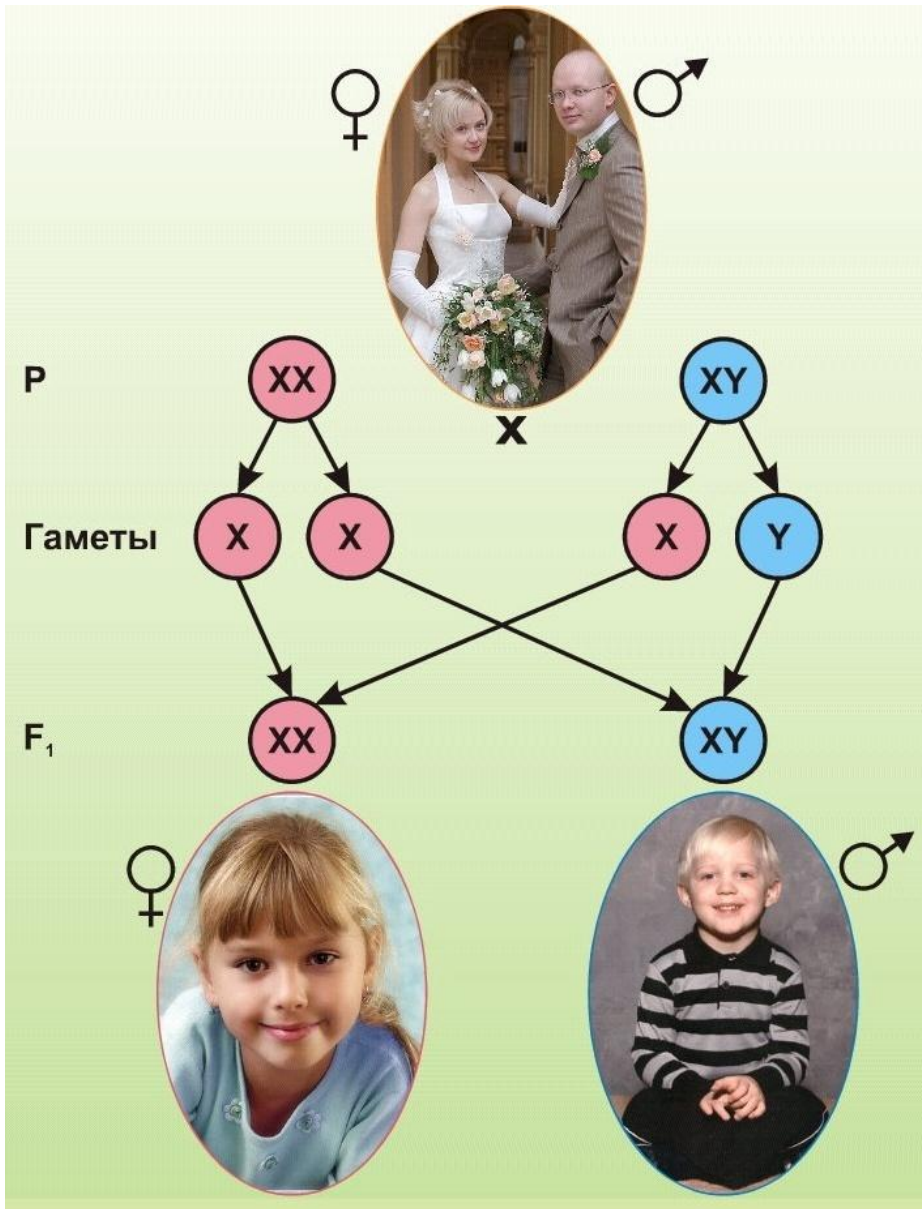
Хромосомы, одинаковые у обоих полов, называются аутосомами.

Хромосомы, по которым отличаются хромосомные наборы мужского и женского организмов, называются половыми.

У человека женский пол является **гомогаметным**, то есть все яйцеклетки несут X-хромосому.

Мужской организм — **гетерогаметен**, то есть образует два типа гамет — 50% гамет несет X-хромосому и 50% — Y-хромосому.

# 1. Определение пола

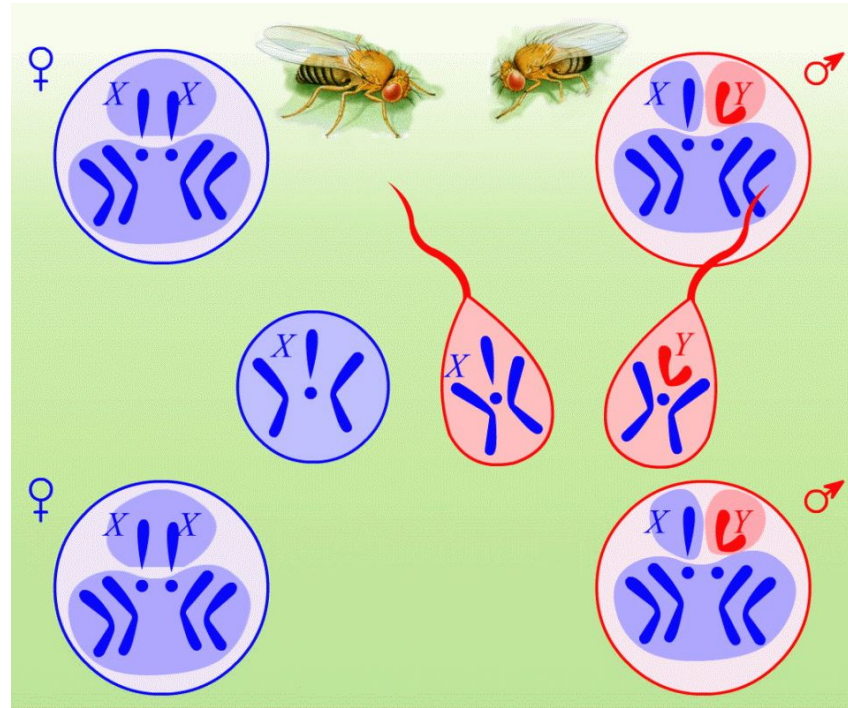


Если при оплодотворении образуется зигота, несущая две X-хромосомы, то из нее будет формироваться женский организм, если X-хромосому и Y-хромосому — мужской.

