

**§19 Хромосомная теория  
наследственности.  
Генетика пола**

**В начале XX века**  
стали накапливаться  
сведения о том, что в  
некоторых случаях  
**расщепление не**  
**подчиняется**  
**законам Г.Менделя**



# Опыты

## У. Бетсона и Р. Пеннета



В 1906 году английские генетики В. Бетсон и Р. Пеннет, проводя скрещивание растений душистого горошка и анализируя наследование формы пыльца и окраски цветков, обнаружил, что эти признаки не дают независимого распределения в потомстве. Потомки всегда повторяли признаки родительских форм.

# Уильям Сеттон



**В 1902 году  
предположил, что гены,  
могут располагаться в  
хромосомах**

Так у человека около 60 тыс.  
генов, а хромосом только 23.

Таким образом все десятки  
тысяч генов уместаются в  
этих хромосомах.



# Томас Морган



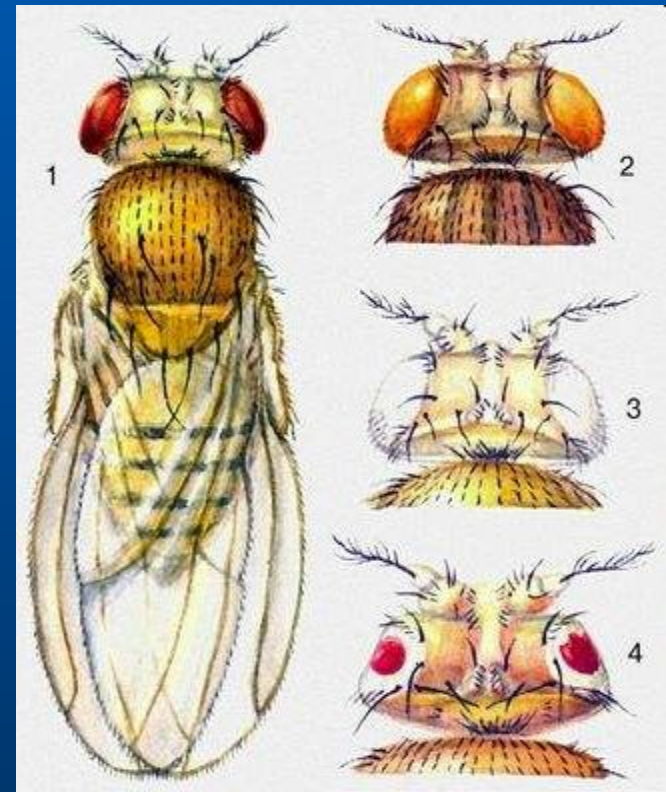
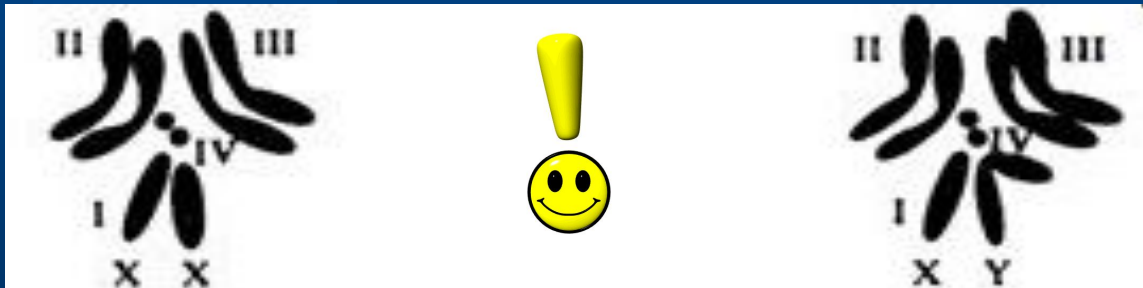
**Исследовал принципы  
наследования генов,  
расположенных в одной  
хромосоме**

