

**Работа над типичными
ошибками при подготовке
к ЕГЭ:
решение генетических
задач**

По результатам экзаменов в форме ЕГЭ
в заданиях по генетике учащиеся
наиболее слабо решают задачи на:

- анализирующее скрещивание
- сцепленное наследование
- наследование, сцепленное с полом
- взаимодействие неаллельных генов
- анализ родословных.

20-30 % учащихся вообще не приступают
к решению задач.

**При подготовке учащихся к решению
генетических задач следует
обратить внимание на:**

- генетический словарь
- генетическую символику
- правила оформления задачи
- четкое знание и понимание генетических закономерностей

Распространенные ошибки учащихся

- определение типа задачи
- неправильно записывают генотипы при решении задач на дигибридное скрещивание (например, таким образом АВАВ или разделяют генотипы АА, ВВ);
- неверно определяют гаметы. отсюда ошибки при расчете вариантов скрещивания
- при неполном доминировании не обращают внимание на три фенотипа;
- испытывают сложности при решении задач на одновременное наследование аутосомных признаков и признаков, сцепленных с полом;
- не указывают названия генетических законов и принципов или указывают не все

Необходимо знание терминов:

- ген
- аллельные гены
- неаллельные гены
- генотип
- фенотип
- зигота
- гамета
- мейоз
- оплодотворение
- рецессивный признак
- доминантный признак
- гомозигота
- гетерозигота
- дигомозигота
- дигетерозигота
- гомогаметный организм
- гетерогаметный организм
- анализирующее скрещивание
- моногибридное скрещивание
- дигибридное скрещивание
- гибрид
- кариотип
- аутосомы
- половые хромосомы
- соматическая клетка
- полное доминирование
- неполное доминирование
- генофонд

План решения задачи по генетике

■ **Определение типа задачи**

Необходимо выяснить:

- сколько пар генов кодирует эти признаки,
- число фенотипических классов в потомстве и их количественное соотношение,
- связано ли наследование признака(-ов) с половыми хромосомами, сцепленное или независимое,
- какие гены взаимодействуют при наследовании – аллельные или неаллельные

План решения задачи по генетике

■ Запись условия генетической задачи

Условие задачи необходимо записать в виде символов. Вначале записывают, что дано (признаки родительских форм) и что требуется определить (признаки потомков)

- Родительские признаки обозначают латинской буквой P, на первое место принято ставить женский пол ♀, на втором – мужской ♂
- Гибриды обозначают буквой F, цифрой в индексе – порядок поколения F₁ , F₂ ...F_n
- Доминантный признак обозначают произвольно (если не дается определенное обозначение признака в условии задачи) любой заглавной буквой латинского алфавита.
- При решении задачи на неполное доминирование возможно использование символа $\bar{A}\bar{A}$ x aa

План решения задачи по генетике

■ Решение задачи

Желательно придерживаться определенной последовательности:

- Составить цитологическую схему скрещивания родительских форм (указывают фенотипы), их гаметы,
- Рассчитывают возможные типы зигот (потомков) и их фенотипы. При необходимости составляют решетку Пеннета.

При записи гамет учащиеся должны помнить:

- Каждая гамета получает гаплоидный набор хромосом
- В каждую гамету попадает только **одна** гомологичная хромосома из каждой пары, то есть **только один** ген из каждой аллели
- Потомок получает одну гомологичную хромосому (один аллельный ген) от отца, другой аллельный ген – от матери
- Гетерозиготы при полном доминировании **всегда** проявляют **доминантный признак**, а организмы с рецессивным признаком **всегда гомозиготны**

План

решения задачи по генетике

■ **Объяснение решения задачи**

Необходимо указать, по каким законам и принципам происходит наследование признаков.

■ **Ответ**

В ответе необходимо ответить на **все** вопросы, поставленные в задаче.

