

Решение задач по генетике

Памятка для учащихся 9 – 11 классов

Оглавление

- Решение цитогенетических задач
- Алгоритм решения задач
- Правила при решении генетических задач
- Оформление задач по генетике
- Запись условия и решения задач
- Примеры решения задач:
 - Моногибридное скрещивание
 - Анализирующее скрещивание
 - Промежуточное наследование
 - Кодоминирование
 - Дигибридное скрещивание
 - Сцепленное с полом наследование
- Ответ

Решение цитогенетических задач

Задача № 1.

Фрагмент молекулы ДНК : ТАААТГГЦААЦЦ. Определите состав аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

Дано:

ДНК: ТАААТГГЦААЦЦ

Решение:

По принципу комплементарности выстраиваем цепь молекулы и-РНК.

Аминокислоты-?

ДНК: ТАА-АТГ-ГЦА-АЦЦ

и -РНК: АУУ-УАЦ-ЦГУ-УТТ

По таблице кодонов определяем по триплетам аминокислоты.

Иле-Тир-Арг-Трп

Ответ: 1) и-РНК: АУУ-УАЦ-ЦГУ-УТТ

2) Аминокислоты: Иле-Тир-Арг-Трп

Задача № 2.

Фрагмент молекулы содержит аминокислоты: аспарагиновая-аланин-метионин-валин. Определите молекулу ДНК, кодирующую эту последовательность аминокислот. Количество нуклеотидов % в двух цепях. Длину этого участка гена.

Дано:

Белок: Асп-Ала-Мет-Вал

Решение:

По таблице кодонов определяем и-РНК

Белок: Асп-Ала-Мет-Вал

и-РНК: ГАЦ-ГЦА-АУГ-ГУУ

1) ДНК ?

2) Кол-во нуклеотидов

3) Длина участка ДНК

По принципу комплементарности выстраиваем ДНК

и-РНК: ГАЦ-ГЦА-АУГ-ГУУ

I цепь ДНК : ЦТГ-ЦГТ-ТАЦ-ЦАА

II цепь ДНК: ГАЦ-ГЦА-АТГ-ГТТ

$$A = G = 25\%$$

По правилу Чаргаффа $A = T$, $G = C$.

$$T = A = 25\%$$

$$G = C = (100 - 50) / 2 = 25\%$$

Длина ДНК равна длине одной цепи. Длина каждого нуклеотида 0,34 нм :

$$12 \cdot 0,34 = 4,08 \text{ нм.}$$

Ответ: 1) I цепь ДНК : ЦТГ-ЦГТ-ТАЦ-ЦАА

II цепь ДНК: ГАЦ-ГЦА-АТГ-ГТТ

2) $T = A = 25\%$ $G = C = 25\%$

3) Длина составляет 4, 08 нм.

Задача №3 В биосинтезе полипептида участвуют молекулы т-РНК с антикодонами УГА, АУГ, АГУ, ГГЦ, ААУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, которой несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т), цитозин (Ц) в двухцепочной молекуле ДНК. Ответ поамните.

Дано:

т-РНК: УГА, АУГ, АГУ, ГГЦ, ААУ

1) ДНК 2 цепи ?

2) Число нуклеотидов ?

Решение:

1) т-РНК: УГА-АУГ- АГУ-ГГЦ-ААУ

и-РНК: АЦУ-УАЦ-УЦА-ЦЦГ-УУА

По принципу комплементарности

2) I цепь ДНК: ТГА-АТГ-АГТ-ГГЦ-ААТ

II цепь ДНК: АЦТ-ТАЦ-ТЦА-ЦЦГ-ТТА

3) А-9 , Т-9 , так как А=Т

30-100 %

9-х

$$x = (100 \cdot 9) / 30 = 30\%$$

Г-6 , Ц-6 , так как Г=Ц

$$(100 - 60) / 2 = 20\%$$

Ответ: 1) и-РНК: АЦУ-УАЦ-УЦА-ЦЦГ-УУА

2) I цепь ДНК: ТГА-АТГ-АГТ-ГГЦ-ААТ

II цепь ДНК: АЦТ-ТАЦ-ТЦА-ЦЦГ-ТТА

3) А-9 (30%), Т-9 (30%)

Г-6 (20%), Ц-6 (20%)

Задача № 4. В биосинтезе фрагмента молекулы белка участвовали последовательно молекулы т-РНК с антикодонами АЦЦ, ГУЦ, УГА, ЦЦА, ААА. Определите аминокислотную последовательность синтезируемого фрагмента молекулы белка и нуклеотидную последовательность участка двухцепочной молекулы ДНК, в которой закодирована информация о первичной структуре фрагмента белка. Объясните последовательность ваших действий.