Поскольку женский организм имеет две одинаковые половые хромосомы, его можно рассматривать как **гомогаметный**, мужской, образующий два типа гамет — как **гетерогаметный**.



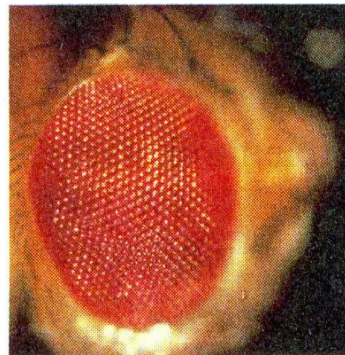
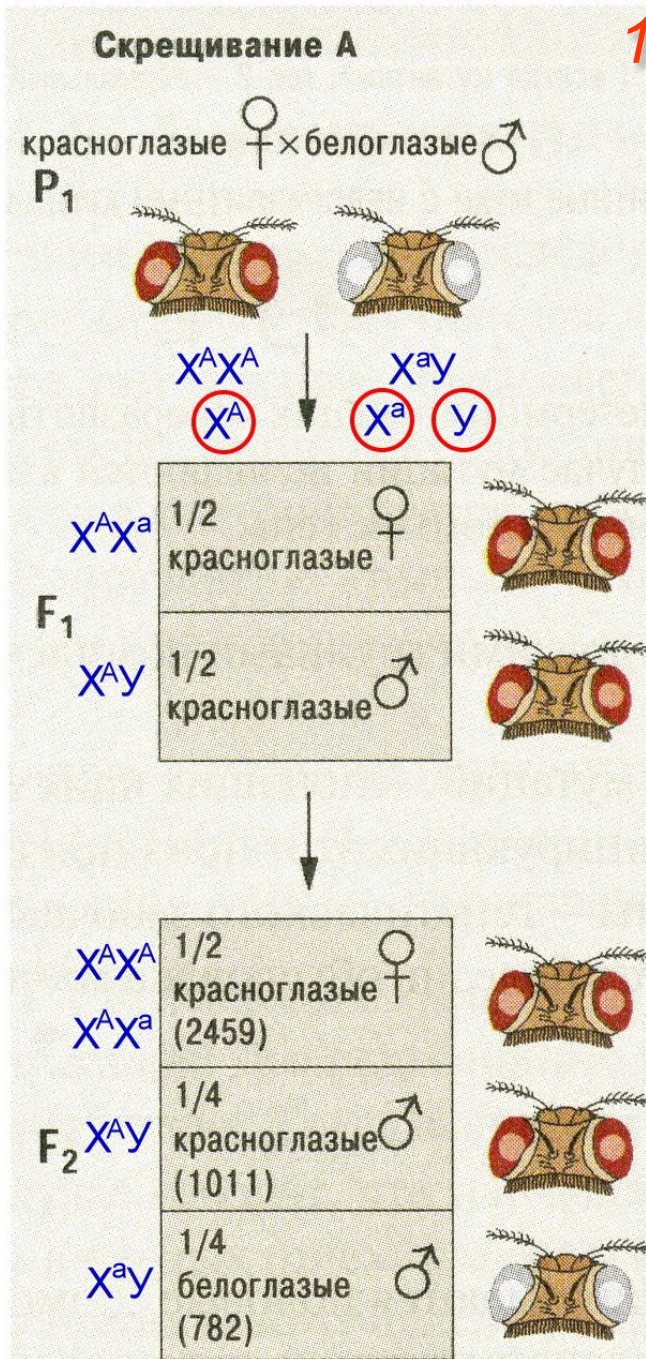
# 1. Определение пола



Так же определяется пол у дрозофилы, у которой 3 пары аутосом и одна пара половых хромосом. Женский пол – гомогаметный, половые хромосомы XX; мужской – гетерогаметный, половые хромосомы XY.

Пол, как и у человека, определяется в момент слияния гамет.

# 1. Определение пола



У дрозофилы красный цвет глаз доминирует над белым. При скрещивании красноглазых самок с белоглазыми самцами, в первом поколении все потомство оказывалось красноглазым.

Если скрестить между собой гибридов  $F_1$ , то во втором поколении все самки оказываются красноглазыми, а у самцов происходит расщепление — 50% белоглазых и 50% красноглазых.



## Скрещивание В

белоглазые ♀ × красноглазые ♂



$X^aX^a$        $X^AY$

$X^AX^a$	1/2 красноглазые ♀
$X^aY$	1/2 белоглазые ♂



$X^AX^a$	1/4 красноглазые ♀ (129)
$X^aX^a$	1/4 белоглазые ♀ (88)
$X^AY$	1/4 красноглазые ♂ (132)
$X^aY$	1/4 белоглазые ♂ (86)



## 1. Определение пола

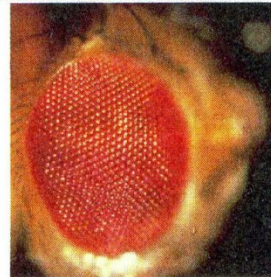
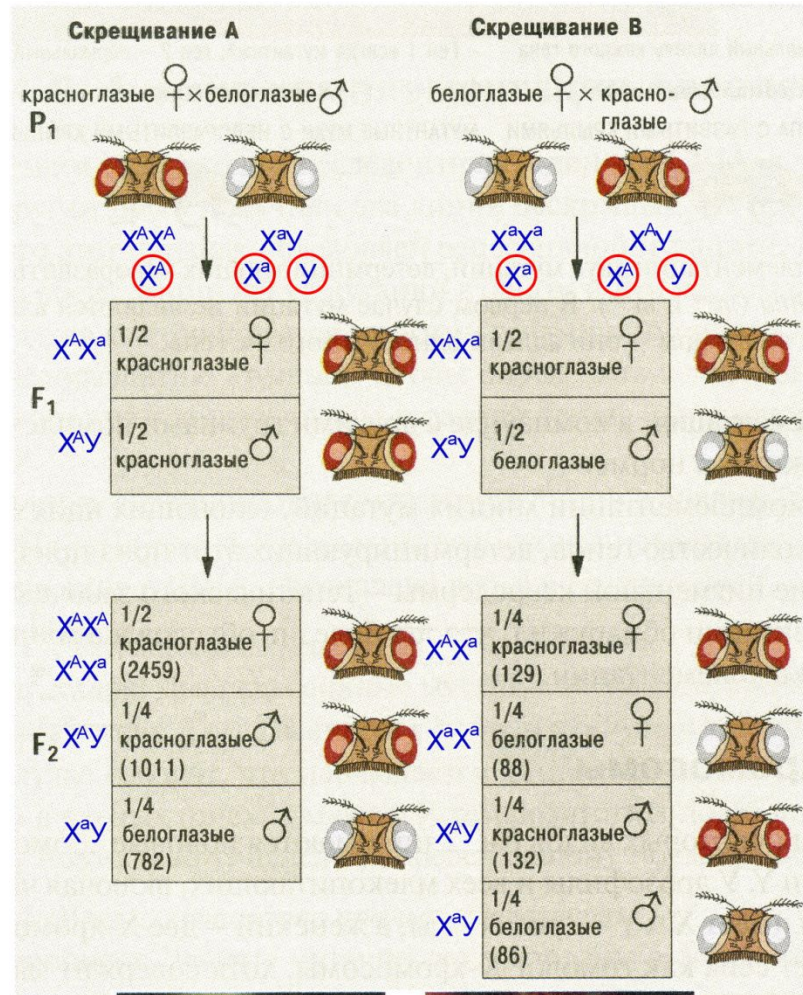
Если же скрестить между собой белоглазых самок и красноглазых самцов (реципрокное скрещивание), то в первом поколении все самки оказываются красноглазыми, а самцы белоглазыми.