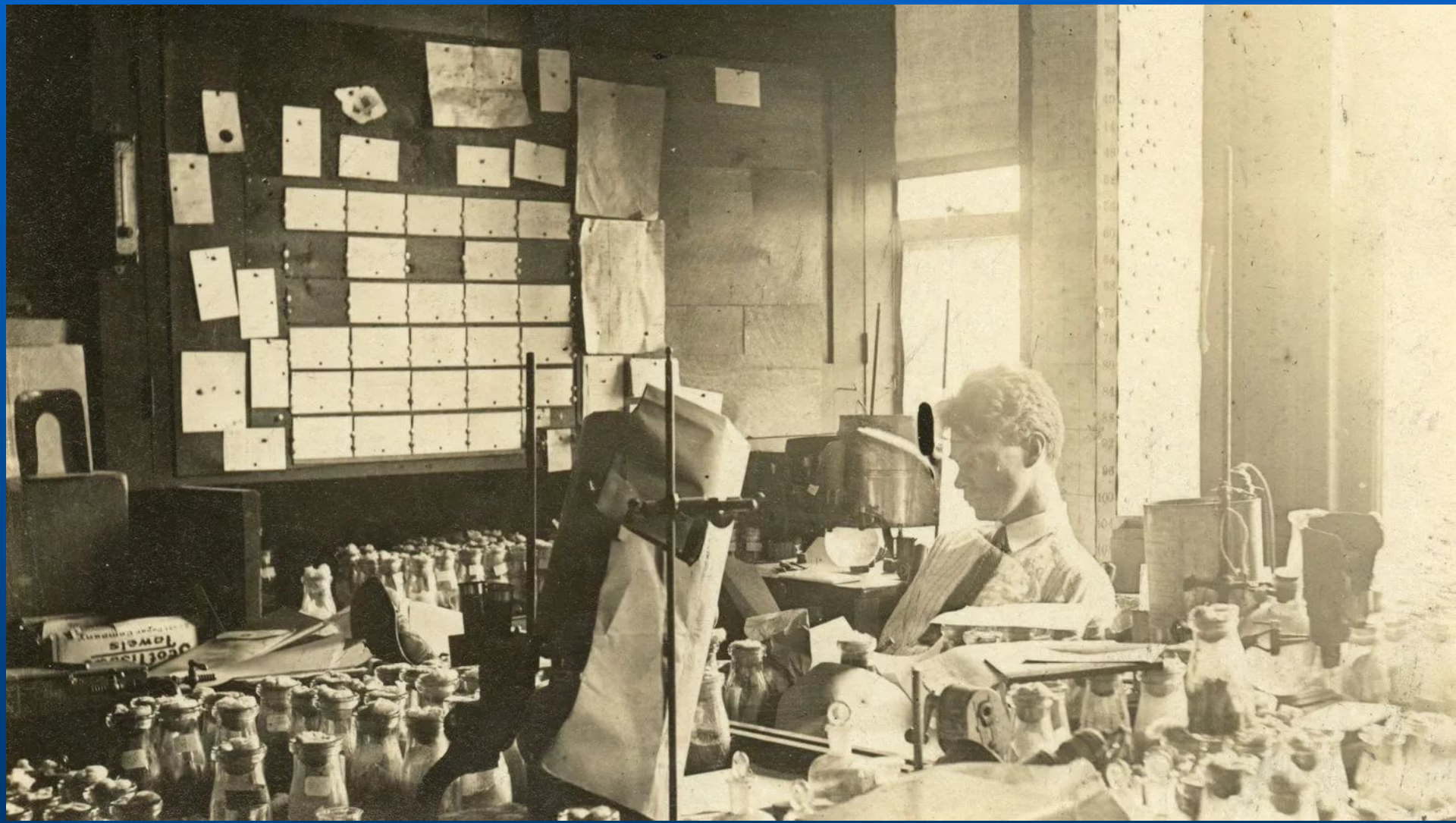
Объект: мушка дрозофила  
Кол-во хромосом: 8



# Генетические достоинства дрозофилы:

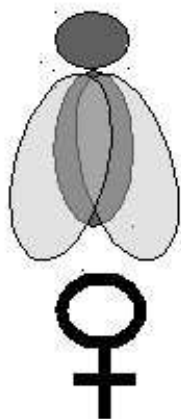
- Контрастные признаки
- Плодовита
- Неприхотлива
- 4 пары хромосом





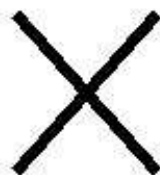
## Опыты Томаса Моргана (дигибридное скрещивание)