Дано:

т-РНК: АЦЦ, ГУЦ, УГА, ЦЦА, ААА

- 1) Двухцепочная молекула ДНК
- 2) Аминокислоты -?

Решение:

- 1) т-РНК: АЦЦ-ГУЦ-УГА-ЦЦА-ААА (Принцип комплементарности)
и-РНК: УГГ-ЦАГ-АЦУ-ГГУ-УУУ
- 2) Аминокислоты: три-гln-тре-гли-фен (по таблице генетического кода)
- 3) По принципу комплементарности
и-РНК: УГГ-ЦАГ-АЦУ-ГГУ-УУУ
I цепь ДНК: АЦЦ-ГТЦ-ТГА-ЦЦА-ААА
II цепь ДНК: ТГГ-ЦАГ-АЦТ-ГГТ-ТТТ

Ответ: 1) и-РНК: УГГ-ЦАГ-АЦУ-ГГУ-УУУ

2) Аминокислоты: три-гln-тре-гли-фен

3) I цепь ДНК: АЦЦ-ГТЦ-ТГА-ЦЦА-ААА

II цепь ДНК: ТГГ-ЦАГ-АЦТ-ГГТ-ТТТ

Задача № 5. Молекулярная масса белка $X=50\ 000$. Определите длину соответствующего гена.

Дано:

Масса белка $X = 50\ 000$

Длина гена-?

Примечание: Молекулярная масса одной аминокислоты в среднем 100, одного нуклеотида-35.

Решение:

- 1) Белок X состоит из $50\ 000 : 100 = 500$ аминокислот.
- 2) Одна из цепей гена, несущая программу белка X , должна состоять из 500 триплетов, или $500 * 3 = 1500$ нуклеотидов
- 3) Длина этой цепи ДНК $= 1500 * 0,34 = 510$ нм; такова же длина гена (двухцепочного участка ДНК).

Ответ: длина гена – 510 нм.

Задача №6

Фрагмент молекулы и-РНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: УЦАААААУУЦГУГГУ. Определите последовательность нуклеотидов на фрагменте молекулы ДНК, четвёртую аминокислоту и антикодон т-РНК, которая её доставит к месту сборки белковой молекулы. Результаты поясните. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.

Дано:

и-РНК: УЦАААААУУЦГУГГУ

- 1) ДНК-?
- 2) 4 аминокислота-?
- 3) антикодон т-РНК

Решение:

1) По принципу комплементарности
и-РНК: УЦА-ААА-АУУ-ЦГУ-ГГУ

ДНК: АГТ-ТТТ-ТАА-ГЦА-ЦЦА

2) и-РНК: УЦА-ААА-АУУ-ЦГУ-ГГУ

т-РНК: АГУ-УУУ-УАА-ГЦА-ЦЦА

Определяем 4 аминокислоту по таблице генетического кода: ЦГУ- арг

Ответ: 1) ДНК: АГТ-ТТТ-ТАА-ГЦА-ЦЦА

2) Аминокислота: ЦГУ- арг

3) Антикодон т-РНК: ГЦА

Таблица генетического кода (и РНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Алгоритм решения генетических задач

- Краткая запись условий задачи. Введение буквенных обозначений генов, обычно **A** и **B** (в задачах они частично уже даны). Определение типа наследования (доминантность, рецессивность), если это не указано.
- Запись фенотипов и схемы скрещивания (словами для наглядности).
- Определение генотипов в соответствии с условиями. Запись генотипов символами генов под фенотипами.
- Определение гамет. Выяснение их числа и находящихся в них генов на основе установленных генотипов.
- Составление решетки Пеннета.
- Анализ решетки согласно поставленным вопросам.
- Краткая запись ответа.

