

ЕГЭ по биологии - 2021. Практикум «Методика решения комбинированных генетических задач»

Чередниченко Ирина Петровна,
к.п.н, методист-эксперт Центра продвижения ГК «Просвещение»

Задания ЕГЭ по биологии линий 6 и 28

Проверяют умения решать задачи по генетике, составлять схему решения задачи и объяснять полученные результаты.

Умение решать задачу считается сформированными/**задача решена**, если правильно определены генотипы родителей, гаметы, генотипы/фенотипы потомства и их соотношение, составлена схема скрещивания. Даны обоснования каждому действию, ответы на поставленные вопросы и сделаны выводы.

Типы задач по генетике



В какой последовательности учиться решать генетические задачи?

1. Внимательно изучить по тексту и рисункам/схемам учебников законы (Г.Менделя, Т.Моргана и др.) и закономерности, характерные для разных типов наследования признаков;
2. Изучить генетическую терминологию и символику;
3. Освоить алгоритм анализа условий генетических задач;
4. Освоить алгоритм решения генетических задач с учетом типа наследования признаков, генетических законов;
5. Потренироваться в решении генетических задач, включая отработку записи решения;
6. Решить и проанализировать разного типа задачи с учетом критериев их оценивания



§ 25. ЗАКОНЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ, УСТАНОВЛЕННЫЕ Г. МЕНДЕЛЕМ. ГИПОТЕЗА ЧИСТОТЫ ГАМЕТ. НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ. ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ГЕНОФОНД

• Какие признаки называются доминантными, а какие рецессивными?
 • В чём суть закона «Правило единообразия гибридов первого поколения» и «Правило расщепления»?

Для изучения законов наследственности Г. Мендель выбрал два чистые линии гороха, семена которых отличались по одному признаку — цвету. У одной линии семена (горишки) были жёлтые, а у другой — зелёные. По современным представлениям, о которых Мендель, естественно, ничего знать не мог, клетки растительной ткани одной линии содержат по два гена, кодирующих только жёлтую окраску (АА), а другой линии — по два гена, кодирующих только зелёную окраску семян (аа). Чистые линии образованы только гомозиготными растениями, потому при самоопылении они всегда воспроизводят один вариант проявления признака. В опытах Менделя, например, это был один из двух возможных цветов семян гороха — или всегда жёлтый, или всегда зелёный. Скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре признаков, на которые отвечает аллели одного гена, называют моногибридным скрещиванием.

Правило (1-й закон) единообразия гибридов первого поколения. Г. Мендель начал свои исследования со скрещивания растений гороха, отличающихся только цветом семян (жёлтый или зелёный). В первом поколении семена у всех растений оказались желто-зелеными (рис. 81). Проявляющийся у гибридов вариант признака, в данном случае — жёлтый цвет семян, Г. Мендель назвал доминантным. Как установил Мендель, ещё одним доминантным признаком является...

§ 26. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. ЗАКОН МОРГАНА. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ. ГЕНЕТИКА ПОЛА. НАСЛЕДОВАНИЕ, СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ. ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

• Каково строение и функция хромосом?
 • В чём суть хромосомной теории наследственности Т. Моргана?

могут, т. е. гомозиготы, а самки — гетерозиготы. У мей и муравья полных хромосом нет, и самки имеют в клетках диплоидный набор хромосом, а самцы развиваются партеногенетически, и все их клетки гаплоидны (n). У крокодила и некоторых черепах пол зависит от температуры окружающей среды: чем теплее, тем больше зародышек развиваются по женскому типу.

Наследование, сцепленное с полом. У человека X-хромосома, по мнению генетиков, содержит более 200 генов. И в каждой клетке эти хромосомы продублированы, и на каждый признак отвечают два гена: если в одном из пронойдет мутация, есть аллельный «защитный» ген. А вот Y-хромосома — маленькая, и ей нет аллельной пары в мужских клетках. Поэтому у мужчин все гены X-хромосомы (и доминантные, и рецессивные) проявляются функционально. Так наследуется гемофилия — болезнь, при которой нарушен процесс свертывания крови (рис. 88). Если женщина с мутантной X-хромосомой родит девочку и передает ей эту хромосому, то девочка тоже вырастет носительницей гемофилии, но кровь у нее будет сворачиваться нормально за счет деятельности отцовской X-хромосомы. А вот если мать передает мутантную X-хромосому сыну, то он будет больным человеком и может погибнуть от любого ушиба или пореза, ведь у него нет аллельного гена в Y-хромосоме, который мог бы обеспечить синтез необходимых для образования тромба белков.

Так же как и гемофилия, наследуется нарушение цветового восприятия — дальтонизм. Он проявляется только у мужчин.

Правило взаимодействия наследственности. Именно оно, при скрещивании на...

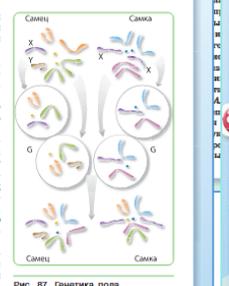
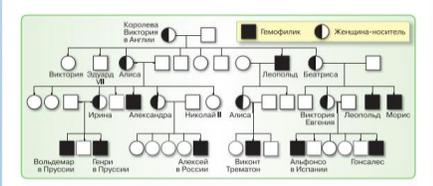


Рис. 88. Пример наследования гемофилии

Ключевые слова: хромосомная теория наследственности, закон Моргана, кодоминирование, комплементарное взаимодействие генов, эпистаз, полимерия, плейотропность, наследование, сцепленное с полом, цитоплазматическая наследственность.

Выводы

Хромосомную теорию разработал Т. Морган. Гены одной хромосомы наследуются все вместе, попадая в одну гамету. Между гомологичными хромосомами во время мейоза может происходить обмен аллельными генами (кроссинговер). Многие признаки являются результатом взаимодействия нескольких аллельных или неаллельных генов. Принципы наследования пола разработаны Т. Морганом.

Думай, делай выводы, действуй

Проверь свои знания

1. Кто является автором хромосомной теории наследственности?
2. Что такое кроссинговер, когда он возникает?
3. В чём проявляется взаимодействие генов?
4. Что такое полимерия?
5. Как наследуется пол у организмов?
6. Что такое гемофилия? Каков механизм её передачи по наследству?
7. В чём проявляется цитоплазматическая наследственность?

Выполни задания

1. Сформулируйте основные положения хромосомной теории Томаса Моргана.
2. Приведите примеры полимерии.

Какие генетические понятия надо знать и применять?

Ген — представляет собой участок молекулы ДНК, хранящий информацию о последовательности аминокислот в полипептидной цепи определённого белка.

Аллельные гены (аллели) — гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом соматических клеток и отвечающие за развитие определённого признака. Одна аллель наследуется от отца, другая - от матери.

Доминантные аллели определяют развитие преобладающих (доминантных) признаков.

Рецессивные аллели определяют подавляемые (рецессивные) признаки.

Гомозиготным называют организм, произошедший от *гомозиготы*, т. е. зиготы, имеющей в гомологичных хромосомах одинаковые аллели, т. е. или оба доминантных, или оба рецессивных (AA или aa).

Гетерозиготным называют организм, произошедший от *гетерозиготы*, которая в отличие от гомозиготы представляет собой зиготу, имеющую различные аллельные гены (Aa).

Генотип - совокупность всех генов какого-либо организма, полученная от родителей.

Фенотип - совокупность всех внешних и внутренних признаков организма.