**P:**



Серое тело  
Нормальные  
крылья

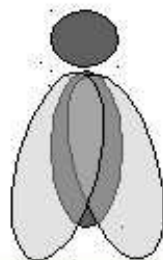
***AAVV***



Чёрное тело  
Редуцированные  
крылья

***aa vv***

**F<sub>1</sub>:**



***AaVv***

**100%**

По I закону Менделя  
наблюдается  
единообразие  
признаков



# Эксперимент Т. Моргана

**P**



**X**



Серое тело, нормальные крылья

тёмное тело, зачаточные крылья

*AaBb*

*aabb*

**G** *AB Ab aB ab*

*ab*

**F1**



Серое тело

серое тело

тёмное тело

тёмное тело

нормальные  
крылья

зачаточные  
крылья

нормальные  
крылья

зачаточные  
крылья

*AaBb*

*Aabb*

*aaBb*

*aabb*

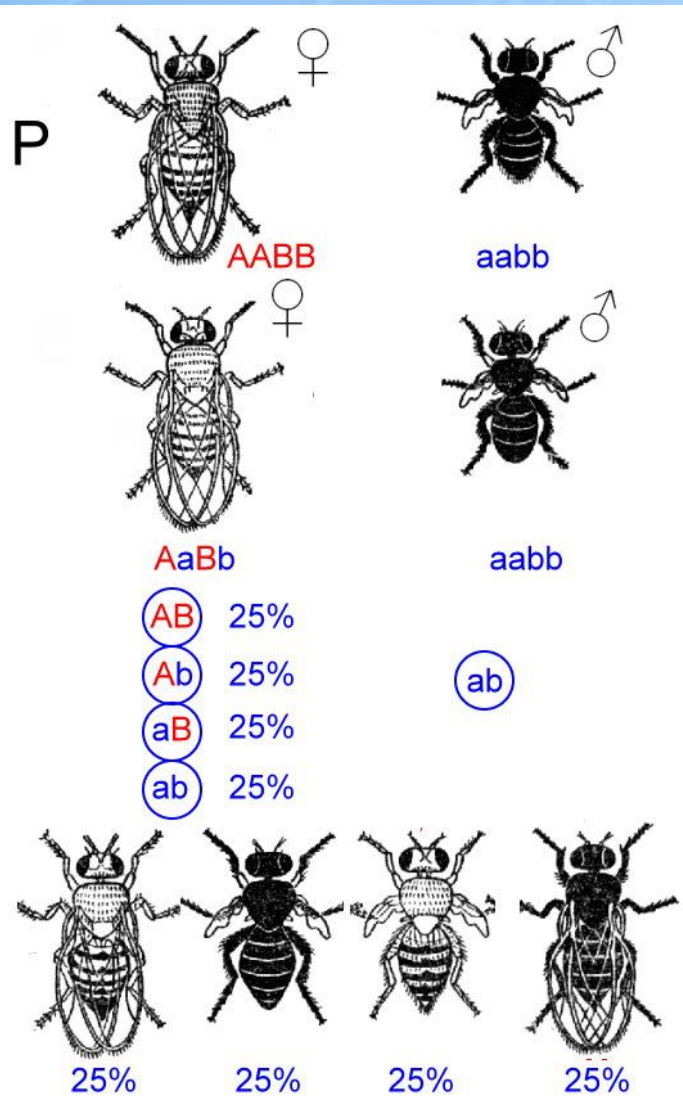
41,5%

8,5%

8,5%

41,5%

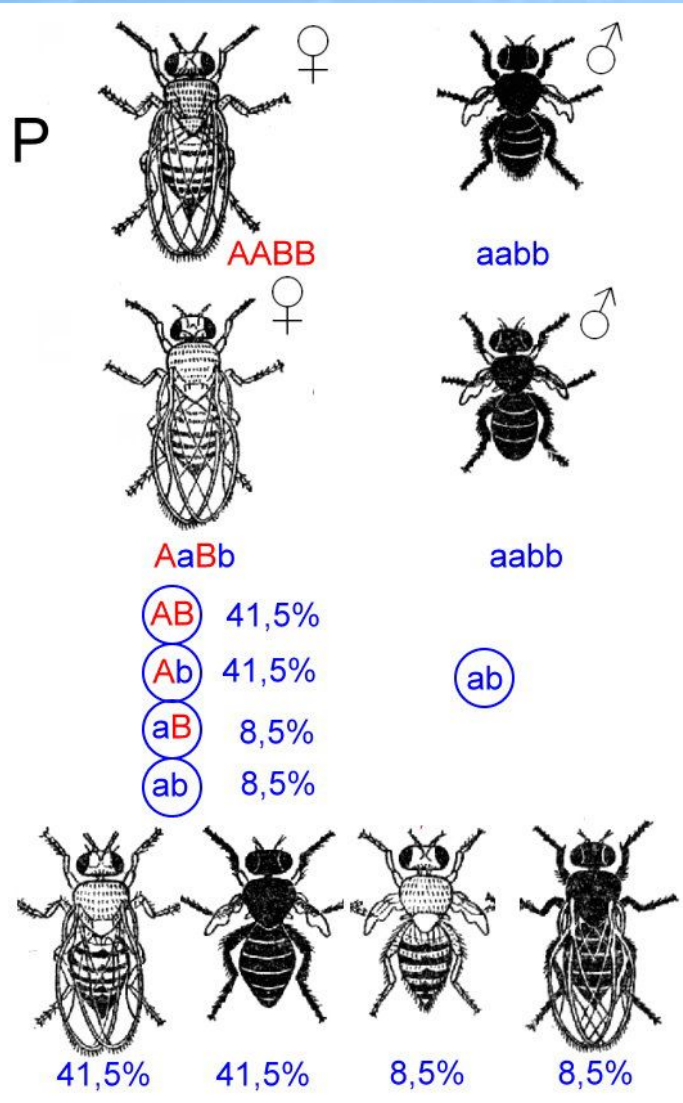
# Исследование Моргана



Скрещивая мушку дрозофилу с серым телом и нормальными крыльями с мушкой, имеющей темную окраску тела и зачаточные крылья, в первом поколении Морган получал гибридов, имеющих серое тело и нормальные крылья.

При проведении анализирующего скрещивания самки  $F_1$  с самцом, имевшим рецессивные признаки, теоретически ожидалось получить потомство с комбинациями этих признаков в соотношении 1:1:1:1.