Типы хромосомного определения пола:

1. У человека, млекопитающих, дрозофилы:

♀xx – гомогаметный организм

♂xy – гетерогаметный организм

2. У птиц, пресмыкающихся, бабочек:

♂xx - гомогаметный организм

♀xy – гетерогаметный организм

3. У кузнечиков, клопов:

♀xx - гомогаметный организм

♂xo – гетерогаметный организм

4. У тли:

♂xx - гомогаметный организм

♀xo – гетерогаметный организм

Задание на типы определения пола

- Какой пол у организмов гетерогаметен, а какой гомогаметен?
- Распишите гаметы у следующих организмов:
 - кузнечика (24 хромосомы),
 - непарного шелкопряда (56 хромосом),
 - моли (62 хромосомы),
 - тигра (36 хромосом).

Примеры задач части С

1. Смешанные задачи

У человека наследование альбинизма не сцеплено с полом (А – наличие меланина в клетках кожи, а отсутствие его а - альбинизм), гемофилия – сцеплено с полом (X^H – нормальная свертываемость крови, X^h – гемофилия). Определите генотипы родителей, а также возможные генотипы, пол и фенотипы детей от брака дигомозиготной нормальной по обоим аллелям женщины и мужчины альбиноса, больного гемофилией. Составьте схему решения задачи.

Дано:

объект: человек

признаки: пигментация

кожи, свертываемость

крови

A – наличие пигмента

a – альбинизм

H – норм. свертываем.

h – гемофилия

P - ?

F1 - ?

Решение:

P AAx^Hx^H x aax^hy

н.п. н.св. альб.гем.

гаметы

Ax^H

ax^h

ay

F1 Aax^Hx^h ; Aax^Hy

н.п. н.св. н.п. н.св.

Ответ:

генотипы родителей:

AAx^Hx^H и aax^hy;

все девочки Aax^Hx^h имеют нормальную

пигментацию кожи и свёртываемость крови, но

носительницы генов альбинизма и гемофилии,

все мальчики Aax^Hy имеют нормальную

пигментацию кожи и свёртываемость крови, но

носители генов альбинизма

2. Сцепленное наследование

У человека врожденное заболевание глаз – катаракта (с) и одна из форм анемий – эллиптоцитоз (е) наследуются сцепленно, как аутосомно – рецессивные признаки. Какое потомство можно ожидать от брака мужчины, больного эллиптоцитозом и катарактой, и здоровой дигетерозиготной женщины при условии, что:

- 1) кроссинговер отсутствует;
- 2) кроссинговер имеет место?

Дано:

объект:

человек

признаки:

катаракта,

анемия

с – катаракта

С – норма

е – анемия

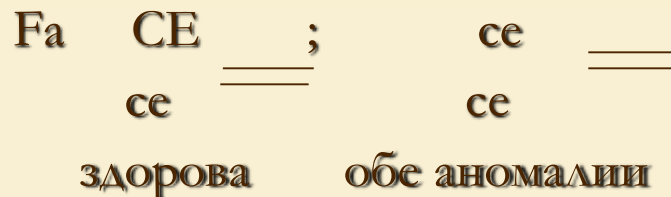
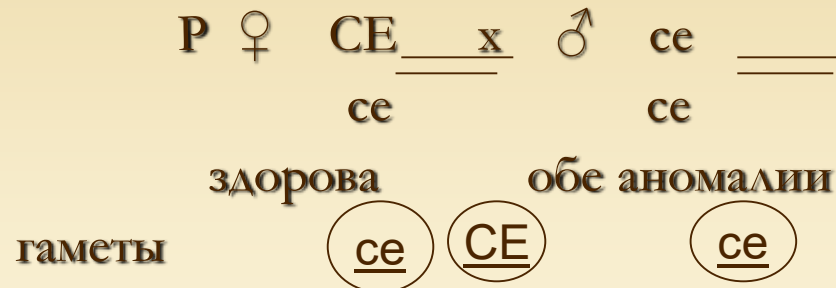
Е – норма

1) Fa -?

2) Fa- ?

Решение:

1) отсутствие кроссинговера



2) наличие кроссинговера



3. Летальные гены

1. Мыши с генотипом aa – серые, Aa – желтые, AA – гибнут на эмбриональной стадии развития. Каким будет потомство от скрещиваний: 1) самка желтая х самец серый;
2) самка желтая х самец желтый.

В каком скрещивании можно ожидать более многочисленного потомства?