§ 24. ГЕНЕТИКА. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И СИМВОЛЫ. МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ

- Что такое ДНК, каковы её функции?
- В чём суть гибридологического метода?

Наследственность и изменчивость — это всеобщие свойства живых организмов. Наследственность называют способность организмов передавать свои признаки и свойства из поколения в поколение, а изменчивостью — способность любого организма приобретать, в процессе онтогенеза новые признаки, отличающие его от других особей того же вида. Ген — это элементарная единица наследственности. Он представляет собой участок молекулы ДНК, в котором заложена информация о каком-либо признаке организма.

Гены сосредоточены в хромосомах, которые при половом размножении, в результате слияния гамет, переходят в дочерний организм. Изучает законы наследственности и изменчивости наука генетика.

Гены располагаются в строго определённых для каждого гена участках хромосом — локусах. Диплоидные организмы содержат двойной набор хромосом — по одному от каждого из родителей и, следовательно, двойной набор генов.

Парные гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом и определяющие варианты развития одного и того же признака, называются аллельными генами (аллелями). В диплоидной клетке может присутствовать не более двух аллелей одного гена одновременно. Например, аллелями являются гены, определяющие жёлтую и зелёную окраску семян, гладкую и морщинистую форму семян гороха, разную окраску нечашки розы. В одной гамете два аллеля находиться не могут, так как гаметы содержат по одному набору хромосом, т. е. гаплоидны. Аллельные гены могут быть доминантными и рецессивными.

Доминантным признаком называют преобладающий признак. Он определяется доминантным геном. Доминантный ген обозначается прописными буквами латинского алфавита: А, В, С и т. д. Действие этого гена проявляется как в гомозиготном (AA), так и в гетерозиготном (Aa) состоянии.

Рецессивный признак — подавляемый признак. Он проявляется только в гомозиготном состоянии при наличии двух одинаковых аллелей (aa) рецессивного гена. Рецессивный ген обозначается соответствующей строчной буквой латинского алфавита: а, в, с и т. д. В гетерозиготном состоянии рецессивный признак может полностью или частично подавляться доминантным.

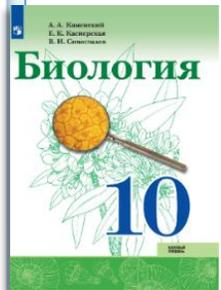
Рассмотрим некоторые генетические понятия.

Гаметы — это совокупность всех генов, полученных от родителей.

Фенотип — это совокупность всех внутренних и внешних признаков организма, сформировавшихся в онтогенезе в результате действия генов и внешней среды.

Геном — это совокупность всех генов клетки какого-либо вида существа, характерных для гаплоидного набора хромосом. Геном характеризует вид, а не отдельную особь.

Гомологичные хромосомы — это парные хромосомы, одинаковые по размерам, форме, набору генов, доставшиеся организму по одной от каждого из родителей.



Какие генетические символы надо знать и применять?



♀ - женский организм

♂ - мужской организм

x – знак скрещивания

P (лат. *parentes* — *родоначальник*) – родительские формы

F_{1, 2} (лат. *filialis* — *сыновний*) – дочерние организмы первого и второго поколений

G (греч. *gamete* — *жена*, *gametes* — *муж*) – гаметы (A, a; B, b; AB, ab)

A, B – гены, кодирующие доминантные признаки

a, b – гены, кодирующие рецессивные признаки

AA, BB – генотипы особей, моногомозиготных по доминантному признаку

aa, bb – генотипы особей, моногомозиготных по рецессивному признаку

Aa, Bb – генотипы гетерозиготных особей

AaBb – генотипы дигетерозигот

X^A - сцепление гена с полом

При решении задач по генетике человека приняты обозначения:

● - женщина

■ - мужчина

● ■ - женщина и мужчина, состоящие в браке

А. А. Кавецкий
Е. И. Кистерская
В. И. Степанова

Биология

10

Гомозигота — это организм, развившийся из зиготы, имеющей одинаковые аллели одного гена и гомологичных хромосомах (AA или aa).

Гетерозигота — это организм, развившийся из зиготы, имеющей разные аллели одного гена в гомологичных хромосомах, т. е. несущий альтернативные признаки (Aa).

Чистые линии — это линии растений или животных, полученные в результате длительного самоопыления или близкородственного скрещивания.

Гибрид — это особь, полученная в результате скрещивания.

Таблица 9

Обозначения и символы, используемые в генетике для записи схем скрещивания

Родительские особи	P (от лат. <i>parentes</i> — родители)
Сооби первого поколения гибридов	F ₁ (от лат. <i>filii</i> — дети)
Сооби второго поколения гибридов	F ₂
Гаметы	G
Доминантные аллели	A, B, C и т. д.
Рецессивные аллели	a, b, c и т. д.

Методы генетики. Первооткрывателем законов генетики справедливо считается австрийский учёный Грегор Мендель (рис. 78). Но метод искусственной гибридизации, которым он пользовался, был известен задолго до классического труда этого великого учёного.

Дело в том что Г. Мендель, будучи по образованию математиком, по призванию католическим монахом, а по вону души — ботаником, сумел создать для своих исследований законы наследственности гибридологический метод. Смысл этого метода — скрещивание интересующих нас организмов (т. е. гибридизация) с последующим анализом наследования признаков этих организмов. Мендель усовершенствовал этот метод и следовал нескольким правилам:

1. Растения, которые он скрещивал, отличались друг от друга по малому числу признаков.
2. Скрещиваемые растения относились к двум разным чистым линиям: у растений гороха одной линии семена при самоопылении всегда были зелёные (aa), а у другой — всегда жёлтые (AA). Чистые линии Мендель получил заранее при помощи самоопыления растений гороха.
3. В опытах Г. Мендель использовал одновременно несколько родительских пар гороха. Это позволило ему получить больше экспериментального материала и сделать более надёжные выводы.
4. При обработке данных Г. Мендель использовал количественные методы, с большой точностью

Рис. 78. Г. Мендель.

Рис. 79. Горох

Алгоритм решения генетических задач



1. Проанализируй условия задачи.
2. Кратко запиши условия задачи:
 - буквами обозначь гены (иногда в задачах они заданы, используй эти обозначения!!!) ;
 - генотипы и фенотипы скрещиваемых особей;
 - генотипы и фенотипы потомства, с указанием количества классов по фенотипу/генотипу
 - вопрос/ы задачи.
3. Составь схему/схемы скрещивания
 - цитологическую схему скрещивания родительных форм с указанием фенотипов (словами, над/под записью генотипов);
 - гаметы родительных форм (выясни их число и находящиеся в них гены на основе установленных генотипов и с учетом типа наследования);
 - решетку Пеннета для расчета возможных типов зигот (потомков) с записью их фенотипов.
4. Проведи анализ результатов скрещивания (определи фенотипические и генотипические классы, их числовое соотношение и его причины)
5. Дай письменный ответ **на все** вопросы задачи.