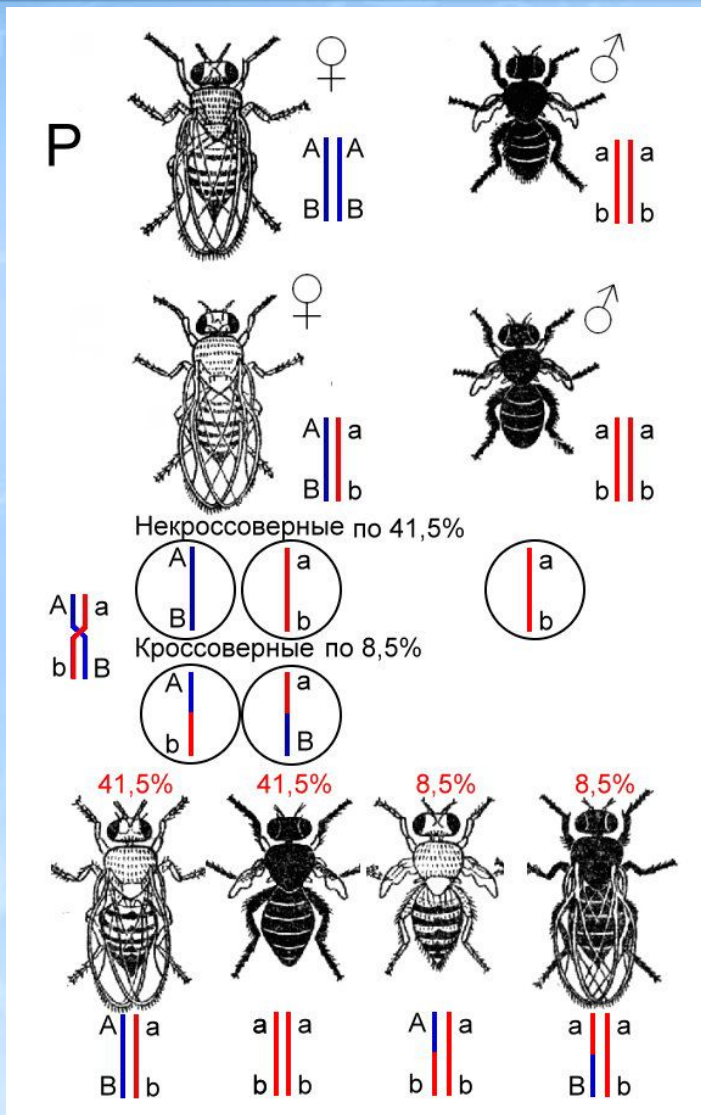
# Исследование Моргана



Однако в потомстве было 41,5% серых длиннокрылых и 41,5% черных с зачаточными крыльями и лишь незначительная часть мушек имела рекомбинированные признаки (8,5% черные длиннокрылые и 8,5% серые с зачаточными крыльями).

Морган пришел к выводу, что гены, обуславливающие развитие серой окраски тела и длинных крыльев, локализованы в одной хромосоме, а гены, обуславливающие развитие черной окраски тела и зачаточных крыльев, — в другой.

# Исследование Моргана



Явление совместного наследования признаков Морган назвал **сцеплением**.

*Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно и образуют одну группу сцепления.*

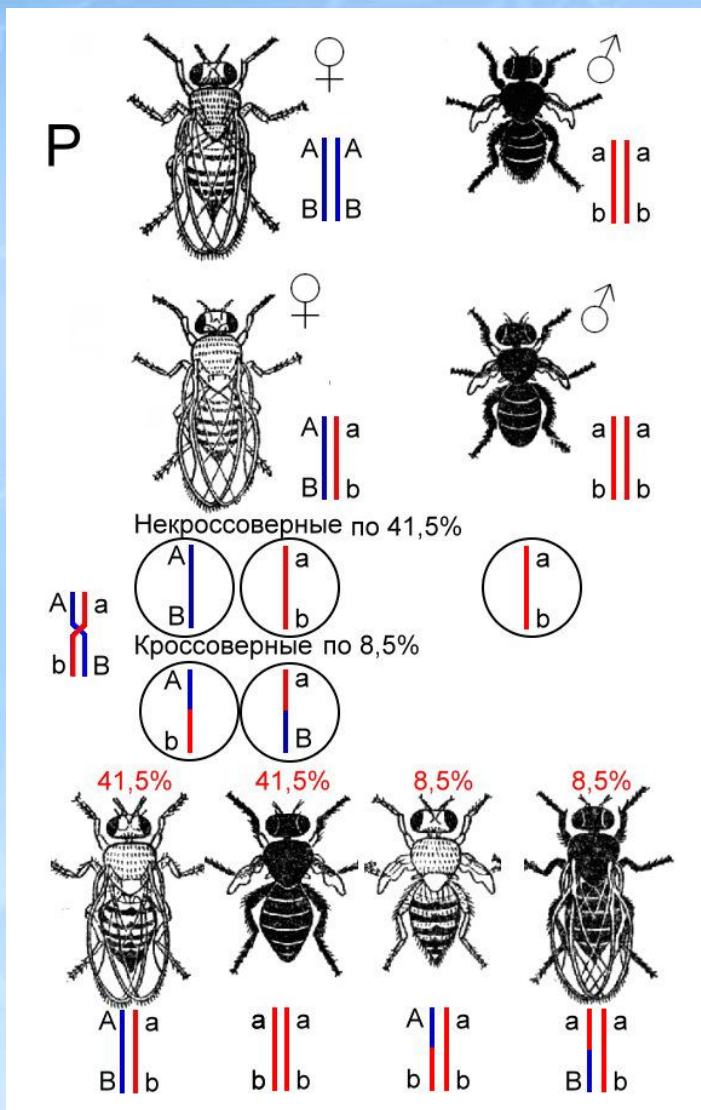
Явление совместного наследования генов, локализованных в одной хромосоме, называют **сцепленным наследованием**.