В  $F_2$  половина самок и самцов — красноглазые, половина — белоглазые.

Объяснить полученные результаты наблюдаемого расщепления по окраске глаз Т.Морган смог, только предположив, что ген, отвечающий за окраску глаз, локализован в X-хромосоме, а Y-хромосома таких генов не содержит.

Таким образом, благодаря проведенным скрещиваниям, был сделан очень важный вывод: ген цвета глаз сцеплен с полом, то есть находится в X-хромосоме.

# 1. Определение пола





# 1. Определение пола

Мужская  
гетерогаметность  
по типу XY

Млекопитающие,  
двукрылые



Мужская  
гетерогаметность  
по типу XO

Кузнечики,  
кенгуру



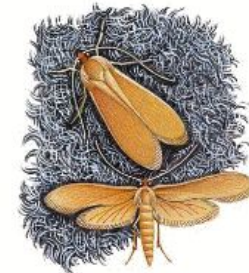
Женская  
гетерогаметность  
по типу XY

Птицы,  
пресмыкающиеся,  
бабочки



Женская  
гетерогаметность  
по типу XO

Моль



Отсутствие  
половых  
хромосом

Пчелы,  
муравьи,  
крокодилы



Итак, у дрозофилы и человека женский пол является гомогаметным, и общая схема наследования пола у двух этих видов одинакова. У некоторых видов живых существ хромосомное определение пола совсем другое.

У некоторых насекомых (кузнечики) у самцов в хромосомном наборе лишь одна половая хромосома (XO), а самки — гомогаметны (XX).

У бабочек, птиц и рептилий — гомогаметны самцы (XX), а самки — гетерогаметны (XY).

# 1. Определение пола

Мужская  
гетерогаметность  
по типу XY

Млекопитающие,  
двукрылые



Мужская  
гетерогаметность  
по типу XO

Кузнечики,  
кенгуру



Женская  
гетерогаметность  
по типу XY

Птицы,  
пресмыкающиеся,  
бабочки



Женская  
гетерогаметность  
по типу XO

Моль



Отсутствие  
половых  
хромосом

Пчелы,  
муравьи,  
крокодилы



У пчел и муравьев половых хромосом нет, и самки имеют в клетках тела диплоидный набор хромосом, а самцы, развивающиеся партеногенетически (из неоплодотворенных яйцеклеток), — гаплоидный набор хромосом.

У крокодилов половые хромосомы не обнаружены. Пол зародыша, развивающегося в яйце, зависит от температуры окружающей среды: при высоких температурах развивается больше самок, а в том случае, если прохладно — больше самцов.



# 1. Определение пола

♂



XX

♀



XY

♂



X0

♀



XX

## *Подведем итоги:*

Аутосомы:

*Хромосомы, одинаковые у мужского и женского организма.*

Половые хромосомы:

*Хромосомы, определяющие пол организма.*

Гомогаметный пол:

*Если все половые клетки несут одинаковую половую хромосому – пол гомогаметен.*

У каких организмов мужская гетерогаметность по типу XY:

*У большинства млекопитающих, у двукрылых.*

У каких организмов мужская гетерогаметность по типу XO?

*У кенгуру, кузнечика.*

У каких организмов женская гетерогаметность по типу XY?

*У птиц, пресмыкающихся, многих бабочек.*

У каких организмов женская гетерогаметность по типу XO?

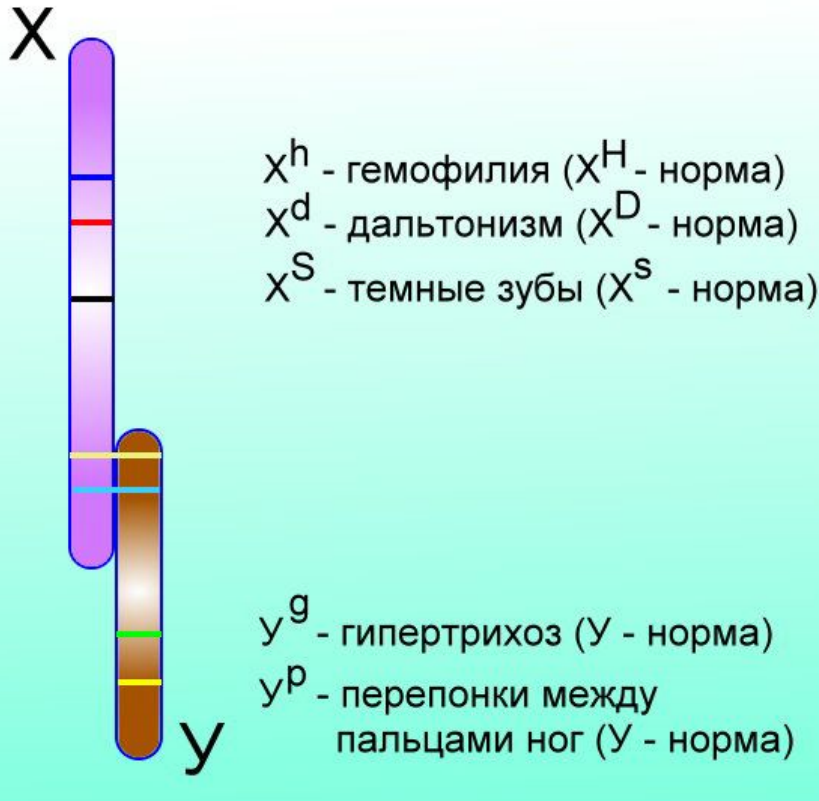
*У моли.*

В какой момент определяется пол будущего организма?