Алгоритм анализа условия генетической задачи



1. Внимательно прочитай текст задачи
2. Выдели всю информацию, необходимую для определения типа задачи
3. Определи тип задачи, для этого выясни:
 - сколько пар признаков рассматривается в задаче;
 - сколько пар генов контролирует развитие признаков;
 - доминантность (полная или неполная)/рецессивность признаков;
 - какие организмы (гомозиготные, гетерозиготные) скрещиваются;
 - сколько классов фенотипов/генотипов образуется в потомстве и каково их количественное соотношение;
 - тип/ы скрещивания (прямое, возвратное, анализирующее и т.д.)
 - тип наследования: независимое наследование генов (по типу полного доминирования/неполного доминирования/кодоминирования) или сцепленное наследование (аутосомное/сцепленное с полом (X, Y)) и т.д.
4. Выдели наличие всех условий для решения задачи
5. Выдели все требования (вопросы) задачи

Цитогенетические правила (учитываются при определении гамет)

1. Одна гомологичная хромосома (один аллельный ген) из каждой пары наследуется от отцовского, а другая (другой аллельный ген) – от материнского организма.
2. Каждая гамета получает гаплоидный набор хромосом (генов), все гены в гаметах.
3. В каждую гамету попадает только одна гомологичная хромосома из каждой пары, только один ген из каждой аллели.
4. У гетерозиготных организмов при полном доминировании фенотипически всегда проявляется доминантный признак.
5. Организмы с рецессивным признаком всегда гомозиготны.
6. Число типов гамет рассчитывается по формуле: 2^n , где n — число пар генов в гетерозиготном состоянии.



Телофаза характеризуется деспирализацией хромосом, которые становятся плохо различимыми. Формируются ядерные оболочки, вновь становятся заметными ядрышки. Нити веретена деления исчезают. После образования двух ядер начинается деление цитоплазмы (цитокинез). Между новыми растительными клетками образуется перегородка, а в животных возникает поперечная перегородка, разделяющая дочерние клетки (см. рис. 57).

Таким образом, из одной родительской клетки при митозе образуются две одинаковые дочерние клетки, идентичные родительской, с диплоидным набором хромосом (табл. 7).

Биологическое значение митотического деления очень велико, поскольку:

1. митоз обеспечивает генетическую стабильность путём точного распределения генетического материала между дочерними клетками;
2. митоз обеспечивает постоянство строения клеток, а вместе с тем и постоянство строения органов и систем многоклеточных организмов;
3. митоз позволяет увеличить число клеток, благодаря чему происходит рост;
4. митоз позволяет замещать мёртвые клетки, обеспечивая регенерацию;
5. митоз — основа большинства способов бесполого, в частности вегетативного, размножения.

Мейоз. Во время процесса полового размножения происходит оплодотворение, т. е. слияние ядер мужской и женской половых клеток, называемых гаметями. Получившаяся в результате оплодотворения клетка называется зиготой. Ядро зиготы содержит двойной (диплоидный) набор хромосом (2n4c), и, делясь митозом, зигота даёт начало всему многоклеточному организму растения или животного. Но для того чтобы в зиготе получился двойной набор хромосом, необходимо, что-

Профаза I	Метафаза I — анафаза I	Телофаза I
Профаза II — метафаза II	Анафаза II	Телофаза II

Рис. 58. Схема мейоза

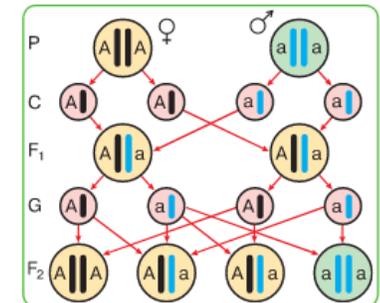


Рис. 86. Цитологическое обоснование первого и второго законов Менделя

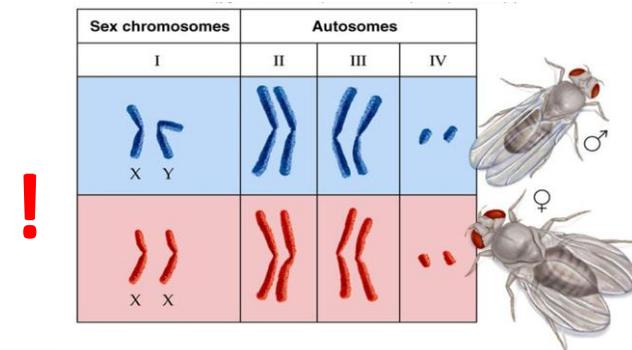
Решение генетических задач. Задача 1

У дрозофилы гетерогаметным полом является мужской пол. При скрещивании самки дрозофилы с серым телом, нормальными глазами и самца с чёрным телом, маленькими глазами всё гибридное потомство было единообразным по окраске тела и размеру глаз. При скрещивании самки дрозофилы с чёрным телом, маленькими глазами и самца с серым телом, нормальными глазами в потомстве получились самки с серым телом, нормальными глазами и самцы с серым телом, маленькими глазами. Составьте схемы скрещиваний. Определите генотипы родительских особей, генотипы, фенотипы, пол потомства в двух скрещиваниях. Объясните фенотипическое расщепление во втором скрещивании.

Решение генетических задач. Задача 1

У дрозофилы гетерогаметным полом является мужской ! пол. При скрещивании самки дрозофилы с серым телом, нормальными глазами и самца с чёрным телом, маленькими глазами всё гибридное потомство было единообразным по окраске тела и размеру глаз. При скрещивании самки дрозофилы с чёрным телом, маленькими глазами и самца с серым телом, нормальными глазами в потомстве получились самки с серым телом, нормальными глазами и самцы с серым телом, маленькими глазами. Составьте схемы скрещиваний. Определите 1) генотипы родительских особей, 2) генотипы, 3) фенотипы, 4) пол потомства в двух скрещиваниях. 5) Объясните фенотипическое расщепление во втором скрещивании.

- 1-4) – отразить в схеме скрещивания
 5) – прописать отдельно



Что надо учесть при решении задачи?

Правило

Если ...	ТО ...
<p>признаки у человека от матери передаются сыновьям, а от отца – к дочерям («крисс-кросс» наследование),</p>	<p>гены, отвечающие за развитие этих признаков, находятся в половых хромосомах (в X-хромосоме) и наследуются сцеплено с полом</p>

Анализ условия задачи 1

1) Анализ первого скрещивания

Выводы: данные не позволяют определить доминантность генов и тип наследования

2) Анализ второго скрещивания

Выводы: серое тело – **A₋** ; черное тело – **aa**

нормальные глаза – **B₋** ; маленькие глаза - **b**

гены окраски тела наследуются через аутосомы (т.к. проявляются у обоих полов)

гены размера глаз сцеплены с **X** – хромосомой (согласно правилу «крисс» - «кросс»)

генотипы второй родительской пары: ♀ **aa X^bX^b** ; ♂ **AA X^BY**

генотипы **F₁**: ♀ **Aa X^BX^b** ; ♂ **Aa X^bY** (расщепление по признаку размера глаз у самцов и самок связано со сцеплением гена этого признака с X-хромосомой (гетерогаметный пол наследует X-хромосому от одного родителя, а гомогаметный – от двух))

3) Анализ первого скрещивания:

Выводы: генотипы первой родительской пары: ♀ **AA X^BX^B** ; ♂ **aa X^bY**

генотипы **F₁**: ♀ **Aa X^BX^b** ; ♂ **Aa X^BY**

Краткое условие задачи 1 (следует из анализа условия)

Признак, фенотип	Ген / генотип
Серое тело	A
Черное тело	aa
Нормальные глаза	X^B
Маленькие глаза	$X^b X^b$; $X^b Y$
P (1): ♀ серое тело, нормальные глаза	AA $X^B X^B$
♂ черное тело, маленькие глаза	aa $X^b Y$
F ₁ : ♀ сер.тело, нор. гл.; ♂ сер. тело., нор.гл	♀ Aa $X^B X^b$; ♂ Aa $X^B Y$
P (2): ♀ черное тело, маленькие глаза	aa $X^b X^b$
♂ серое тело, нормальные глаза	AA $X^B Y$
F ₁ : ♀ сер.тело, нор. гл.; ♂ сер. тело., мал.гл	♀ Aa $X^B X^b$; ♂ Aa $X^b Y$
Генотипы, фенотипы P(1), P(2), F обоих скрещиваний; пол потомства ?	