**Закон Моргана: гены, находящиеся в одной хромосоме при мейозе попадают в одну хромосому, т.е. наследуются сцеплено**

# Исследование Моргана

Появление особей с перекомбинированными признаками Морган объяснил **кроссинговером** во время мейоза.

В результате кроссинговера в некоторых клетках происходит обмен участками хромосом между генами **A** и **B**, появляются гаметы **Ab** и **aB**, и, как следствие, в потомстве образуются четыре группы фенотипов, как при свободном комбинировании генов. Но поскольку **кроссинговер происходит не во всех гаметах**, числовое соотношение фенотипов не соответствует соотношению 1:1:1:1.



# Пример кроссинговера



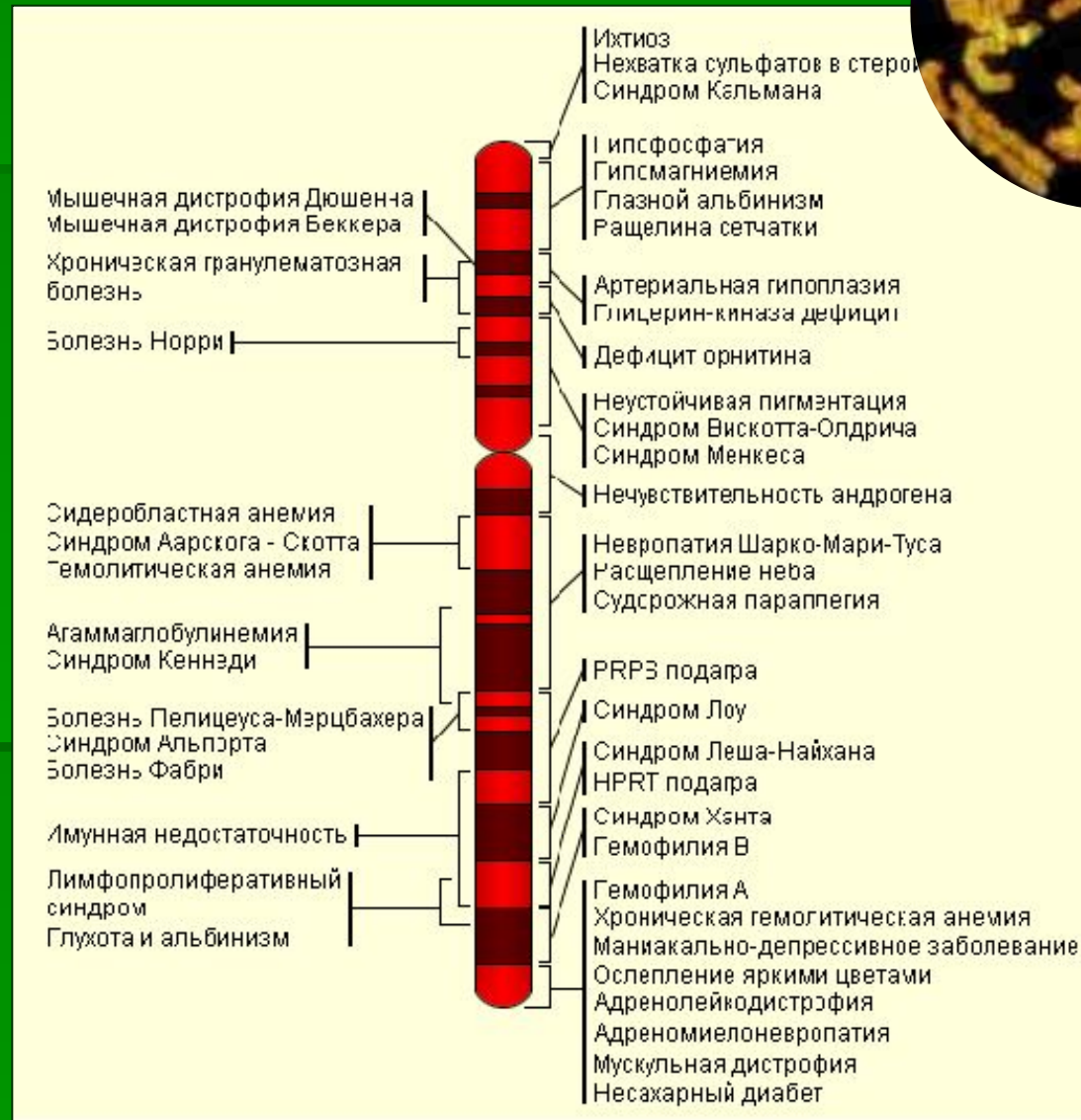
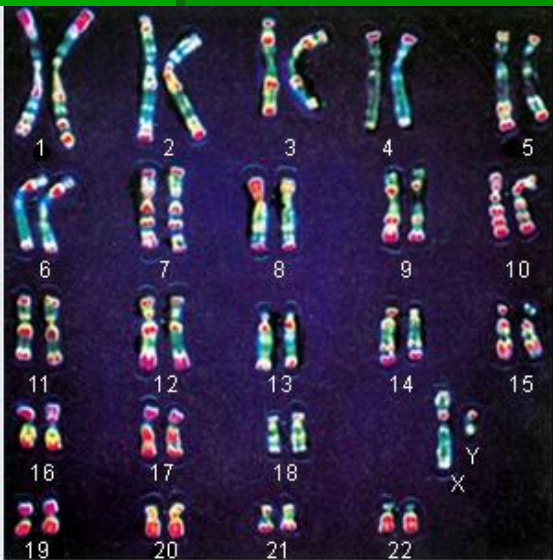
Гены, определяющие цвет волос и глаз, находятся в одной хромосоме и наследуются сцеплено.

