

**Муниципальное образование
Павловский район**

ЕГЭ биология - 2021

Линия 28. Генетика.

Учитель биологии МАОУ СОШ № 2 имени И.М.Суворова ст.Павловской,
эксперт ЕГЭ
Пономарева Анна Сергеевна

Задания с тремя и более элементами ответа с закрытым рядом требований

Генетические и цитологические задачи имеют чёткую структуру ответа и оцениваются максимально в **3 балла при наличии всех элементов**. Все приведённые в эталоне элементы значимы и не имеют альтернативных вариантов. Такие задания содержат **закрытый ряд требований («Правильный ответ должен содержать следующие позиции»)**. Поэтому в ответе выпускника необходимо чётко отслеживать указанные разработчиками заданий позиции.

В листе ответа должен быть представлен ход решения задачи, без которого невозможно получить правильные элементы ответа. В эталоне представлено только содержание элементов ответа, за которое может быть выставлен соответствующий балл.

Указания по оцениванию развёрнутых ответов участников ЕГЭ для эксперта, проверяющего ответы на задания 22–28 по биологии

- Схема решения задачи в работе должна соответствовать схеме в эталоне.
- Допускается лишь иная генетическая символика, о чем указано в критериях оценивания. В ответе при отсутствии объяснения результатов скрещивания высший балл не присуждается даже в случае правильного решения задачи.

Указания по оцениванию развёрнутых ответов участников ЕГЭ для эксперта, проверяющего ответы на задания 22–28 по биологии

- Исключение составляет использование экзаменуемым иной буквенной символики при решении генетических задач. При решении генетических задач наличие схемы скрещивания обязательно. В ней должны быть указаны генотипы родителей, гаметы, генотипы и фенотипы потомства.
- В листе ответа должен быть представлен ход решения задачи, без которого невозможно получить правильные элементы ответа. В эталоне представлено только содержание элементов ответа, за которое может быть выставлен соответствующий балл.

Основные типы задач на ЕГЭ

- Задачи на закон Моргана с кроссинговером, сцепление в X-хромосоме
- Задачи на определение расстояния между генами и процент кроссинговера (при сцеплении с аутосомами или с половыми хромосомами)
- Задачи крисс-кросс (аутосомный признак + признак, сцепленный с полом)
- Задачи на закон Т. Моргана без кроссинговера (полное сцепление) и с кроссинговером
- Задачи на летальность
- Задачи на неполное доминирование

Задача № 1

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.

Генотип матери: ♀ XAdXaD , так как одну X-хромосому с рецессивным геном дальтонизма получила от матери, а другую X-хромосому с геном куриной слепоты получила от отца

Генотип отца: XDAУ

Схема решения по первому браку:

P	♀ <u>XAdXaD</u>		*	♂ XADУ	
Ф	нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма			нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма	
G	Некроссоверные: <u>XAd, XaD</u> Кроссоверные: <u>XAD, XaD</u>			<u>XAD, У</u>	
F1		<u>XAd</u>	<u>XaD</u>	<u>XAD</u>	<u>XaD</u>
	<u>XAD</u>	♀ <u>XADXAd</u> нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма	♀ <u>XADXaD</u> нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма	♀ XADXAD нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма	♀ XADXaD нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма
	<u>У</u>	♂ <u>XADУ</u> нормальное ночное зрение, дальтонизм	♂ <u>XaDУ</u> куриная слепота, отсутствие дальтонизма	♂ XADУ нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма	♂ <u>XaDУ</u> куриная слепота, дальтонизм

Так как от монозиготной дочери и здорового мужчины родился дальтоник, значит, дочка была носителем гена дальтонизма и имеет генотип

♀ХАДХАд

P		♀ХАДХАд	*	♂ХАДУ
Ф		нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма		нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма
G		ХАД, ХАд		ХАД, У
F1		ХАД		ХАд
	ХАД	♀ ХАДХАД нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма		♀ ХАДХАд нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма
	У	♂ ХАДУ нормальное ночное зрение, отсутствие дальтонизма		♂ ХАдУ нормальное ночное зрение, дальтонизм

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

Эталон

Содержание верного ответа и указания по оцениванию
(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

Схема решения задачи включает:

1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$	х	♂ $X^{AD}Y$
нормальное ночное зрение		нормальное ночное зрение
отсутствие дальтонизма		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;

Эталон

2) ♀ $X^{Ad}X^{AD}$

х

♂ $X^{AD}Y$

нормальное ночное зрение

нормальное ночное зрение

отсутствие дальтонизма

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.