Решение задачи 1

Элементы ответа:

1) P ♀ AAX ^B X ^B	×	♂ aaX ^b Y
серое тело		чёрное тело
нормальные глаза		маленькие глаза
G AX ^B		aX ^b , aY

F₁ AaX^BX^b – самки с серым телом, нормальными глазами;
 AaX^BY – самцы с серым телом, нормальными глазами;

2) P ♀ aaX ^b X ^b	×	♂ AAX ^B Y
чёрное тело		серое тело
маленькие глаза		нормальные глаза
G aX ^b		AX ^B , AY

F₁ AaX^BX^b – самки с серым телом, нормальными глазами;
 AaX^bY – самцы с серым телом, маленькими глазами;

3) во втором скрещивании расщепление по признаку размера глаз у самцов и самок связано со сцеплением гена этого признака с X-хромосомой (гетерогаметный пол наследует X-хромосому от одного родителя, а гомогаметный – от двух).

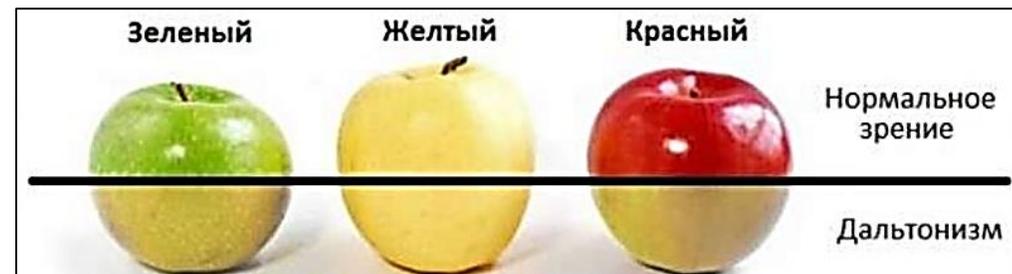
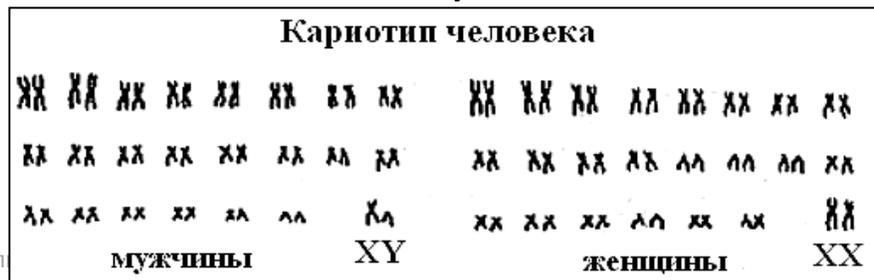
(Допускается иная генетическая символика.)

Если неправильно определён признак, сцепленный с X-хромосомой, решение задачи считается неверным и оценивается в 0 баллов.

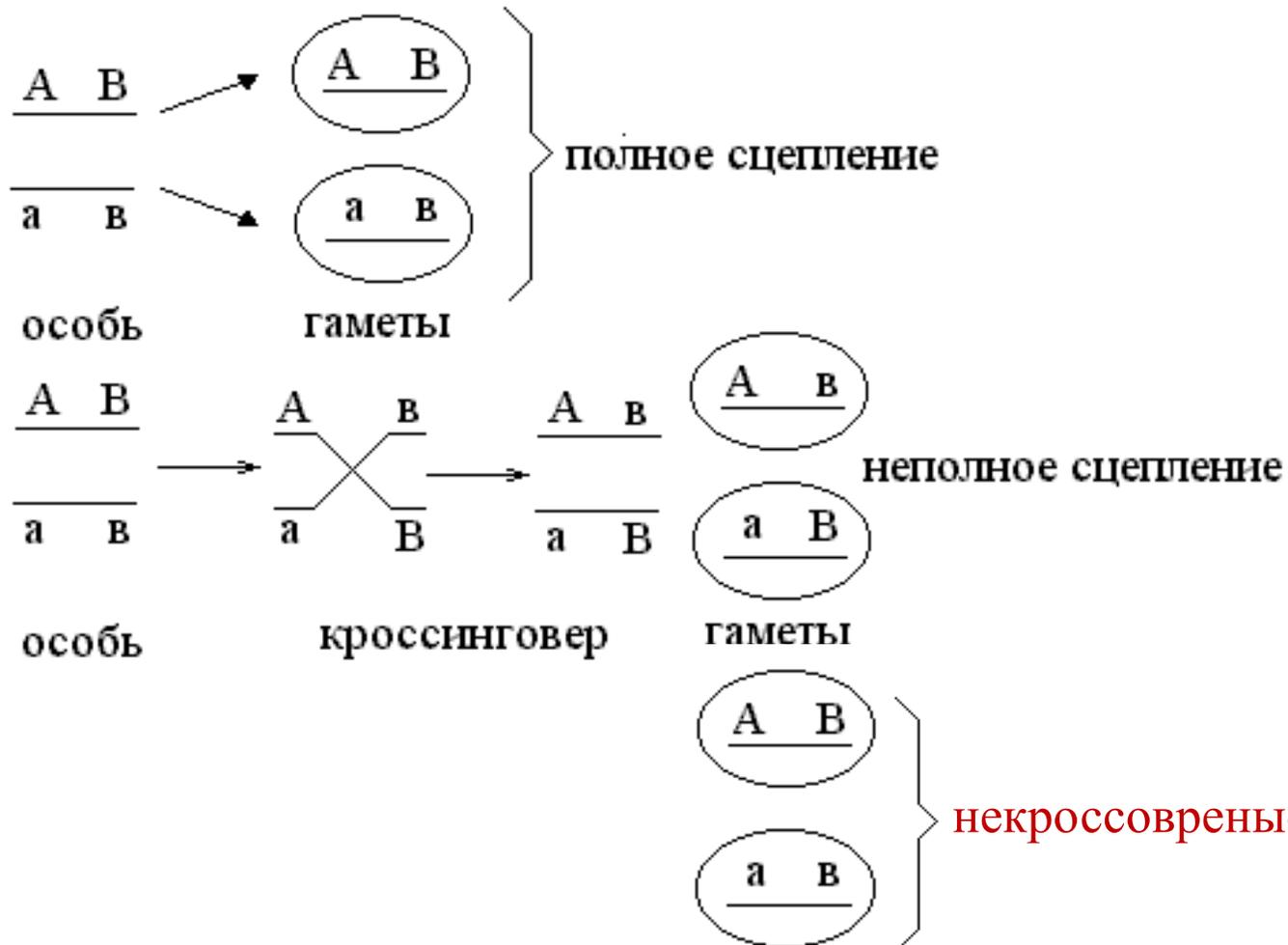
- ! Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков

Решение генетических задач. Задача 2

У человека между аллелями генов куриной слепоты (ночная слепота) и дальтонизма (красно-зелёного) происходит кроссинговер. Женщина, не имеющая этих заболеваний, у матери которой был дальтонизм, а у отца – куриная слепота, вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний. Родившаяся в этом браке монозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний. В их семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного этими заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.