Дано:

объект: мыши

признак: окраска шерсти

Aa – желтые

aa – серые

AA – гибнут

1) F1 - ?

2) F1 - ?

Решение:

1) P ♀ Aa х ♂ aa

желтые серые

гаметы

(A) (a) (a)

F1 Aa ; aa

желтые серые

2) P ♀ Aa х ♂ Aa

желтые желтые

гаметы

(A) (a) (A) (a)

F1 AA ; $2Aa$; aa

гибель желтые серые

Ответ: 1) 50% желтых, 50% серых, более многочисленное потомство.

2) 25% гибель, 50% желтых, 25% серых

2. У кур встречается сцепленный с полом летальный ген (а), вызывающий гибель эмбрионов, гетерозиготы по этому гену жизнеспособны. Скрестили нормальную курицу с гетерозиготным по этому гену петухом. Составьте схему решения задачи, определите генотипы родителей, пол, генотип возможного потомства и вероятность гибели эмбрионов.

Дано:

объект: куры

Признак:

жизнеспособность

AA – жизнесп.

Aa – жизнесп

aa – гибель

P - ?

F1 - ?

% гибели

эмбрионов-?

Решение:

P ♀ $x^A y$ x ♂ $x^A x^a$

жизн.

жизн.

гаметы x^A y x^A x^a

F1 ♂ $x^A x^A$; ♂ $x^A x^a$; ♀ $x^A y$; ♀ $x^a y$

жизн.

жизн.

жизн.

гибель

Ответ:

P: ♀ $x^A y$ x ♂ $x^A x^a$

жизн.

жизн.

в F1:

50% петухов жизнеспособных ♂ $x^A x^A$,

50% петухов жизнеспособных ♂ $x^A x^a$,

но носителей летального гена a;

50% кур нормальных ♀ $x^A y$,

50% кур ♀ $x^a y$ погибло на стадии

эмбрионов

4. Наследственные болезни

- Болезнь Вильсона (нарушение обмена меди);
- Полидактилия (шестипалость);
- Эллиптоцитоз (форма анемии);
- Глаукома (заболевание глаз);
- Брахидактилия (короткопалость);
- Фенилкетонурия (нарушение аминокислотного обмена);
- Гипертрихиоз (повышенная волосатость ушной раковины);
- Хорея Гентингтона (нарушение функций головного мозга).

5. Составление и анализ родословных

Условные обозначения:

□ - мужчина

○ - женщина

◇ - пол не выяснен

■, ● - обладатель признака

▣, ◐ - гетерозиготные носители признака

◉ - носительница признака

△ - рано умер

□ — ○ - брак

○ — □ — ○ - двойной брак

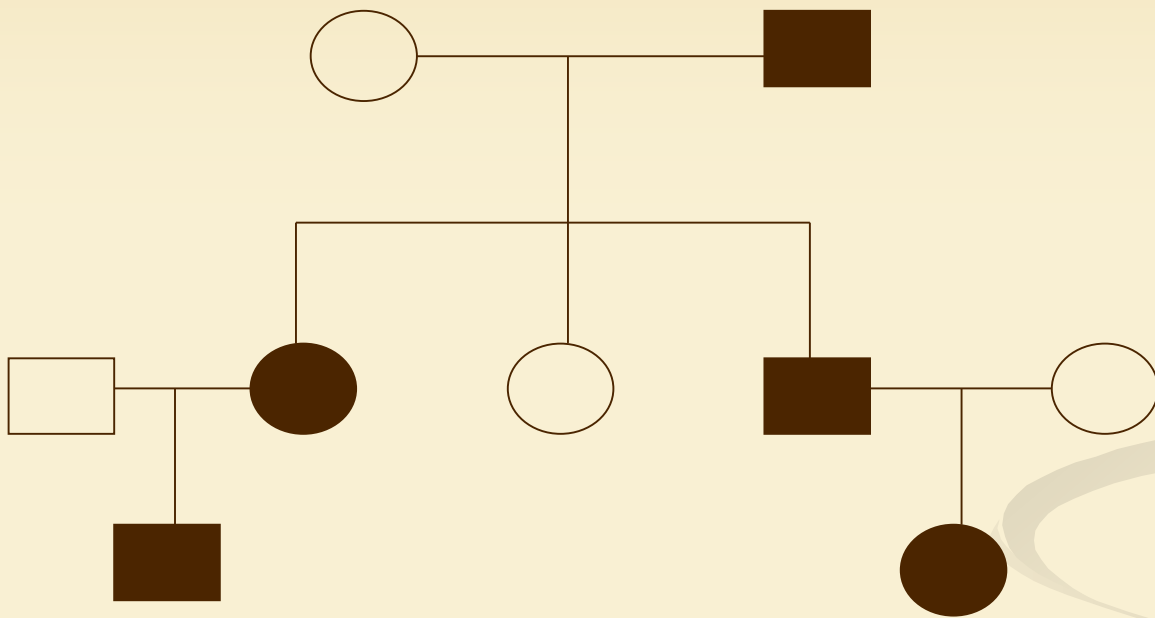
□ = ○ - родственный брак

□ ⊥ ○ - брак без детей

□ — ○
├───┬───┘
├───┘
└───┘
① ② - дети и порядок их рождения

□ — ○
├───┬───┘
├───┘
└───┘ - разнаяйцовые близнецы

По родословной, представленной на рисунке, установите характер наследования признака, выделенного черным цветом (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), генотипы детей в первом и во втором поколениях.



Ответ: 1) признак доминантный, не сцеплен с полом;

2) генотипы детей 1-го поколения: дочь Aa , дочь aa , сын Aa ;

3) генотипы детей 2-го поколения: дочь Aa , сын Aa .

6. Наследование по типу множественных аллелей

По такому типу идет наследование групп крови системы АВ0.

| Группа | Генотип | Генотип |
|--------|---------|----------------|
| I | 00 | jj |
| II | AA, A0 | J^AJ^A, J^Aj |
| III | BB, B0 | J^BJ^B, J^Bj |
| IV | AB | J^AJ^B |

Задача.

У мальчика I группа, у его сестры – IV. Что можно сказать о группах крови их родителей?

Дано:

Объект: человек

Признак: группы крови

♂ - 00

♀ - AB

P - ?

Решение:

1) P ♀ A0 x ♂ B0

II III

F1 00 ; AB

I IV

2) P ♀ J^{Aj} x ♂ J^{Bj}

II III

F1 jj ; J^{Aj}J^{Bj}

I IV

Ответ: 1) P ♀ A0 ; ♂ B0

2) ♀ J^{Aj} ; ♂ J^{Bj}

C6

Группа крови и резус-фактор – аутосомные несцепленные признаки.

Группа крови контролируется тремя аллелями одного гена – i^0 , I^A , I^B . Аллели I^A и I^B доминантны по отношению к аллелю i^0 . Первую группу (0) определяют рецессивные гены i^0 , вторую группу (A) определяет доминантный аллель I^A , третью группу (B) определяет доминантный аллель I^B , а четвертую (AB) – два доминантных аллеля $I^A I^B$. Положительный резус-фактор R доминирует над отрицательным r.

У отца первая группа крови и отрицательный резус, у матери – вторая группа и положительный резус (дигетерозигота). Определите генотипы родителей, возможные генотипы и фенотипы детей, их группы крови и резус-фактор. Составьте схему решения задачи. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции) | Баллы |
|--|-------|
| <p>Схема решения задачи включает:</p> <p>1) генотипы родителей: матери – $I^A i^0 R r$, отца – $i^0 i^0 r r$ гаметы $I^A R, I^A r, i^0 R, i^0 r$, $i^0 r$;</p> <p>2) потомство: вторая группа, резус положительный – $I^A i^0 R r$; вторая группа резус отрицательный – $I^A i^0 r r$; первая группа резус положительный – $i^0 i^0 R r$; первая группа резус отрицательный – $i^0 i^0 r r$;</p> <p>3) проявляется закон независимого наследования признаков Менделя.</p> | |
| <p>Ответ включает все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок.</p> | 3 |
| <p>Ответ включает 2 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 3 названных выше элемента, но содержит негрубые биологические ошибки.</p> | 2 |
| <p>Ответ включает 1 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 2 из названных выше элементов, но содержит негрубые биологические ошибки.</p> | 1 |
| <p>Ответ неправильный.</p> | 0 |
| <p><i>Максимальный балл</i></p> | 3 |