Задача № 2

Женщина, не страдающая цветовой слепотой и с нормальной свертываемостью крови, отец которой был гемофиликом и имел цветовую слепоту, вступила в брак с мужчиной-гемофиликом, имеющим нормальное зрение. Гены гемофилии и цветовой слепоты рецессивны и расположены в X-хромосоме на расстоянии **4 морганид**. Какое потомство можно ожидать от этого брака? Какова вероятность рождения в этой семье ребенка с обеими аномалиями?

1. Записываем обозначения по условию
2. Составляем схему решения задачи

Дано:

X^H - ген норм. сверт.

X^h - ген эмбриии

$X^{(D)}$ - ген норм. зрен.

X^d - ген цветовой слеп.

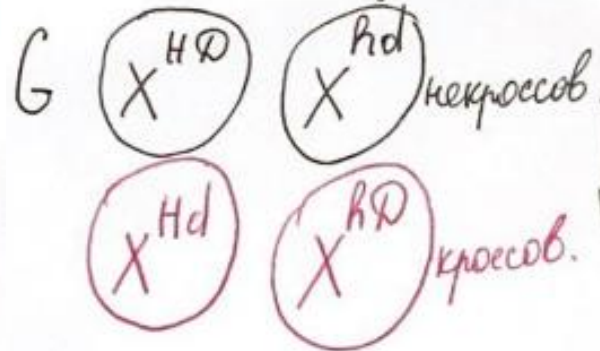
4 морфиды

P - ? F₁ - ?

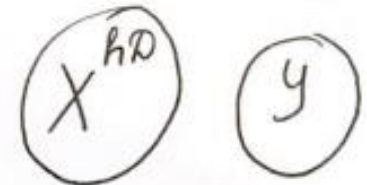
Решение:

1 скрещивание

P: ♀ $X^{HD} X^{hd}$
 нормальн. сверт.
 нормальн. зрение



♂ $X^{hD} Y$
 эмбриии
 нормальное зрение



		некроссоверные (96%)		кроссоверные (4%)	
		X^{HD}	X^{hd}	X^{Hd}	X^{hD}
♂	♀				
X^{hD}	♀	$X^{HD} X^{hD}$ норм. слезот. р норм. зрение 24%	$X^{hd} X^{hD}$ гемофилия р норм. зрение 24%	$X^{Hd} X^{hD}$ норм. слезот. р норм. зрение 1%	$X^{hd} X^{hD}$ гемофилия р норм. зрение 1%
Y	♂	$X^{HD} Y$ норм. слезот. р норм. зрение 24%	$X^{hd} Y$ гемофилия р цвет. слеп. 24%	$X^{Hd} Y$ норм. слезот. р цвет. слеп. 1%	$X^{hD} Y$ гемофилия р норм. зрение 1%

3) В браке возможно рождение мальчика с обоими аномалиями ($X^{hd} Y$) с гемофилией и цветовой слепотой, вероятность рождения - 24%.

Задача №3

У дрозофилы гетерогаметным является мужской пол. В первом скрещивании самки имели **красные глаза** и серое тело, а самцы - **пурпурные глаза** и **желтое тело**; все потомство было единообразным по признакам окраски тела и глаз. Во втором скрещивании самка имела **пурпурные глаза** и **желтое тело**, а самец - **красные глаза** и серое тело. При этом в потомстве получились самки с **красными глазами** и серым телом и самцы с **красными глазами** и **желтым телом**. Определите генотип родителей и генотип, фенотип и пол потомков в двух скрещиваниях. Объясните расщепление во втором скрещивании.

1 скрещивание

♀ **красные глаза**
серое тело

♂ **пурпурные глаза**
желтое тело

2 скрещивание

♀ **Пурпурные глаза**
желтое тело

x

♂ **красные глаза**
серое тело

♀ **красные глаза**
серое тело

♂ **красные глаза**
желтое тело

Анализ задачи: единообразие в потомстве при 1-ом скрещивании говорит о гомозиготности родителей.

Ген окраски глаз не сцеплен с полом, так как передается одинаково у обоих полов, во 2-ом скрещивании единообразие – все с красными глазами, значит это доминантный признак. Второй признак (**окраска тела**) сцеплен с полом, так как передается от родителей «крест-накрест». (крисс-кросс)

Дано:

A - ген красные ш.

a - ген пурпурных ш.

X^B - ген серого тела

X^b - ген желтого тела

P-? F₁-? F₂-?