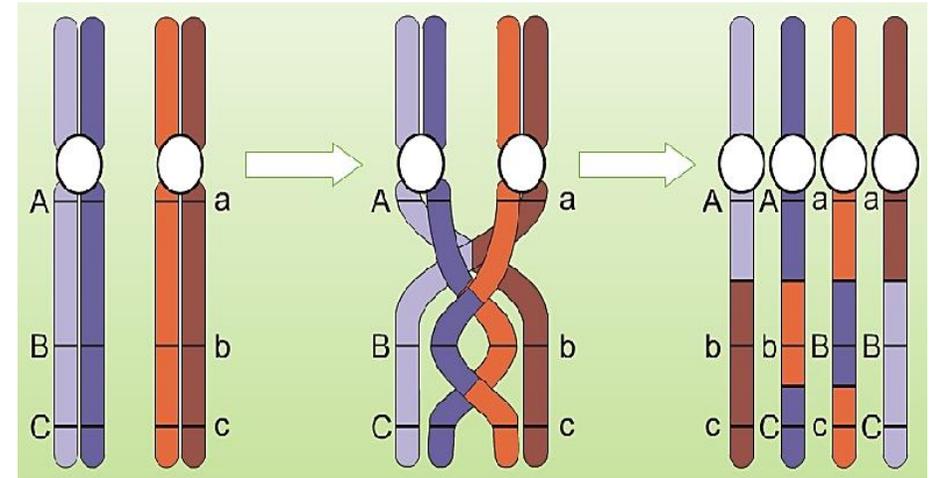
Что надо учесть при решении задачи?



кроссовренные

некроссовренные

кроссинговер



Решение генетических задач. Задача 2

У человека между аллелями генов куриной слепоты (ночная слепота) и дальтонизма (красно-зелёного) происходит кроссинговер.

Женщина, не имеющая этих заболеваний, у матери которой был дальтонизм, а у отца – куриная слепота, вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний. Родившаяся в этом браке монозомозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний. В их семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи.

1) Укажите генотипы, 2) фенотипы родителей и 3) генотипы, 4) фенотипы, 5) пол возможного потомства в двух браках. 6) Возможно ли в первом браке рождение больного этими заболеваниями ребёнка? 7) Ответ поясните.

1-5) – *отразить в схеме скрещивания*

6-7) – *прописать отдельно*

Анализ условия задачи 2

1) Сцепленное наследование. Сцепленное с полом наследование.

Гены куриной слепоты и дальтонизма наследуются через **X** – хромосому и неполно сцеплены (происходит кроссинговер)

2) Анализ первого скрещивания:

Выводы: генотипы родителей: ♀ **X^{Ad}X^{aD}** ♂ **X^{AD}Y**

G-гаметы ♀ с учетом кроссинговера: **X^{Ad}**, **X^{aD}**, **X^{AD}**, **X^{ad}**

в первом браке возможно рождение больного обоими заболеваниями ребёнка - ♂ **X^{ad}Y**

3) Анализ второго скрещивания

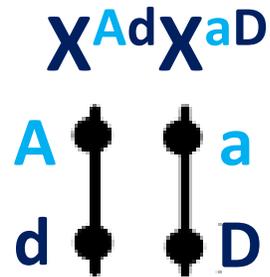
Выводы: генотипы родителей: мать ♀ - **X^{Ad}X^{AD}** - моногетерозиготна (по дальтонизму), т.к. родился ребенок- дальтоник ♂ **X^{Ad}Y**; отец ♂ - **X^{AD}Y**

Краткое условие задачи 2 (следует из анализа условия)

Признак, фенотип	Ген / генотип
Дальтонизм	X^d
Отсутствие дальтонизма	X^D
Нормальное ночное зрение	X^A
Куриная слепота	X^a
P (1): ♀ норм. зрение, отсут. дальтонизма	$X^{Ad}X^{aD}$
♂ норм. зрение, отсут. дальтонизма	$X^{AD}Y$
F ₁ : ♀ - нор. зр, отсут. дальт.; ♂- все сочетания	♀ - ? ♂ - ?
P (2): ♀ норм. зрение, отсут. дальтонизма	$X^{Ad}X^{AD}$
♂ норм. зрение, отсут. дальтонизма	$X^{AD}Y$
F ₁ : ♂ дальтоник	$X^{Ad}Y$; ♀ - ?, ♂ - ?

Составляем схему 1-го скрещивания

P: ♀ нор.зр., отс.дальт. × ♂ нор.зр., отс.дальт.



G: X^{Ad} , X^{aD} , X^{AD} , X^{ad}

X^{AD} , Y

F₁:

генотипы, фенотипы возможных дочерей:

$X^{Ad} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

генотипы, фенотипы возможных сыновей:

$X^{Ad} Y$ – нормальное ночное зрение, дальтонизм;

$X^{aD} Y$ – куриная слепота, отсутствие дальтонизма;

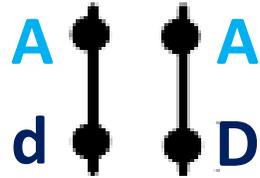
$X^{AD} Y$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

$X^{ad} Y$ – куриная слепота, дальтонизм - ответ на вопрос 6, необходимо прописать обоснование!

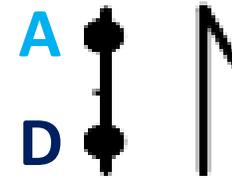
Составляем схему 2-го скрещивания

P: ♀ нор.зр., отс.дальт. × ♂ нор.зр., отс.дальт.

$X^{Ad}X^{AD}$



$X^{AD}Y$



G: X^{Ad}, X^{AD}

X^{AD}, Y

F₁:

генотипы, фенотипы возможных дочерей:

$X^{Ad}X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

$X^{AD}X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

генотипы, фенотипы возможных сыновей:

$X^{Ad}Y$ – нормальное ночное зрение, дальтонизм;

$X^{AD}Y$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

Решение задачи 2

Схема решения задачи включает:

1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$ x ♂ $X^{AD}Y$
нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма
G $X^{Ad}, X^{aD}, X^{AD}, X^{ad}$ X^{AD}, Y
F₁
генотипы, фенотипы возможных дочерей:
 $X^{Ad} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;
 $X^{aD} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;
 $X^{AD} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;
 $X^{ad} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;
генотипы, фенотипы возможных сыновей:
 $X^{Ad} Y$ – нормальное ночное зрение, дальтонизм;
 $X^{aD} Y$ – куриная слепота, отсутствие дальтонизма;
 $X^{AD} Y$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;
 $X^{ad} Y$ – куриная слепота, дальтонизм;

2) ♀ $X^{Ad}X^{AD}$ x ♂ $X^{AD}Y$
нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма
G X^{Ad}, X^{AD} X^{AD}, Y

F₂

генотипы, фенотипы возможных дочерей:

$X^{Ad} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

$X^{AD} X^{AD}$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

генотипы, фенотипы возможных сыновей:

$X^{Ad} Y$ – нормальное ночное зрение, дальтонизм;

$X^{AD} Y$ – нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма;

3) в первом браке возможно рождение сына-дальтоника с куриной слепотой ($X^{ad}Y$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера X-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y-хромосома, не содержащая аллелей этих двух генов.

(Допускается иная генетическая символика изображения сцепленных генов в виде , и написание сцепленных в X-хромосоме генов верхним или нижним индексом.)