C6

У канареек сцепленный с полом ген x^B определяет зелёную окраску оперения, а x^b – коричневую. У птиц гомогаметный пол – мужской, а гетерогаметный – женский. Наличие хохолка – доминантный аутосомный признак А. Хохлатого коричневого самца скрестили с зелёной самкой без хохла. Все потомство оказалось хохлатым, но все самки были коричневыми, а все самцы – с зелёным опереньем. Определите генотипы родителей и потомства, соответствующие их фенотипам. Какие законы наследственности проявляются в данном случае? Составьте схему решения задачи.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции) | Баллы |
|--|-------|
| <p>Схема решения задачи включает:</p> <p>1) генотипы родителей: Р самка – ААВb x самец – aabb гаметы G АВ, Ab, ab;</p> <p>2) потомство F₁: чёрные короткошёрстные – Аabb, чёрные длинношёрстные – АaВb;</p> <p>3) если при анализирующем дигибридном скрещивании в потомстве появляются 2 фенотипические группы в соотношении 1:1, то самка с доминантным фенотипом гетерозиготна по признаку длины шерсти.</p> | |
| <p>Ответ включает все названные выше элементы и не содержит биологических ошибок.</p> | 3 |
| <p>Ответ включает 2 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 3 названных выше элемента, но отсутствуют пояснения.</p> | 2 |
| <p>Ответ включает 1 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 2 из названных выше элементов, но отсутствуют пояснения.</p> | 1 |
| <p>Ответ неправильный.</p> | 0 |
| <p><i>Максимальный балл</i></p> | 3 |

- У кур аутосомные признаки наличия гребня доминируют над его отсутствием, а оперённые ноги – над голыми. Скрестили курицу с гребнем и оперёнными ногами с петухом с гребнем и голыми ногами. В потомстве оказалось четыре фенотипические группы: с гребнем и оперёнными ногами, с гребнем и голыми ногами, без гребня и с оперёнными ногами, без гребня и голыми ногами в соотношении 3:3:1:1. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и потомства. Объясните причины появления четырёх фенотипических групп. Какой закон проявляется в данном случае?

Содержание верного ответа и указания к оцениванию

(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

1) Р с гребнем и оперёнными ногами × с гребнем и голыми ногами

♀ AaB × ♂ Aabb

G AB, aB, Ab, ab

Ab, ab;

2) F1

3 AaBb, AABb – с гребнем и оперёнными ногами,

3 Aabb – с гребнем и голыми ногами,

1 aaBb – без гребня с оперёнными ногами,

1 aabb – без гребня с голыми ногами;

3) появление четырёх групп объясняется тем, что признаки не сцеплены, располагаются в негомологичных хромосомах, проявляется закон независимого наследования признаков

У кур полосатая окраска перьев доминирует над отсутствием полос (ген сцеплен с полом), а наличие гребня – над его отсутствием (аутосомный признак). Какое потомство можно ожидать от скрещивания гетерозиготной бесполосой курицы с гребнем и гетерозиготного петуха с полосатым опереньем без гребня? У кур гомогаметными являются самцы, а гетерогаметными – самки. Составьте схему решения задачи, определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы потомства, соотношение фенотипов в потомстве. Объясните, какие законы имеют место в данном случае.

Содержание верного ответа

(правильный ответ должен содержать следующие позиции)

1) генотипы родителей: $P \quad \text{♀} \quad BbX^aY \quad \times \quad \text{♂} \quad bbX^AX^a$

G гаметы BX^a, bX^a, BY, bY

bX^A, bX^a

2) F1 : 25% BbX^AX^a , BbX^AY – полосатое оперение с гребнем,
 25% bbX^AX^a , bbX^AY – полосатое оперение без гребня,
 25% BbX^aX^a , BbX^aY – бесполосое оперение с гребнем,
 25% bbX^aX^a , bbX^aY – бесполосое оперение, без гребня;

3) проявляются законы независимого наследования признаков и сцепленного с полом наследования признаков

При скрещивании растения кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, дающим морщинистые неокрашенные семена (**гены сцеплены**), потомство оказалось с гладкими окрашенными семенами. При анализирующем скрещивании гибридов из F1 получены растения с гладкими окрашенными семенами, с морщинистыми неокрашенными, с морщинистыми окрашенными, с гладкими неокрашенными. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, потомства F1 и F2. Какие законы наследственности проявляются в данных скрещиваниях? Объясните появление четырёх фенотипических групп особей в F2.