Правила при решении генетических задач.

- **Правило первое.**

Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков, то эти особи гетерозиготны.

- **Правило второе.**

Если в результате скрещивания особей, отличающихся фенотипически по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление по этой же паре признаков, то одна из родительских особей гетерозиготна, а другая – гомозиготна по рецессивному признаку.

- **Правило третье.**

Если при скрещивании фенотипически одинаковых особей (по одной паре признаков) в первом поколении гибридов происходит расщепление признаков на три фенотипические группы в отношениях 1:2:1, то это свидетельствует о неполном доминировании и о том, что родительские особи гетерозиготны.

- **Правило четвертое.**





Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:3:1, то исходные особи были дигетерозиготны.

- **Правило пятое.**

Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:4, 9:6:1, 9:7, 12:3:1, то это свидетельствует о взаимодействии генов, а расщепление в отношениях 12:3:1, 13:3 и 15:1 – об эпистатическом взаимодействии генов.

Оформление задач по генетике.



При оформлении задач необходимо уметь пользоваться символами, принятыми в генетике, и приведенными ниже:

- ♀ - женский организм
- ♂ - мужской организм
- X – знак скрещивания
- P – родительские формы
- F_{1, 2} – дочерние организмы первого и второго поколений
- A, B – гены, кодирующие доминантные признаки
- a, b – гены, кодирующие рецессивные признаки
- AA, BB – генотипы особей, моногаметозиготных по доминантному признаку
- aa, bb – генотипы особей, моногаметозиготных по рецессивному признаку
- Aa, Bb – генотипы гетерозиготных особей
- AaBb – генотипы дигетерозигот
- A, a, B, b – гаметы.
- Если речь идет о людях:  женщина;  мужчина
-  —  - женщина и мужчина, состоящие в браке

Запись условия и решения задач

- Дано:
- А – ген кареглазости
- а- ген голубоглазости
- ♀ - Аа - кар.
- ♂ - аа – гол.
- _____
- Генотип F₁-?
- Решение:
- P ♀ Аа Х ♂ аа
- карий голубой
- Гаметы А, а а, а
- F₁ Аа : аа
- (карий) (голубой)
- Расщепление: по генотипу 1:1, по фенотипу 1:1
- Ответ: F₁: Аа-карий (50 %)
- аа-голубой (50 %)

Решетка Пеннета

 AA	 aa	a	a
A	$\frac{1}{4}$ Aa карие	$\frac{1}{4}$ Aa карие	
A	$\frac{1}{4}$ Aa карие	$\frac{1}{4}$ Aa карие	

Примеры решения задач:

1. Моногибридное скрещивание

Родительские особи различаются по одному признаку .

Задача.

Гладкая окраска арбузов наследуется как рецессивный признак. Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных растений с полосатыми плодами?

Дано:

а – гладкая окраска

А – полосатая окраска

Р: ♀Aa x ♂Aa

Найти: F₁ -?

Решение:

пол		пол	
Р: ♀Aa	x	♂Aa	
G A a		A a	
F ₁ : AA:	Aa:	Aa: aa	
пол	пол	пол	глад

Ответ: 75% - с полосатой окраской;

25% - с гладкой окраской.

3. Промежуточное наследование

В природе часто встречается явление неполного доминирования или промежуточного наследования, когда фенотип гетерозиготного гибрида отличается от фенотипа обеих родительских гомозиготных форм.

Причина неполного доминирования состоит в том, что в ряде случаев у гетерозиготных гибридов доминантный аллель недостаточно активен и не обеспечивает в полной мере подавления рецессивного признака.

Задача.

Форма чашечки у земляники может быть нормальная (доминантный признак) и листовидная. У гетерозигот чашечки имеют промежуточную форму между нормальной и листовидной. Определите возможные генотипы и фенотипы потомства от скрещивания двух растений, имеющих промежуточную форму чашечки.