Решение:

1 скрещивание:

P: ♀ AA $X^B X^B$
красные глаза
серое тело

♂ aa $X^b Y$
пурпурные глаза
желтое тело

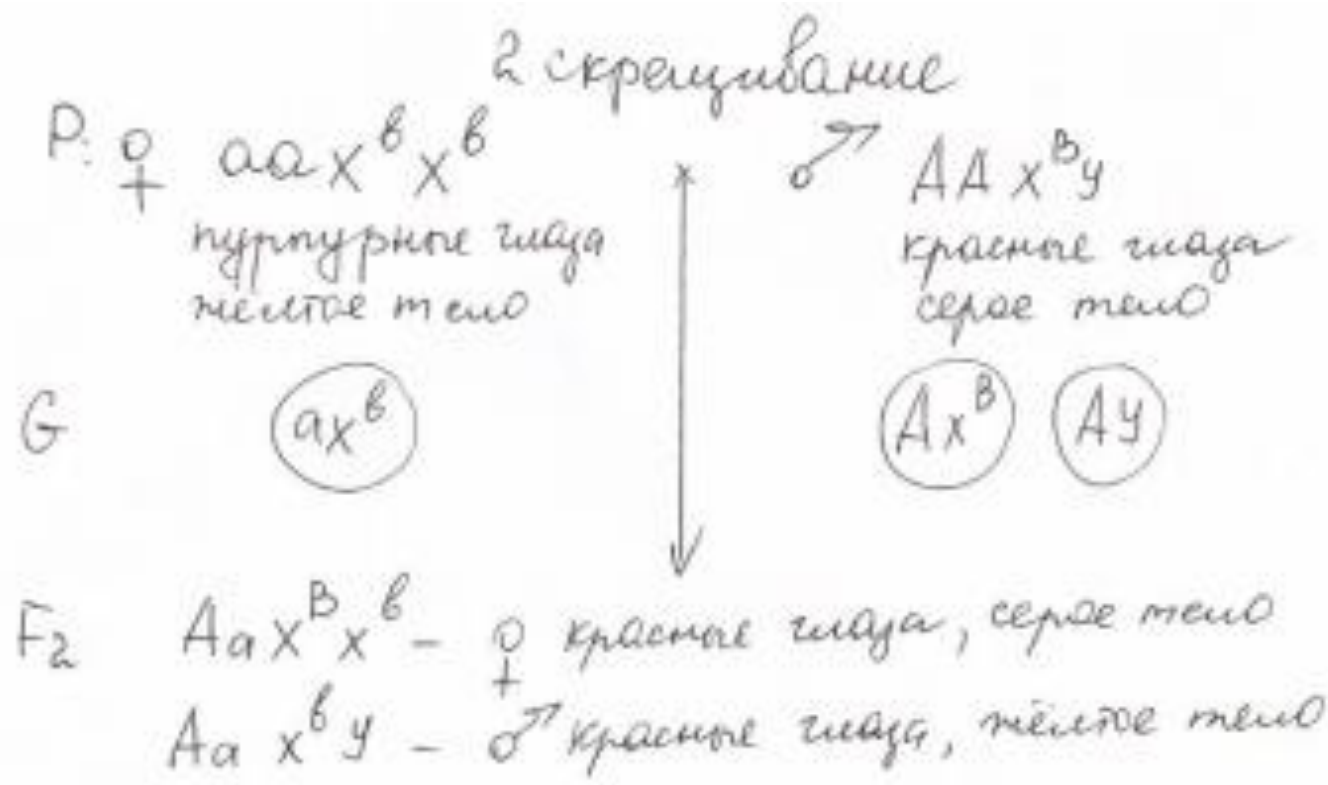
G

(A X^B)

(a X^b)

(a Y)

F₁ Aa $X^B X^b$ - ♀ красные глаза, серое тело
Aa $X^B Y$ - ♂ красные глаза, серое тело



3) Во 2^м скрещивании фенотипическое расщепление по признаку окраски тела у самок и самцов связано со сцеплением этого признака с X-хромосомой самки (гетерозиготной по наследует X-хромосому от одного родителя, а гомозиготной — от двух)

Элементы ответа:

1) P ♀ AA ^B X ^B	×	♂ aaX ^b Y
красные глаза		пурпурные глаза
серое тело		жёлтое тело
G AX ^B		aX ^b , aY
F ₁ AaX ^B X ^b – самки с красными глазами, серым телом;		
AaX ^B Y – самцы с красными глазами, серым телом;		
2) P ♀ aaX ^b X ^b	×	♂ AA ^B X ^B Y
пурпурные глаза		красные глаза
жёлтое тело		серое тело
G aX ^b		AX ^B , AY

F₁ AaX^BX^b – самки с красными глазами, серым телом;
AaX^bY – самцы с красными глазами, жёлтым телом;
3) во втором скрещивании фенотипическое расщепление по признаку окраски тела 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).