*В момент слияния гамет.*



## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом

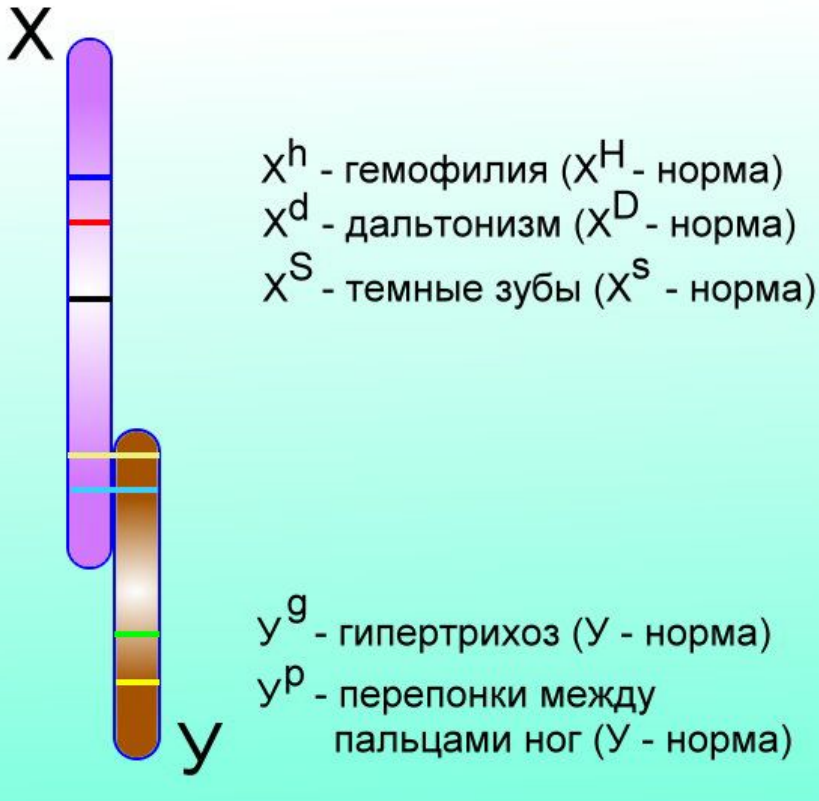


У человека мужчина получает X-хромосому от матери. Половые хромосомы человека имеют небольшие гомологичные участки, несущие одинаковые гены (например, ген общей цветовой слепоты), это участки конъюгации.

Но большинство генов, сцепленных с X-хромосомой, отсутствуют в Y-хромосоме, поэтому эти гены (даже рецессивные) будут проявляться фенотипически, так как они представлены в генотипе в единственном числе. Такие гены получили название *гемизиготных – один ген на зиготу*.

*Например, гены отвечающие за свертывание крови, за различение цветов, ген, отвечающий за гипертрихоз – у мужчин повышенная волосатость ушной раковины.*

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



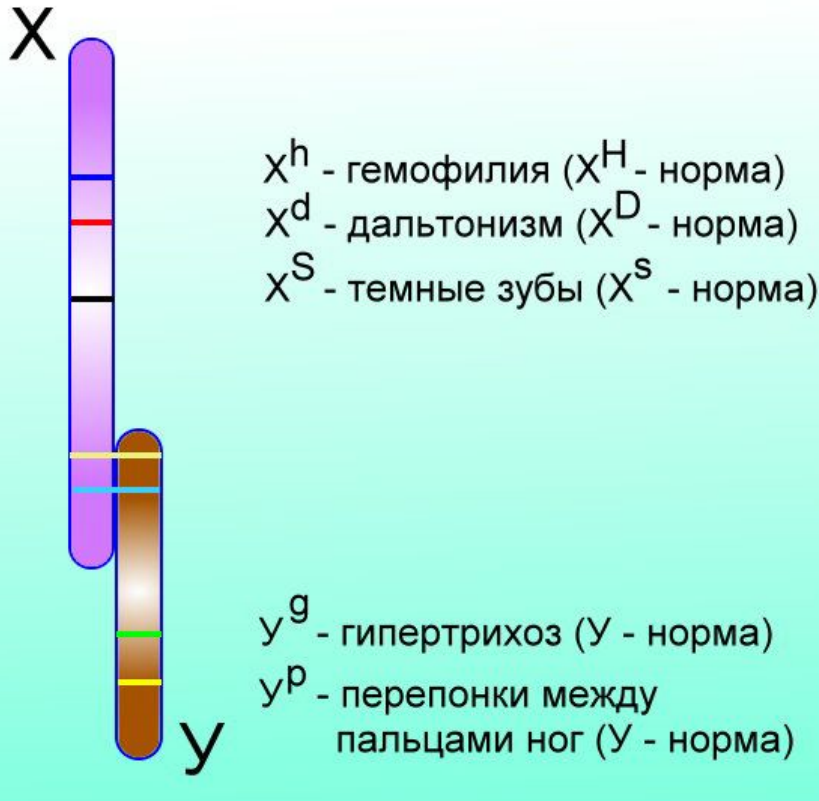
X-хромосома человека содержит ряд генов, рецессивные аллели которых определяют развитие тяжелых аномалий (**гемофилия, дальтонизм**).

Эти аномалии чаще встречаются у мужчин (так как они **гемизиготны** по этим генам), хотя носителем этих аномалий чаще бывает женщина.

У большинства организмов генетически активна только X-хромосома, в то время как Y-хромосома практически инертна, так как не содержит генов, определяющих признаков организма. У человека лишь некоторые гены, не являющиеся жизненно важными, локализованы в Y-хромосоме (например, **гипертрихоз** — повышенная волосатость ушной раковины).



## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



Гены, локализованные в Y-хромосоме, наследуются особым образом — только от отца к сыну. Мать передает и сыну и дочери только X-хромосому.

От кого сын может унаследовать дальтонизм?

*От матери.*

Гемофилию?

*От матери.*

Гипертрихоз?

*От отца.*

Какие гемизиготные гены изображены на рисунке?

*Гены гемофилии, дальтонизма, гипертрихоза.*

Какие гены называются гемизиготными?

*Гены, находящиеся в одном экземпляре в зиготе.*

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом

Мать является носителем гена гемофилии, отец здоров. Гемофилия может быть:

Дано:	
Ген	Признак
$X^H$	- норма
$X^h$	- гемофилия
<hr/>	
$F_1$	- ?

Определяем генотипы родителей: здоровый мужчина имеет генотип  $X^H Y$ , женщина -  $X^H X^h$ . Записываем схему брака и определяем вероятность рождения гемофилика:

Решение:

P	♀ $X^H X^h$	x	♂ $X^H Y$
	Носитель		Здоров
Гам.	$(X^H)$ $(X^h)$		$(X^H)$ $(Y)$

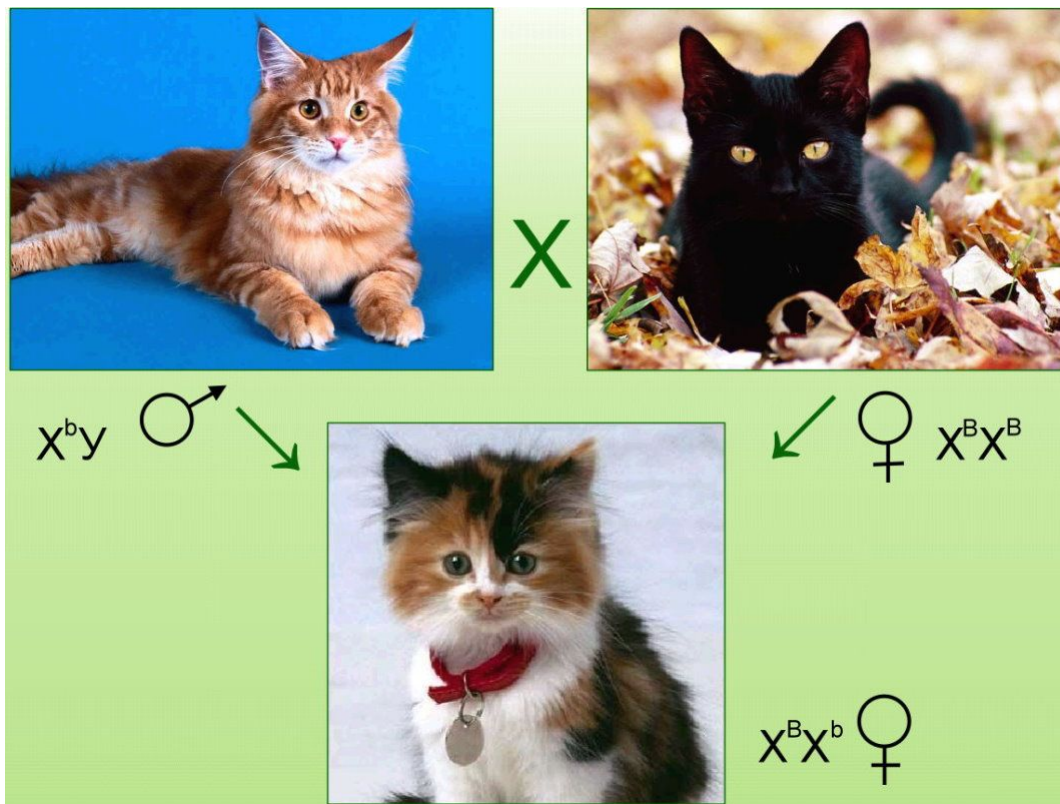
	♀ ♂	$X^H$	$Y$
$F_1$	$X^H$	$X^H X^H$ ♀ Зд.	$X^H Y$ ♂ Зд.
	$X^h$	$X^H X^h$ ♀ Зд., нос.	$X^h Y$ ♂ Гемоф.

Ответ:

Вероятность рождения гемофилика  
- 25%, мальчик.

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом

Одна из X-хромосом у самок млекопитающих от отца, а другая – от матери. В 1961 г. Мери Лайон и Лиан Рассел независимо друг от друга предположили, что инактивация одной из X-хромосом в соматических клетках происходит случайным образом. У трехцветных кошек, согласно *гипотезе Лайон*, черные и рыжие пятна появляются из-за того, что в клетках этих пятен инактивированы разные X-хромосомы.





## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом

Черная окраска у кошек определяется аллелем гена  $B$ , находящимся в  $X$ -хромосоме ( $X^B$ ), рыжая — аллелем  $b$  ( $X^b$ ). Если встречаются аллели  $B$  и  $b$  —  $X^B X^b$ , то окраска шерсти у кошки будет черепаховой, трехцветной. Какое потомство ожидается от рыжего кота ( $X^b Y$ ) и черной кошки ( $X^B X^B$ )?

$X$  |  $B$  — ген черной окраски.  
|  $b$  — ген рыжей окраски.  
 $Y$  — генетически инертна.

$X^B$   $X^b$   $Y$



$X^B X^B$

черная кошка



$X^b X^b$

рыжая кошка



$X^B X^b$

черепаховая кошка



$X^B Y$

черный кот



$X^b Y$

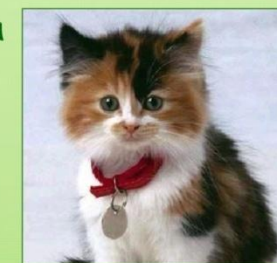
рыжий кот



$X$



$X^b Y$  ♂



♀  $X^B X^B$

$X^B X^b$  ♀

Все кошки черепаховые, коты черные.

## *Подведем итоги:*

Гемизиготные гены:

*Гены, находящиеся в одном экземпляре на зиготу.*

Какие гемизиготные гены у мужчины:

*Гены, отвечающие за восприятие света, за свертывание крови, за гипертрихоз.*

Как передаются гены, находящиеся в X-хромосоме у мужчины:

*Только дочерям.*

Как передаются гены, находящиеся в Y-хромосоме у мужчины :

*Только сыновьям.*

Как передаются гены, находящиеся в X-хромосоме у женщины?