Дано:

A – нормальная форма

a – листовидная

Aa – промежуточная форма

P: ♀Aa ; ♂Aa

Найти: генотипы
и фенотипы F₂ - ?

Решение: P₁: ♀AA(нор) x ♂aa(лист)

G A a

F₁: Aa – промежуточная форма чашечки.

P₁: ♀Aa x ♂Aa

G A a A a

F₂: AA : Aa : Aa : aa

нор. пром. пром. лист.

по фенотипу: 1 : 2 : 1; по генотипу: 1AA : 2Aa : 1aa

Ответ: 1 AA : 2Aa : 1aa;

25% имеют нормальную чашечку, 50% - промежуточную и 25% - листовидную.

4. Кодоминирование

Кодоминирование – совместное и полное проявление действия двух аллельных генов в гетерозиготном организме.

Типичным примером кодоминирования служит формирование IV группы крови у человека, или АВ-группы, гетерозиготной по аллелям I^A и I^B , которые по отдельности определяют образование II группы крови ($I^A I^A$ или $I^A I^O$) и III группы крови ($I^B I^B$ или $I^B I^O$)

Задача.

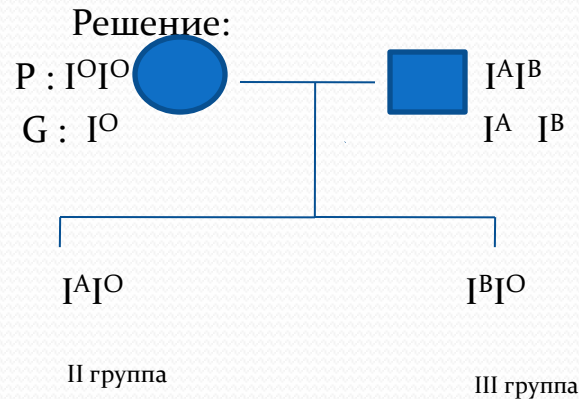
У матери I группа крови, у отца IV. Могут ли дети унаследовать группу крови одного из родителей?

Дано:

● - I группа $I^O I^O$

■ - IV группа $I^A I^B$

F₁ с группой крови одного из родителей - ?



Ответ: нет, в данном случае дети не могут унаследовать группы крови родителей.

5. Дигибридное скрещивание

Дигибридным называют скрещивание в котором участвуют особи, отличающиеся по двум парам аллелей.

Задача.

Полидактилия (шестипалость) и близорукость передаются как доминантные признаки. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, если оба родителя страдают обоими недостатками и при этом являются гетерозиготами по обоим признакам?

Дано:

A – полидактилия

a – здоровые

B – близорукость

b – здоровые

P : ♀ AaBb –пол., близ.

♂ AaBb –пол., близ

Найти : F₁ без аномалий - ?

Решение: P: ♀ AaBb

♂ AaBb

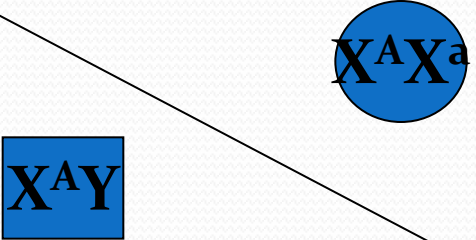
G: AB Ab aB ab

AB Ab aB ab

F ₁	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	AaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	Aabb

Ответ: вероятность рождения детей без аномалий (aabb) составляет 1/16.

Сцепленное с полом наследование

	X^A	X^a
X^A	$\frac{1}{4} X^A X^A$ Долгожит.+	$\frac{1}{4} X^A X^a$ Долгожит.+
Y	$\frac{1}{4} X^A Y$ Долгожит.+	$\frac{1}{4} X^a Y$ Долгожит.-

Наследование признаков, сцепленных с полом

- Доминантные гены, локализованные в X – хромосоме
- Рецессивные гены, локализованные в X – хромосоме
- Гены, локализованные в Y – хромосоме
- Явление сцепленного наследия и кроссинговер

Доминантные гены, локализованные в X-хромосоме

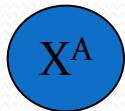
P: гипоплазия эмали⁺ X

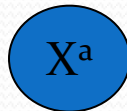
$X^A X^a$ 

Мейоз

G:

Случайное
оплодотворение

 X^A

 X^a

F₁

гипоплазия эмали-



$1/4 X^a X^a$

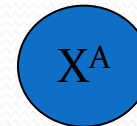
гипоплазия эмали⁺

$1/4 X^A X^a$

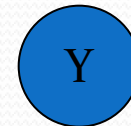
гипоплазия эмали⁻



$X^A Y$



X^A



Y

гипоплазия эмали-



$1/4$

$X^A Y$

гипоплазия эмали⁺

$1/4$

$X^a Y$

Рецессивные гены, локализованные в x - хромосоме

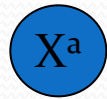
P: нарушенное потоотделение x нормальное потоотделение

$X^a X^a$

$X^A Y$

Мейоз

G:



Случайное
Оплодотворение

F1



нарушенное потоотделение

% ?

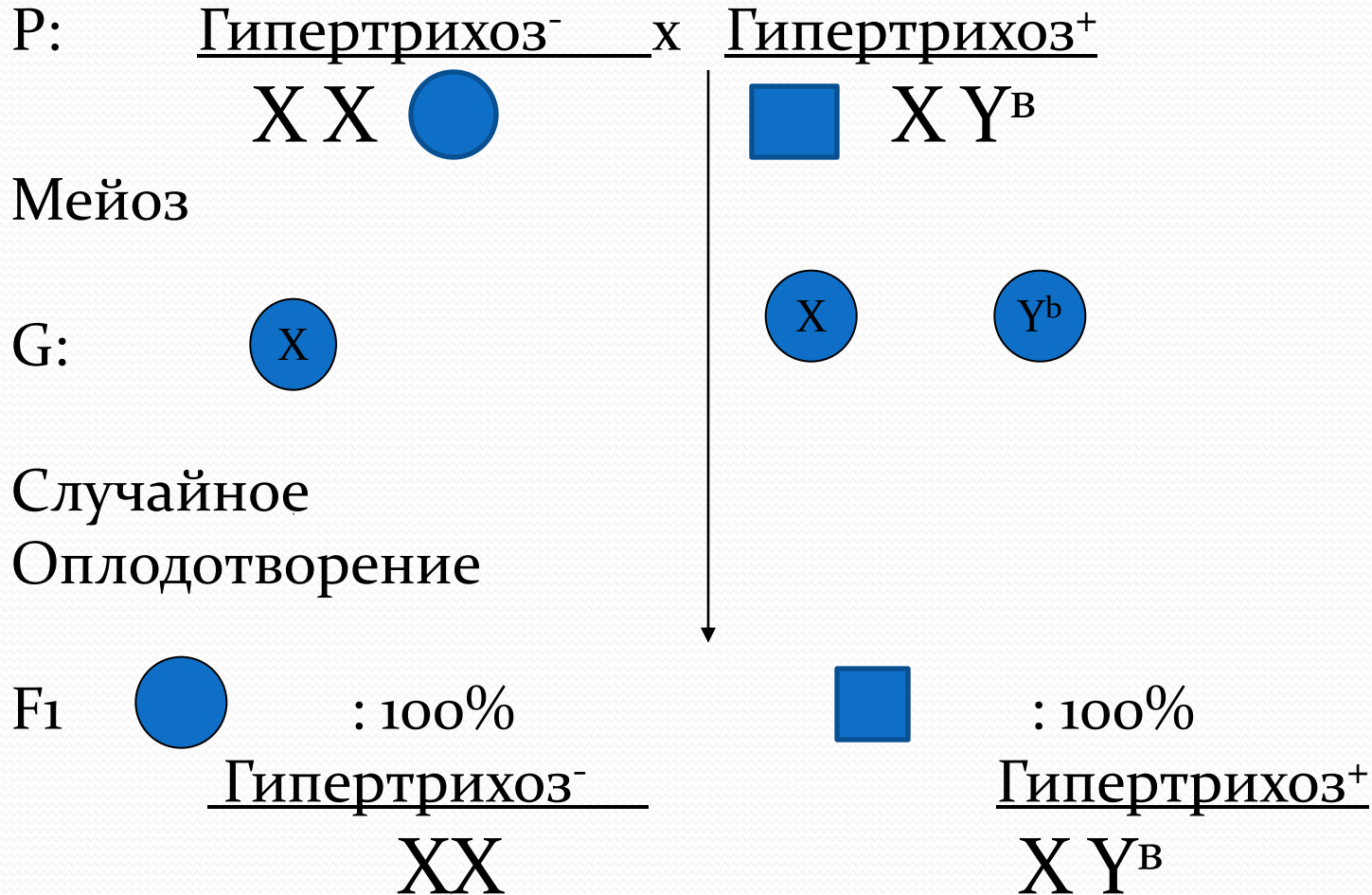
$\frac{1}{2} X^a Y$



нормальное потоотделение

$\frac{1}{2} X^A X^a$

Гены, локализованные в Y- хромосоме



Ответ

- При записи ответа задачи учитывать следующие моменты:
 1. Если вопрос звучит так: «Какова вероятность...?», то ответ необходимо выражать в долях, частях, процентах.
 2. Если в результате проделанной работы справедливым итогом считается невозможность получения положительного ответа, даётся отрицательный ответ
 3. Если условие задачи построено таким образом, что не исключается наличие двух вариантов её решения, нужно через запятую привести и тот, и другой ответы.

Задания для самостоятельной работы

№ 1. Заполните пропуски.

«Признак, который проявляется у гибридных особей, называется ..., а признак, внешне не проявляющийся, Организм, в генотипе которого находятся одинаковые аллели одного гена, называется В клетках Организма содержатся разные аллели одного гена. Совокупность всех генов одного организма называется , а совокупность всех внешних и внутренних признаков».

№ 2. Выпишите цифры, которые обозначают:

1) Рецессивные гены. 2) Доминантные гены.

3) Гомозиготы.

4) Гетерозиготы.