Задача № 4

При скрещивании гомозиготного стелющегося гороха с белыми цветками с гомозиготным кустистым горохом, имеющим окрашенные цветки, все потомки оказались стелющимися с окрашенными цветками.

Потомки F_1 скрестили с кустистым горохом, имеющим белые цветки, в результате чего получили следующее:

408 стелющихся растений с белыми цветками;

58 стелющихся растений с окрашенными цветками;

412 кустистых растений с окрашенными цветками;

54 кустистых растения с белыми цветками.

Определите группы исходных растений и потомков из F_1 .

Каковы расстояния между генами и вероятность появления во втором потомстве стелющихся растений гороха с окрашенными цветками.

Дано:

A - ген стелющиха

a - ген кустист.

B - ген окрашен.

b - ген белой окр.

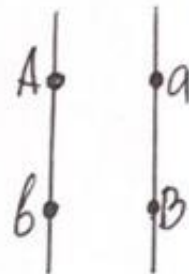
P - ? F₁ - ?

Решение:

1 скрещивание

P: ♀ AA BB
+ стелющ.
 белые ув.

♂ aa BB
кустист.
окрашен.



G



F₁

↓
Aa Bb - стелющ. окрашен.

2 скрещивание

P: ♀ Aa Bb
 Стебельц.
 окрашен.

♂ aa bb
 кустист.
 белые цв.

G (Ab) (aB) некроев.
 (aB) (ab) кроев.

(ab)

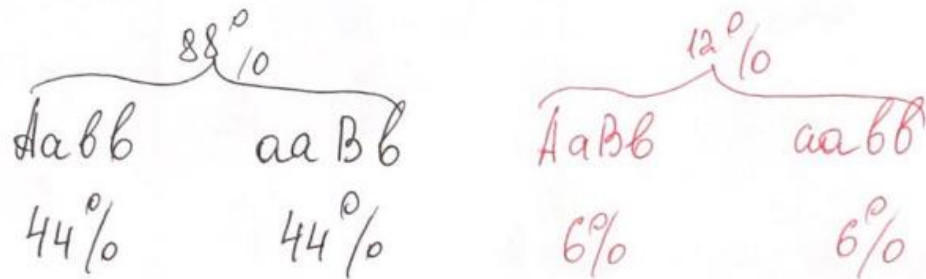
F₂

♂ \ ♀	Ab	aB	AB	ab
ab	Aabb стелюц. белый окр.	aaBb кустист. окраш.	AaBb стелюц. окрашен.	aa bb кустист. белый
	408	412	58	54

3) Появление в потомстве двух больших фенотипических групп Аавв-стемяущий белая (408) и ааВв-кустистая и окрашенная (412) — это результат сцепленного наследования генов А и В, а и В между собой. Две другие малочисленные группы АаВв-стемяущий окрашен (58) и аавв-кустистый белая (54) образуются в результате кроссинговера.

Расстояние между генами

$$n = \frac{58 + 54}{408 + 412 + 58 + 54} \cdot 100\% = 12\% \text{ или } 12 \text{ морганид}$$



Вероятность появления во втором потомстве стемящихся растений гороха с окрашенными цветками

$$АаВв - 6\%$$

Задача № 4

При скрещивании растения кукурузы с нормальными листьями, карликовым ростом и растения со скрученными листьями, нормальным ростом всё потомство получилось с нормальными листьями, нормальным ростом. В анализирующем скрещивании гибридного потомства получилось четыре разные фенотипические группы: 122, 116, 33, 31. Составьте схемы скрещиваний. Укажите генотипы, фенотипы родительских особей, генотипы, фенотипы потомства каждой группы. Объясните формирование четырёх фенотипических групп.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию

(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

Схема решения задачи включает:


1) P AAbb × aaBB
нормальные листья скрученные листья
карликовый рост нормальный рост
G Ab aB
F₁ AaBb – нормальные листья, нормальный рост;

2) анализирующее скрещивание
P AaBb × aabb
нормальные листья скрученные листья
нормальный рост карликовый рост
G AB, Ab, aB, ab ab

F₂
AaBb – нормальные листья, нормальный рост: 33 или 31;
Aabb – нормальные листья, карликовый рост: 122 или 116;
aaBb – скрученные листья, нормальный рост: 116 или 122;
aabb – скрученные листья, карликовый рост: 31 или 33;

3) присутствие в потомстве двух больших фенотипических групп особей 122 (116) с нормальными листьями, карликовым ростом и 116 (122) со скрученными листьями, нормальным ростом примерно в равных долях – это результат сцепленного наследования аллелей A и b, a и B между собой. Две другие малочисленные фенотипические группы (33 и 31) с образуются в результате кроссинговера.