*Могут попасть как в генотип дочери, так и сына.*

От кого сын может унаследовать гемофилию? Дальтонизм?

*Только от матери.*

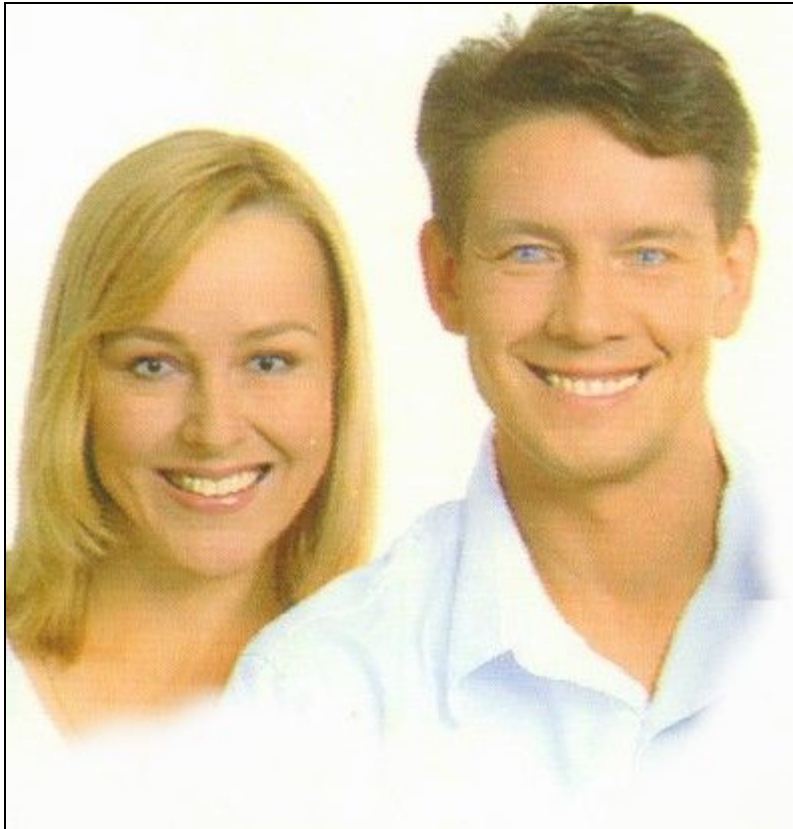
От кого дочь может унаследовать гемофилию?

*От отца ( $X^h$ ) и от матери ( $X^h$ ).*

Какие генотипы у родителей, если у дочери дальтонизм?

*Генотип матери  $X^D X^d$  или  $X^d X^d$ , генотип отца  $X^d Y$ .*

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



Задача:

Кареглазая женщина, обладающая нормальным зрением, отец которой имел голубые глаза и страдал цветовой слепотой, выходит замуж за голубоглазого мужчину, имеющего нормальное зрение.

Какого потомства можно ожидать от этой пары, если известно, что ген карих глаз наследуется как аутосомный доминантный признак, а ген цветовой слепоты рецессивный и сцеплен с X-хромосомой.



## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом

### Задача:

У человека классическая гемофилия наследуется как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. Альбинизм обусловлен аутосомным рецессивным геном. У одной супружеской пары, нормальной по этим двум признакам, родился сын с обеими аномалиями.

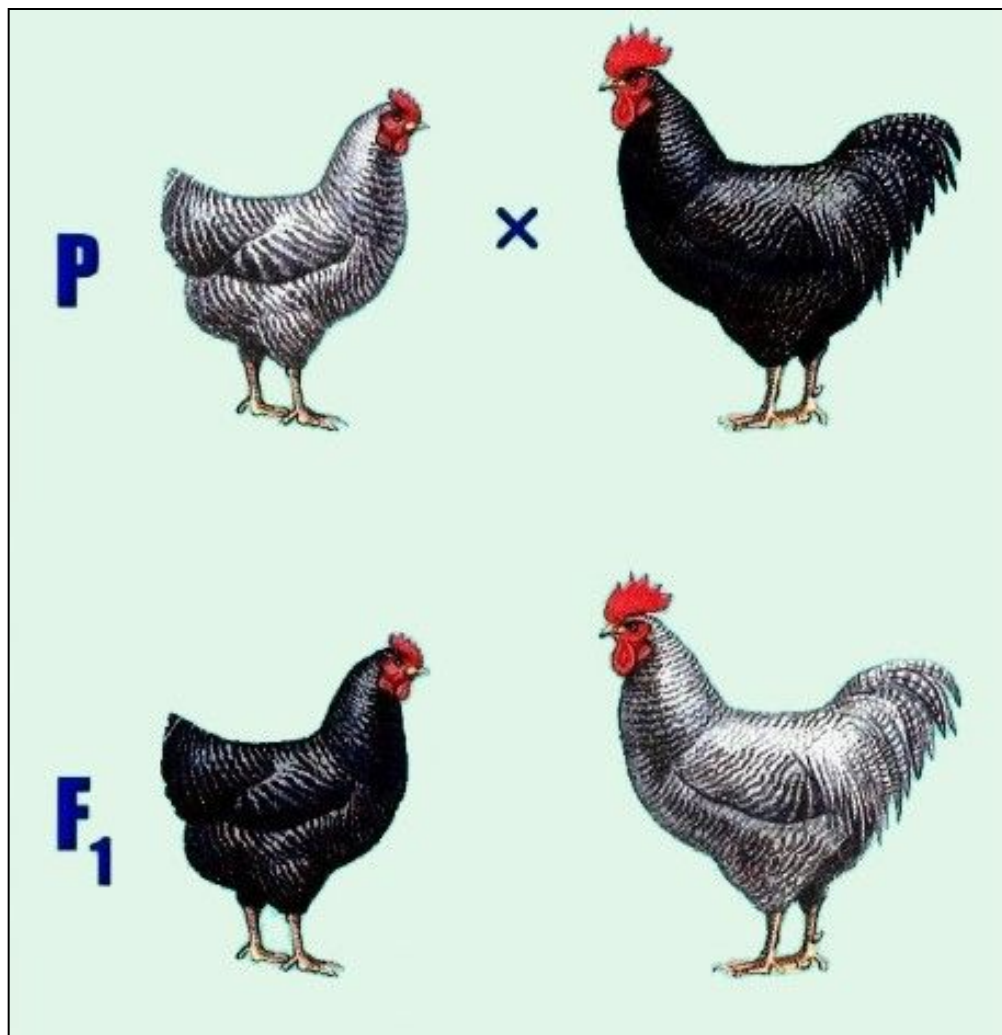
Какова вероятность того, что у второго сына в этой семье проявятся обе аномалии одновременно?