Сочетание признаков: темные волосы и серые глаза, светлые волосы и карие глаза – появляются благодаря кроссинговеру.



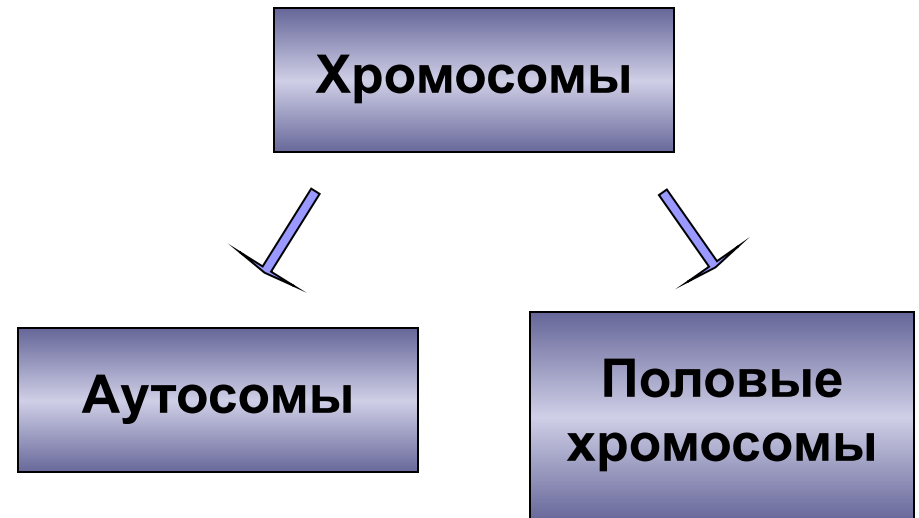
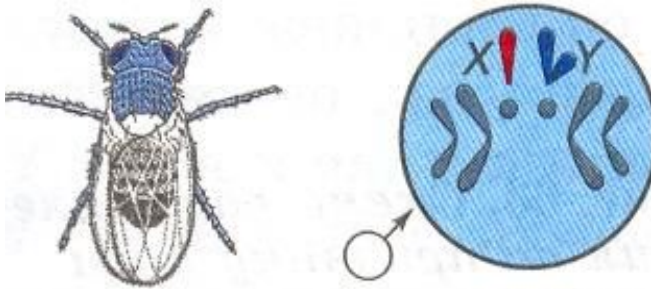
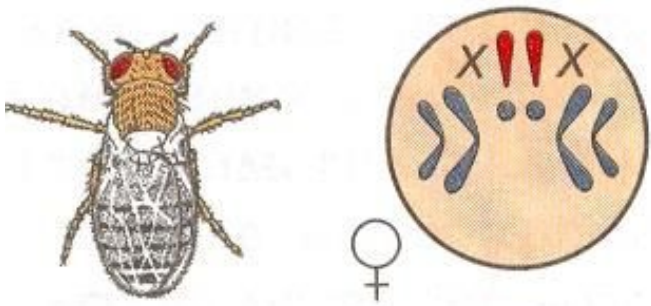
**Генетическая карта** — схема взаимного расположения генов, а также относительных расстояний между ними на хромосоме. Метод построения генетических карт называется генетическим картированием.