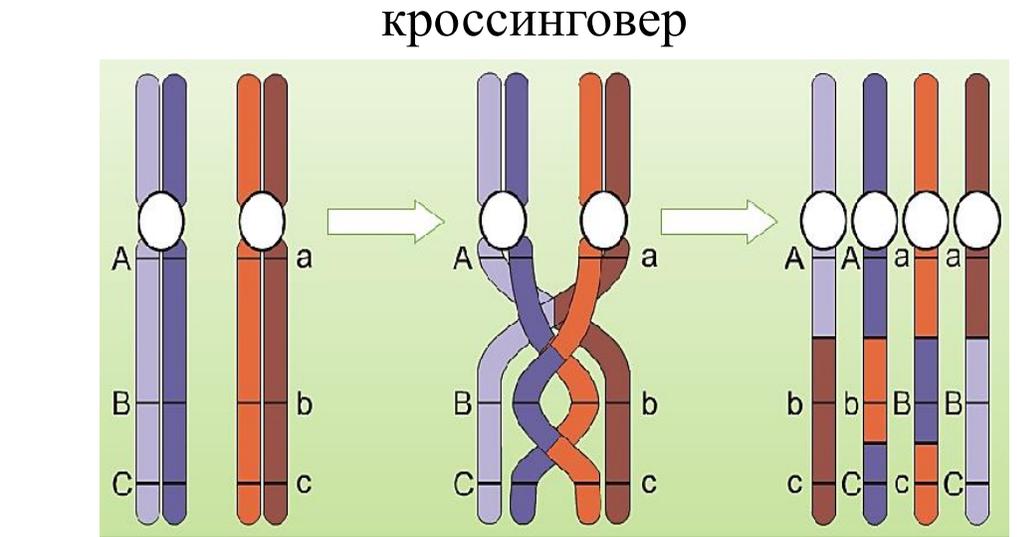
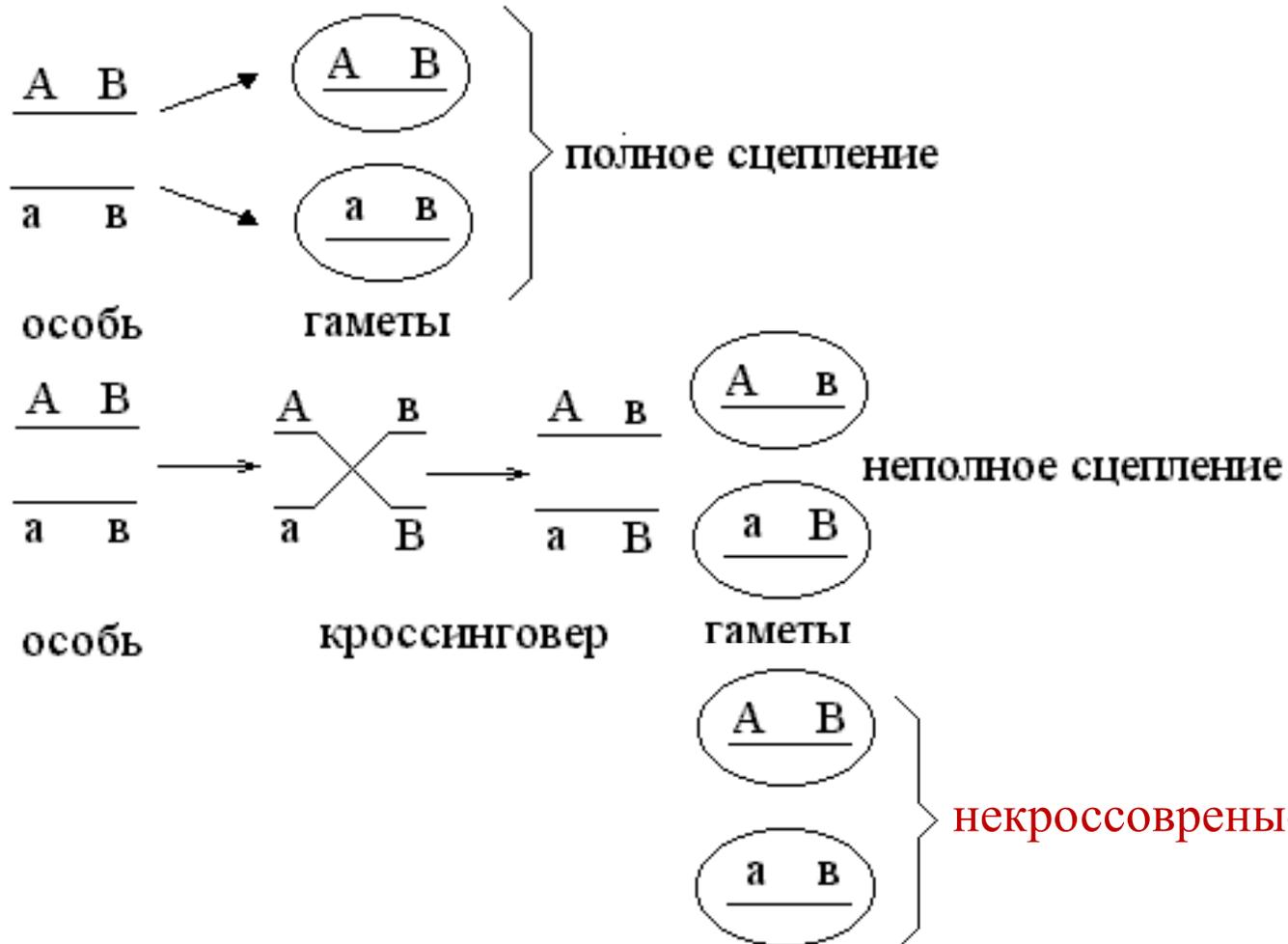
! Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и генотипов, и фенотипов, и пола всех возможных потомков

Решение генетических задач. Задача 3

Гены, контролирующие развитие рахита и нормальное состояние мышц, доминируют над генами, контролирующими нормальное развитие костей и дистрофию Дюшена. Гены расположены в X-хромосоме на расстоянии 22 морганид. В семье муж страдает рахитом и дистрофией Дюшена; жена страдает рахитом и имеет нормально развитые мышцы (её отец страдал дистрофией Дюшена, а у матери были нормально развитые кости). Определите генотипы родителей, генотипы, фенотипы и пол возможного потомства. Какова вероятность рождения в этой семье детей, страдающих одновременно рахитом и дистрофией Дюшена?



Что надо учесть при решении задачи?



кроссовренные

Частота кроссинговера = $n_1 / n \times 100\%$, где
 n_1 – число кроссоверов;
 n – общее число потомков

Решение генетических задач. Задача 3

Гены, контролирующие развитие рахита и нормальное состояние мышц, доминируют над генами, контролирующими нормальное развитие костей и дистрофию Дюшена. Гены расположены в X-хромосоме на расстоянии 22 морганид. В семье муж страдает рахитом и дистрофией Дюшена; жена страдает рахитом и имеет нормально развитые мышцы (её отец страдал дистрофией Дюшена, а у матери были нормально развитые кости). Определите 1) генотипы родителей, 2) генотипы, 3) фенотипы и 4) пол возможного потомства. 5) Какова вероятность рождения в этой семье детей, страдающих одновременно рахитом и дистрофией Дюшена?

1-4) – отразить в схеме скрещивания

5) – прописать отдельно

Анализ условия задачи 3

1) Анализ первой части условия

Выводы: развитие рахита – **A** ; отсутствие рахита – **aa**

нормальное состояние мышц – **B** ; дистрофия Дюшена - **bb**

2) Анализ скрещивания

Выводы: - сцепленное наследование; сцепленное с полом наследование.