### Задача:

Гипертрихоз наследуется как сцепленный с Y-хромосомой признак, который проявляется лишь к 17 годам жизни. Одна из форм ихтиоза наследуется как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. В семье, где женщина нормальна по обоим признакам, а муж является обладателем только гипертрихоза, родился мальчик с признаками ихтиоза.

1. Определите вероятность проявления у этого мальчика гипертрихоза.
2. Определите вероятность рождения в этой семье детей без обеих аномалий и какого они будут пола.

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



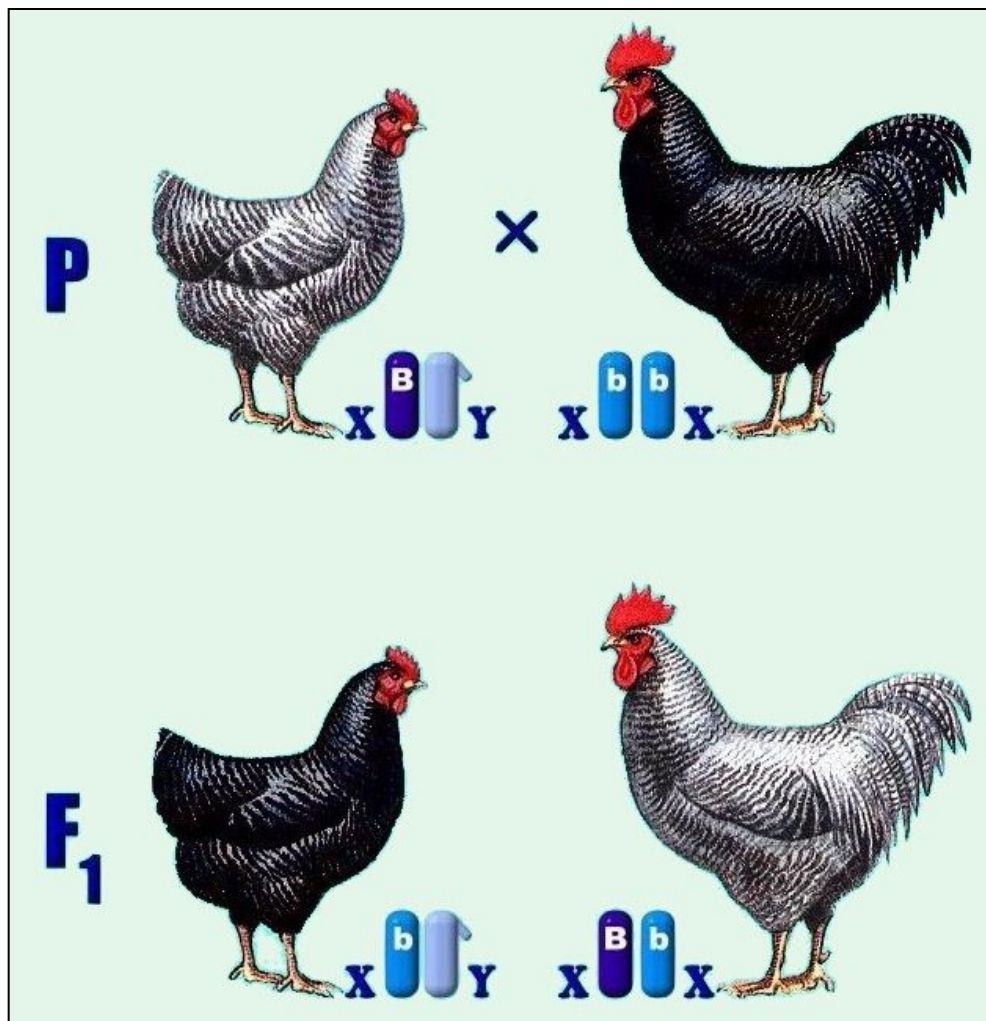
Задача:

При скрещивании курицы с полосатой окраской оперения с черным петухом в потомстве все курицы черные, а петухи – с полосатой окраской оперения. Ген окраски сцеплен с X-хромосомой.

Каковы генотипы родителей и потомства?

Какое потомство ожидается от скрещивания гибридов между собой?

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



Задача:

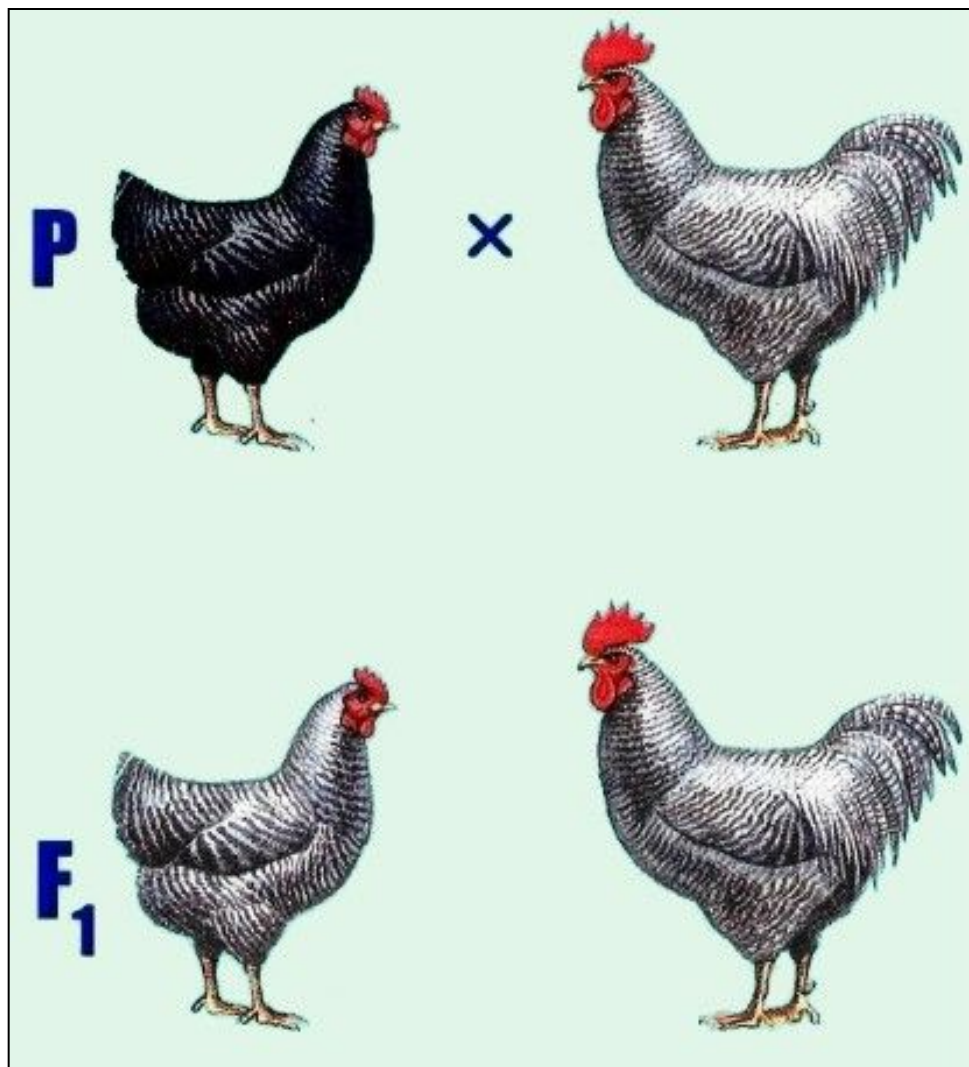
При скрещивании курицы с полосатой окраской оперения с черным петухом в потомстве все курицы черные, а петухи – с полосатой окраской оперения. Ген окраски сцеплен с X-хромосомой.

Каковы генотипы родителей и потомства?

Какое потомство ожидается от скрещивания гибридов между собой?



## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



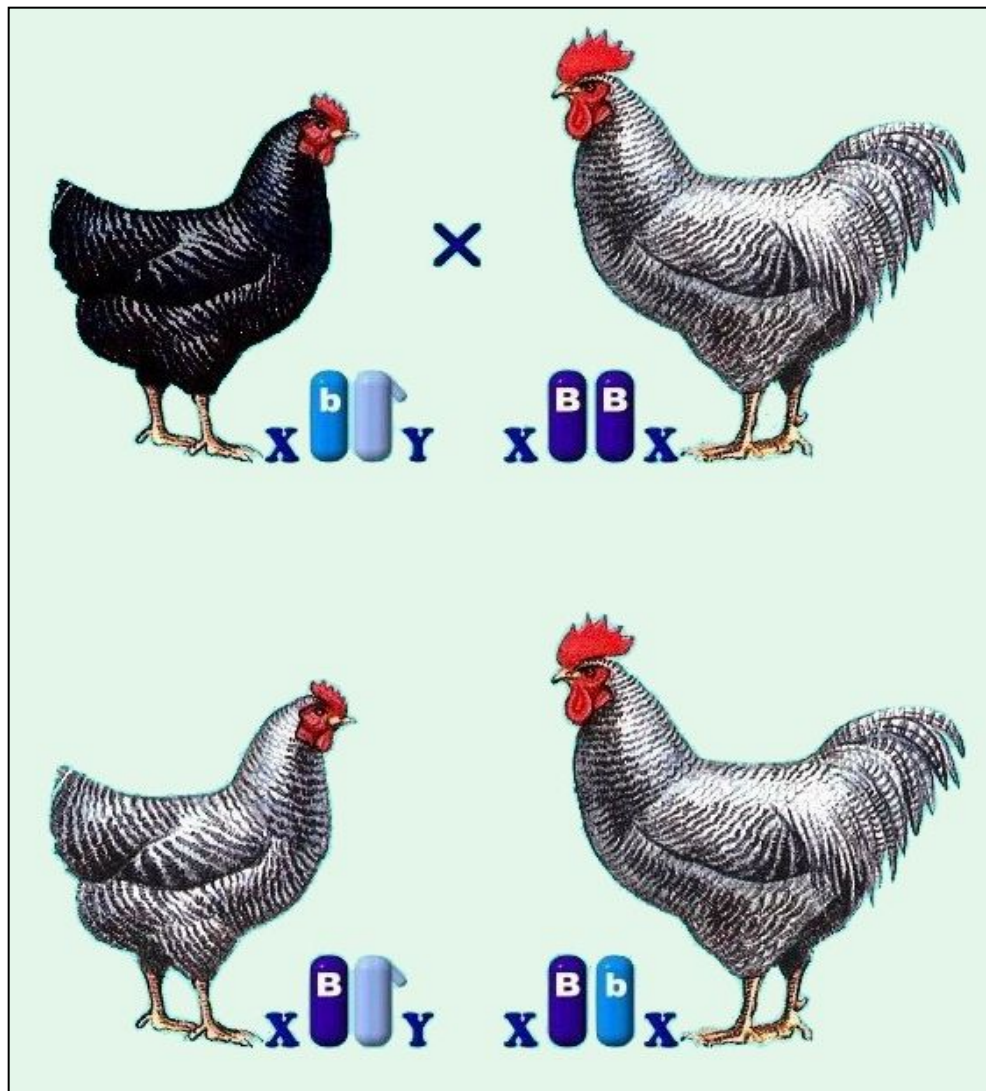
Задача:

При скрещивании курицы с черной окраской оперения с полосатым петухом в потомстве все курицы и петухи – с полосатой окраской оперения. Известно, что ген, отвечающий за окраску оперения сцеплен с X-хромосомой.

Каковы генотипы родителей и потомства?

Какое потомство ожидается от скрещивания гибридов между собой?

## 2. Наследование признаков, сцепленных с полом



Задача:

При скрещивании курицы с черной окраской оперения с полосатым петухом в потомстве все курицы и петухи – с полосатой окраской оперения. Известно, что ген, отвечающий за окраску оперения сцеплен с X-хромосомой.

Каковы генотипы родителей и потомства?

Какое потомство ожидается от скрещивания гибридов между собой?