(Допускается иная генетическая символика изображения

сцепленных генов в виде .)

Если в решении не определено сцепление генов и задача решена по схеме независимого наследования, за задание выставляется 0 баллов.

Элементы 1 и 2 засчитываются только при наличии и выполнении

Летальное действие генов

Длина хвоста у мышей контролируется геном, который в **ДОМИНАНТНОМ ГОМОЗИГОТНОМ** состоянии определяет развитие длинного хвоста, в гетерозиготная - развитие укороченного хвоста. В гомозиготном рецессивном- гибель мышей на эмбриональной стадии развития. **В первом скрещивании** самки мыши с чёрной окраской тела, длинным хвостом и самца с чёрной окраской тела и длинным хвостом в потомстве получилось фенотипическое расщепление: три особи с чёрной окраской тела, длинным, хвостом и одна особь с коричневой окраской тела, длинным хвостом. **Во втором скрещивании** самки мыши с чёрной окраской тела, укороченным хвостом и самца с черной окраской тела, укороченным хвостом в потомстве получилось фенотипическое расщепление **1:2:3:6**. Составьте схемы скрещиваний, определите генотипы и фенотипы родительских особей и потомства в скрещиваниях. Поясните фенотипическое расщепление во втором скрещивании.

Дано!

A - ок чёрного тела

a - ок коротков. тела

BB - длинный хвост

Bb - укороченный хвост

bb - шельм эмбрионов

P-? F₁-? F₂-?

Решение:

1 скрещивание

P: ♀ AaBB
+ чёрное тело
длинный хвост

♂ AaBB
чёрное тело
длинный хвост

G (AB) (aB)

(AB) (aB)

♀ \ ♂	AB	aB
AB	AA BB чёрное тело длинный хвост	Aa BB чёрное тело длинный хвост
aB	Aa BB чёрное тело длинный хвост	aa BB коротков. тело длинный хвост

3:1

3) Во 2^{-м} скрещивании рецессивное расщепление особей составляет 1:2:3:6, так как особи с генотипами ААвв, Аавв, аавв поибат на гибридной стадии.

Отработка решения задач 28

5. Гены, контролирующие развитие рахита и нормальное развитие потовых желез, доминируют над генами, контролирующими нормальное развитие костей и отсутствие потовых желез. Эти гены расположены в X-хромосоме, на расстоянии **32 морганид**. Об одной семье известно, что муж страдал рахитом и отсутствием потовых желез; жена страдала рахитом и имела нормально развитые потовые железы, причем ее отец не имел потовых желез, а мать обладала нормально развитыми костями. Определить вероятность рождения в этой семье детей, страдающих одновременно рахитом и отсутствием потовых желез.

Задача № 6

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?.

Задача № 7

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.

Схема решения задачи включает:

1) P ♀ $X^{Ad}X^{aD}$

x

♂ $X^{AD}Y$

нормальное зрение

нормальное зрение

отсутствие дальтонизма

отсутствие дальтонизма

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

X^{AD}, Y

F₁

генотипы, фенотипы возможных дочерей:

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

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

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

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

генотипы, фенотипы возможных сыновей:

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

$X^{aD}Y$ – атрофия зрительного нерва, отсутствие дальтонизма;

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

$X^{ad}Y$ – атрофия зрительного нерва, дальтонизм;

Задача № 8

- У птиц гетерогаметным полом является женский пол.

При скрещивании зелёного самца попугая с коротким клювом и коричневой длинноклювой самкой, все потомство было с зеленым оперением и коротким клювом. Во втором скрещивании самок с зеленым оперением и коротким клювом и самцов с коричневым оперением длинным клювом получились самцы с зеленым оперением, коротким клювом и самки с коричневым оперением и коротким клювом. Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы потомства в двух скрещиваниях, пол потомства в каждом скрещивании. Объясните фенотипическое расщепление во втором скрещивании.