- гены куриной слепоты и дальтонизма наследуются через **X** – хромосому и неполно сцеплены (происходит кроссинговер, 22%)

- генотипы родителей: ♀ **X^{aB}X^{Ab}** (с учетом того, что ее отец страдал дистрофией Дюшена, а у матери были нормально развитые кости) ♂ **X^{Ab}Y**

3) Из условия о проценте кроссинговера

Выводы: -две кроссоверные гаметы у жены образуются в 22% случаев (по 11% каждого типа); две некроссоверные – в 78% (по 39% каждого типа).

-у мужа между половыми хромосомами кроссинговер не происходит, следовательно, у него образуются два типа некроссоверных гамет (по 50% каждого типа)

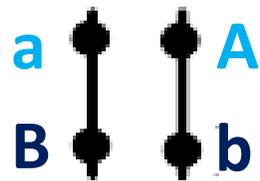
Краткое условие задачи 3 (следует из анализа условия)

Признак, фенотип	Ген, генотип
Рахит	X^A
Нормальное развитие костей	X^a
Нормальное состояние мышц	X^B
Дистрофия Дюшена	X^b
P: ♀ рахит, нормально развитые мышцы	$X^{aB} X^{Ab}$
♂ рахит, дистрофия Дюшена	$X^{Ab}Y$
F_1	?
Вероятность рождения детей с рахитом и дистрофией Дюшена	?

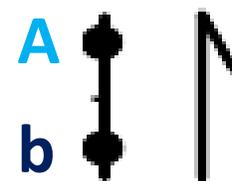
Составляем схему скрещивания

P: ♀ рахит, нормальное состояние мышц × ♂ рахит, дистрофия Дюшена

$X^{aB}X^{Ab}$



$X^{Ab}Y$



G: X^{aB} , X^{Ab} , X^{ab} , X^{AB} 22%

кроссовренные

X^{Ab} , Y

Составляем схему скрещивания (решетку Пеннета)

F₁:

♂/♀	некроссоверные (78%)		кроссоверные (22%)	
	X ^a B (39%)	X ^A b (39%)	X ^a b (11%)	X ^A B (11%)
X ^A b (50%)	X ^a BX ^A b ♀ рахит, нормальное состояние мышц (19,5%)	X ^A bX ^A b ♀ рахит, дистрофия Дюшена (19,5%)	X ^a bX ^A b ♀ рахит, дистрофия Дюшена (5,5%)	X ^A BX ^A b ♀ рахит, нормальное состояние мышц (5,5%)
Y (50%)	X ^a BY ♂ нормально развитые кости и мышцы (19,5%)	X ^A bY ♂ рахит, дистрофия Дюшена (19,5%)	X ^a bY ♂ нормально развитые кости, дистрофия Дюшена (5,5%)	X ^A BY ♂ рахит, нормальное состояние мышц (5,5%)

Количество рекомбинантных гамет вычисляем по формуле: $n = \frac{\% \text{ кроссинговера}}{2}$

Ответ к задаче 3

1) генотипы родителей:

♀ рахит, нормальное состояние мышц $X^{aB}X^{Ab}$ (гаметы X^{aB} , X^{Ab} , X^{ab} , X^{AB}),
 ♂ рахит, дистрофия Дюшена $X^{Ab}Y$ (гаметы X^{Ab} , Y);

2) фенотипы и генотипы потомков:

♀: $X^{aB}X^{Ab}$ рахит, нормальное состояние мышц (19,5%), $X^{Ab}X^{Ab}$ рахит, дистрофия Дюшена (19,5%), $X^{ab}X^{Ab}$ рахит, дистрофия Дюшена (5,5%), $X^{AB}X^{Ab}$ рахит, нормальное состояние мышц (5,5%);

♂: $X^{aB}Y$ нормально развитые кости и мышцы (19,5%), $X^{Ab}Y$ рахит, дистрофия Дюшена (19,5%), $X^{ab}Y$ нормально развитые кости, дистрофия Дюшена (5,5%), $X^{AB}Y$ рахит, нормальное состояние мышц (5,5%);

3) вероятность рождения детей с двумя аномалиями 39% (девочка и мальчик).

Домашнее задание

Задача 4

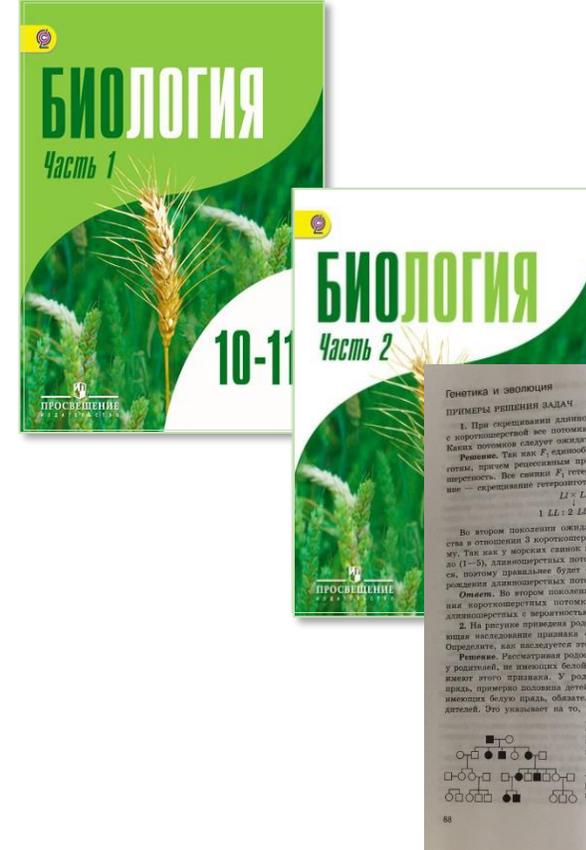
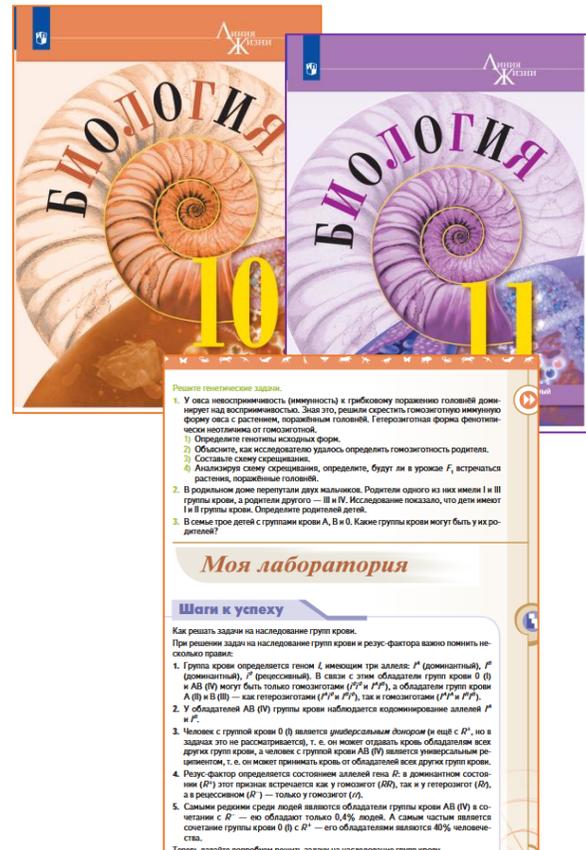
У человека между аллелями генов атрофии зрительного нерва и красно-зелёного дальтонизма происходит кроссинговер. Не имеющая таких заболеваний женщина, у матери которой был дальтонизм, а у отца – атрофия зрительного нерва, вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний. Родившаяся в этом браке монозиготная здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего таких заболеваний, в этой семье родился ребёнок-дальтоник. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли в первом браке рождение больного двумя заболеваниями ребёнка? Ответ поясните.