# Карта Х-хромосомы человека, 370 болезней сцеплены с X хромосо





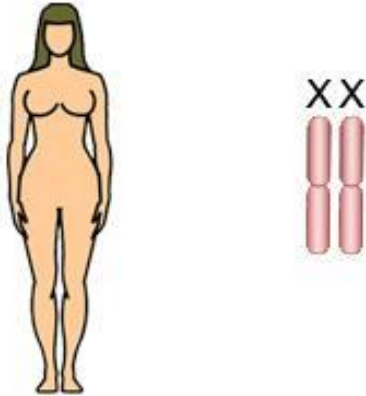
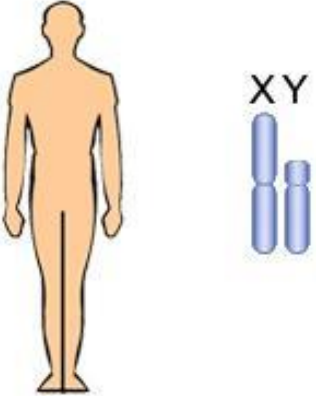
# Классификация хромосом организма



# Наследование признаков, сцепленных с полом

Все хромосомы, кроме одной пары, у мужских и женских организмов одинаковы – **аутосомы**.

Одна пара различна – **половые хромосомы**.

	ГОМОГАМЕТНЫЙ ПОЛ	ГЕТЕРОГАМЕТНЫЙ ПОЛ
ЧЕЛОВЕК	<p>♀</p>  <p>XX</p>	<p>♂</p>  <p>XY</p>

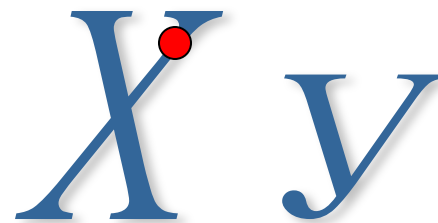
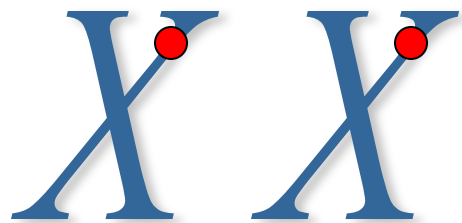
Расположение гена в половой хромосоме называют **сцеплением гена с полом**.


**От какого пола – гомозиготного  
или гетерозиготного –  
зависит пол будущей особи?**

**X X**      *или*      **X Y**

Наследование  
сцепленное  
с полом

вид наследования, при котором все гены исследуемых признаков находятся в половых хромосомах





Гены, находящиеся в  
половых хромосомах,  
называют сцепленными  
с полом.

**Гемофилия – сцепленный с полом рецессивный признак, при котором нарушается образование фактора VIII, ускоряющего свёртывание крови.**



Один из наиболее хорошо документированных примеров наследования гемофилии мы находим в родословной потомков английской королевы Виктории. Предполагают, что ген гемофилии возник в результате мутации у самой королевы Виктории или у одного из её родителей.

# Семья Николая II



## Варианты наследования гена гемофилии

<i>Генотип</i>	<i>Фенотип</i>
$X^H X^H$	Здоровая женщина
$X^H X^h$	Здоровая женщина (носитель)
$X^H Y$	Здоровый мужчина
$X^h Y$	Мужчина – гемофилик
$X^h X^h$	Ген гемофилии в гомозиготном состоянии-летален.



# Наследование гена гемофилии, сцепленного с X - хромосомой

## Задача 1:

У мужа и жены нормальная свертываемость крови, а сын – гемофилик. Определите генотипы родителей, их сына и вероятность рождения больных детей.

Дано:

H – нормальная  
свертываемость крови  
h – гемофилия

Найти:

P – ?

F<sub>1</sub> – ?

Решение:

P - ♀X<sup>H</sup>X<sup>?</sup> x ♂X<sup>H</sup>Y  
здоровая      здоров

G -

F<sub>1</sub> -

Ответ:

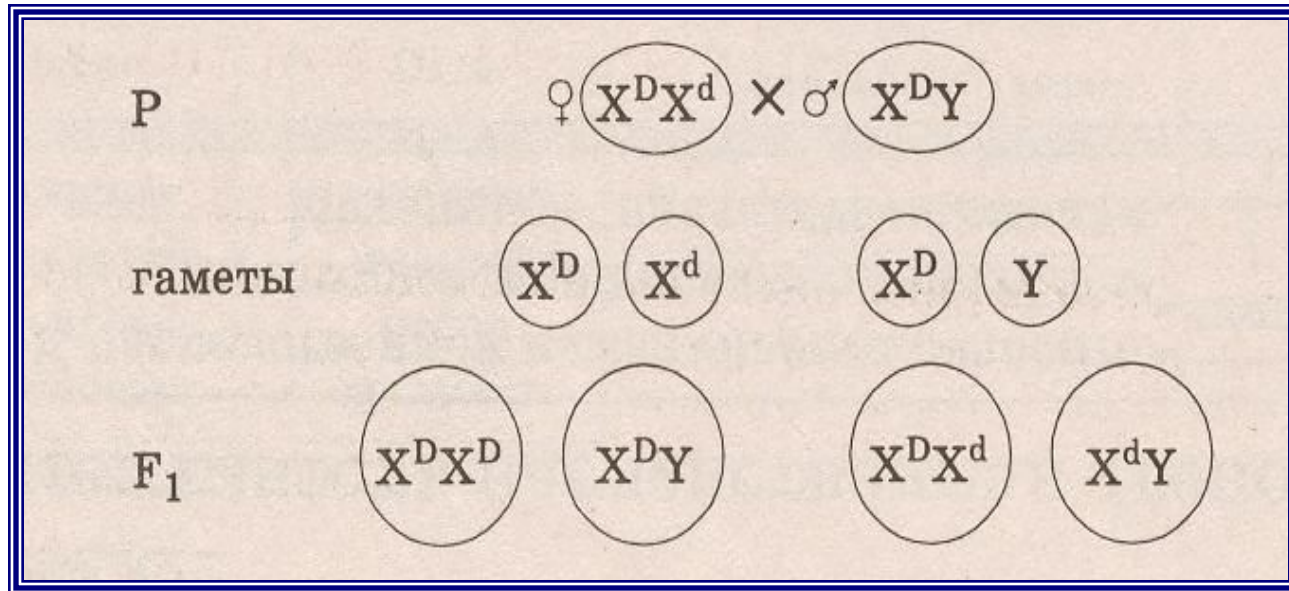
Генотипы родителей: ♀X<sup>H</sup>X<sup>h</sup>, ♂X<sup>H</sup>Y

Генотип сына: X<sup>h</sup>Y

Вероятность больных детей 25%



# Дальтонизм



## Обозначения:

X<sup>D</sup> – нормальное зрение

X<sup>d</sup> – дальтонизм

# Наследование гена дальтонизма, сцепленного с X - хромосомой

## Задача 2:

Дальтоник женился на полностью здоровой женщине.  
Определите состояние зрения и пол детей.

Дано:

D – норма

d – дальтонизм

Найти:

F<sub>1</sub> – ?

Решение:

P -

G -

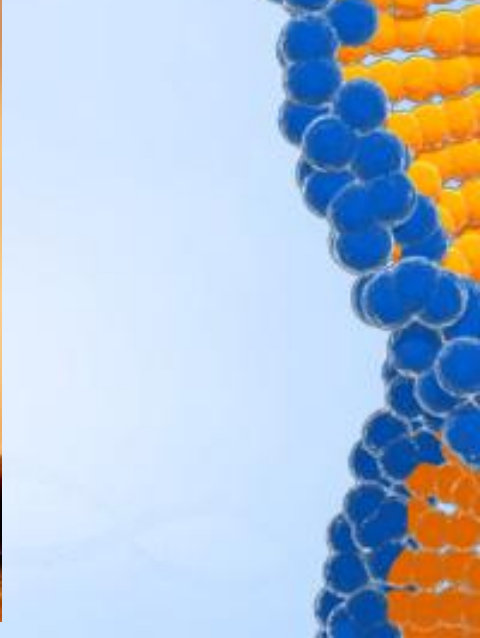
F<sub>1</sub> -

Ответ:

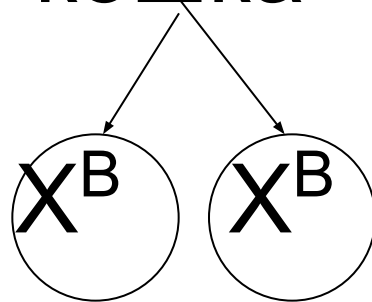
50% девочек с нормальным зрением,  
носительниц гена дальтонизма

50% абсолютно здоровых мальчиков





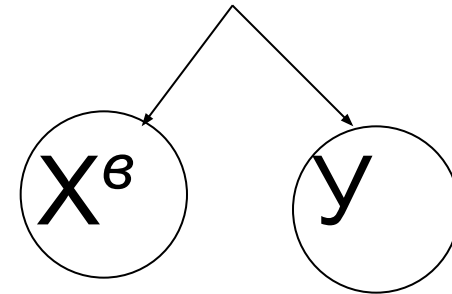
Черная кошка X



$X^B X^B$

Черепанова  
я  
кошка

Рыжий кот



$X^B y$

Черный  
Кот

$X^B X^B$  - черная кошка

$X^b X^b$  - рыжая кошка

$X^B Y$  - черный кот

$X^b Y$  - рыжий кот

?  $X X$  – черепаховая кошка ?