1) А

8) ВВ

2) Аа

9) вв

3) В

10) С

4) В

11) с

5) ВВ

12) СС

6) АА

13) Сс

7) аа

14) сс

№ 3.

- Ген А определяет темные цвет волос, ген а - светлый. Определите фенотипы людей с генотипами: Аа, АА, аа. Могут ли у человека естественные светлые волосы со временем потемнеть? Свой ответ поясните.

№ 4.

- Для определения генотипа особи проводят анализирующее скрещивание. Каковы его особенности? Как можно определить генотип растения гороха, имеющего желтый фенотип? Запишите схему анализирующего скрещивания.

№ 5.

- Запишите гаметы, которые образуются у темноволосого кареглазого человека с генотипом $AaBb$ (A -темные волосы, a - светлые, B - карие глаза, b - голубые). Какой еще может быть генотип у кареглазого темноволосого человека? Какой генотип у светловолосого голубоглазого человека?

Кареглазый правша женился на голубоглазой правше. У них родилось двое детей: кареглазый левша и голубоглазый правша. Определить вероятность рождения в этой семье голубоглазых левшей.

Дано:

A-карий цвет

A-голубой цвет

B-правша

B-левша

Мать-кареглазая правша

Отец-голубоглазый правша

F₁: кареглазый левша,
голубоглазый правша

Вероятность голуб. левшей

Т.к в F₁ проявляется рецессивный признак, значит генотип матери AaBb, отца aaBb.

Решение:

P: ♀ AaBb × ♂ aaBb

G: AB Ab aB ab ab aB

F₁:

	AB	Ab	aB	ab
aB	AaBB Кар. пр	AaBb Кар.пр	aaBB Гол.пр	aaBb Гол.пр
ab	AaBb Кар.пр	Aabb Кар.лев	aaBb Гол. пр	aabb Гол.левш

Ответ: F₁: AaBB - кареглазый, правша
AaBb – кареглазый, правша
aaBB - голубоглазый, правша
aaBb- голубоглазый, правша

AaBb- кареглазый, правша
Aabb- кареглазый, левша
aaBb- голубоглазый, правша
aabb- голубоглазый, левша

Вероятность рождения голубоглазого левши равна 1/8 (12,5 %)