Какие учебники использовать?

УМК по биологии
авт. В.И.Сивоглазова.
Базовый уровень

УМК «Линия жизни» под
ред. В.В. Пасечника. 10-11.
Углублённый уровень

УМК по биологии. 10-11 классы.
Углубленный уровень (под ред.
В.К. Шумного, Г.М. Дымшица)



Генетика и эволюция

Примеры решения задач

1. При скрещивании длинношерстной морской свинки с короткошерстной все потомки имеют короткую шерсть. Каких потомков следует ожидать во втором поколении?

Решение. Так как F_1 единообразно, то родители гомозиготны, причем рецессивным признаком является длинношерстность. Все потомки F_1 гетерозиготны. Второе поколение — скрещивание гетерозигот (особей F_1) между собой:

$$LL \times ll$$

$$Ll \times Ll$$

Во втором поколении ожидается расщепление потомства в отношении 3 короткошерстных и 1 длинношерстный. Так как у морских свинок в цитологической норме, потому правдивее будет ответить, что вероятность рождения длинношерстных потомков составит $1/4$.

Омеля. Во втором поколении можно ожидать рождение короткошерстных потомков с вероятностью $3/4$ и длинношерстных с вероятностью $1/4$.

2. На рисунке приведена родословная семьи, показывающая наследование признака «белая грудь» надо обом, Определите, как наследуется этот признак.

Решение. Родословная родословная, мы отмечаем, что у родителей, не имеющих белой груди, все дети также не имеют этого признака. У родителей, имеющих белую грудь, примерно половина детей не имеет. У детей, имеющих белую грудь, обязательно не имеют один из родителей. Это указывает на то, что признак определяется доминантным геном, а носители генов, имеющие этот признак, являются гетерозиготами.

Омеля. Признак «белая грудь» наследуется доминантным геном.

3. При скрещивании трехлопастых и двухлопастых двудольных растений потомство имеет три головы, а другая половина — две головы. Скрещивание двухлопастых с однолопастыми дает всегда только половину потомков, имеющих на маку, и половину, имеющих на шее. Как наследуется признак «число голов»?

Решение. Расщепление 1 : 1 наблюдается при скрещивании гомозиготы с гетерозиготой. Следовательно, в случае скрещивания и трехлопастых двудольных и двухлопастых с однолопастыми один из родителей является гомозиготным, а другой — гетерозиготным. Поскольку двухлопастые растения участвуют в обоих типах скрещиваний, то логично предположить, что гетерозиготным является именно он. Тогда трехлопастые и однолопастые — это гомозиготы. Например, трехлопастые имеют генотип AA , а однолопастые — генотип aa (или трехлопастые имеют генотип aa , однолопастые — генотип AA).

Омеля. Признак «число голов» определяется одним геном с неполным доминированием: AA — трехлопастые, Aa — двухлопастые, aa — однолопастые (или AA — однолопастые, Aa — двухлопастые, aa — трехлопастые).

4. У мышей серия множественных аллелей обуславливает серую (A_1), черно-огненную (темная линия, красно-желтый флуоресцент) (a_2) и черную (a_3) окраску шерсти. Аллели доминируют в следующем порядке: $A_1 > a_2 > a_3$. При скрещивании серой и черной мыши потомки были серыми и черно-огненными. Какого потомства можно ожидать при скрещивании двух черно-огненных мышей из F_2 ?

Решение. Сначала следует определить генотипы мышей-родителей. Черная мышь в любом случае должна быть гомозиготной — a_3a_3 . Поскольку у потомства серой мыши оказались черно-огненные, она должна быть гетерозиготной — A_1a_3 .

$$A_1a_3 \times a_3a_3$$

$$1 Aa : 1 a_3a$$

Скрещивание двух черно-огненных гетерозигот:

$$a_3a_3 \times a_3a_3$$

$$1 a_3a_3 : 2 a_2a_3 : 1 a_1a_3$$

Омеля. В F_2 должны родиться черно-огненные и черные мыши в соотношении 3 : 1.

Анонс вебинара

26.04.2021

с 15:30 - 16:30 (по московскому времени)

вебинар на тему: «ЕГЭ по биологии - 2021. Практикум «Решение сложных биологических задач по теме "Циклы развития растений»

Ведущие:

Чередниченко Ирина Петровна, к.п.н, методист-эксперт ГК «Просвещение», автор методических пособий
Сарычева Наталья Юрьевна, к.б.н., старший научный сотрудник, доцент кафедры физиологии человека и
животный Биологического факультета МГУ, автор учебников издательства "Просвещение"

Ссылка на вебинар: <https://uchitel.club/events/ege-po-biologii-2021-praktikum-resenie-sloznych-biologiceskix-zadac-po-teme-cikly-razvitiya-rastenii/>

Сервисы для педагогов на сайте Группы компаний «Просвещение» prosv.ru

Каталог



catalog.prosv.ru

Горячая линия



vopros@prosv.ru

Рабочие
программы



prosv.ru

Презентации и рекламные
материалы



prosv.ru/reklama/

Материалы для подготовки к
участию в международных
исследованиях



prosv.ru/pages/pisa.html



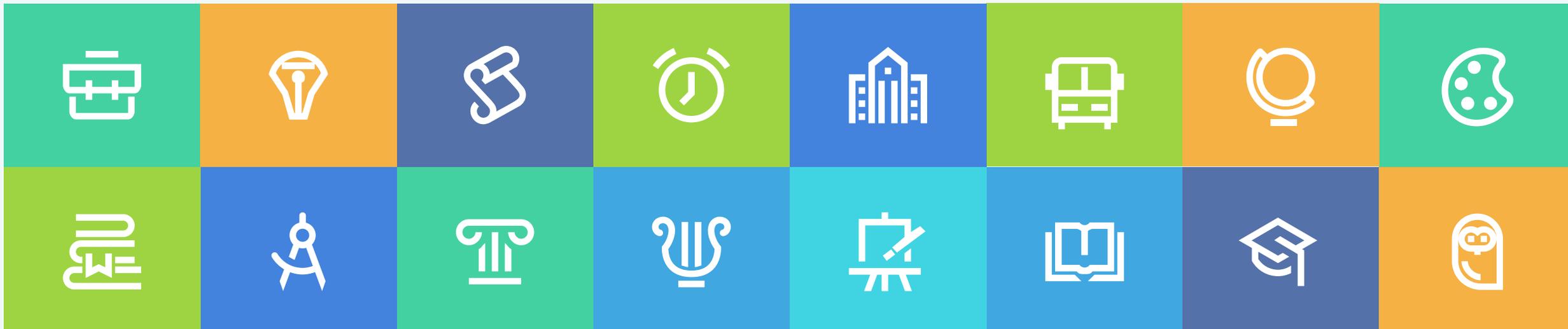
vopros@prosv.ru



shop.prosv.ru



academy.prosv.ru



Группа компаний «Просвещение»

Адрес: 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3, подъезд 8, бизнес-центр «Новослободский»

Горячая линия: vopros@prosv.ru



Методист-эксперт Центра методической поддержки педагогов и образовательных организаций, к.п.н:

Чередниченко Ирина Петровна

E-mail: ICherednichenko@prosv.ru