Схема решения задачи включает:

1) 1 скрещивание:

P семена гладкие, окрашенные x морщинистые, неокрашенные.

♀ AABV x ♂ aabb

G AV ab

F1 AaBb – семена гладкие, окрашенные;

2) 2 скрещивание:

P семена гладкие, окрашенные x морщинистые, неокрашенные

♀ AaBb x ♂ aabb

G AV, Ab, aB, ab ab

F2 AaBb – семена гладкие окрашенные,
aabb – семена морщинистые неокрашенные,

aaBb – семена морщинистые, окрашенные,

Aabb – семена гладкие, неокрашенные;

3) в F1 проявляется закон единообразия гибридов, так как у гибридов проявились признаки одного из родителей, в F2 – закон сцепленного наследования и нарушения сцепления генов, появление 4-х фенотипических групп обусловлено нарушением сцепления генов AV и ab при кроссинговере

С6. При скрещивании растения арбуза с длинными полосатыми плодами с растением, имеющим круглые зеленые плоды, в потомстве получили растения с длинными зелеными и круглыми зелеными плодами. При скрещивании такого же арбуза (с длинными полосатыми плодами) с растением, имеющим круглые полосатые плоды, все потомство имело круглые полосатые плоды. Определите доминантные и рецессивные признаки, генотипы всех родительских растений арбуза.

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции) | Баллы |
|--|-------|
| Схема решения задачи включает: 1) доминантные признаки – плоды круглые зеленые, рецессивные признаки – плоды длинные полосатые; 2) генотипы родителей: $aabb$ (длинные полосатые) \times $AaBB$ (круглые зеленые); 3) генотипы родителей: $aabb$ (длинные полосатые) \times $AAbb$ (круглые полосатые). (Допускается иная генетическая символика, не искажающая смысла решения задачи) | |
| Ответ включает все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок | 3 |
| Ответ включает 2 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 3 названных выше элемента, но содержит негрубые биологические ошибки | 2 |
| Ответ включает 1 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 2 из названных выше элементов, но содержит негрубые биологические ошибки | 1 |
| Ответ неправильный | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 3 |

С6

1. В первом скрещивании растений по окраске не произошло расщепления (все плоды зелёные) родит. особи были гомозиготными по этому признаку (В — зелёные плоды, в — полосатые)
2. Во втором скрещивании, все потомство единообразно (не произошло расщепления), значит родительские особи гомозиготны (по признаку формы — А — круглые, а — длинные)
3. растения с длинными полосатыми плодами $aa\ bb$ (гаметы ab)
круглыми зелёными плодами $Aa\ BB$ (гаметы AB, aB)
круглыми полосатыми плодами $AA\ bb$ (гаметы Ab)

Генетическая задача (задание С6) решена верно. Экзаменуемый проанализировал условия задачи и правильно определил доминантные и рецессивные признаки. Он представил ход рассуждений, расписал генотипы родителей (I — $aabb$ и $AaBB$; II — $aabb$ и $AAbb$), гаметы (I — ab, AB и aB ; II — ab, Ab). Эксперты выставили максимальный балл, так как выпускник показал высокий уровень биологической подготовки, хорошее знание темы «Основы генетики», умение решать сложные задачи.

С6. А - зеленый } зеленое и круглое -
 а - полосатый } доминантные признаки
 D - круглый } а - полосатый и зеленый -
 d - длинный } - рецессивные

Генотипы родителей особей:
 dd aa - длинное полосатое
 Dd Aa - круглое зеленое
 Dd aa - круглое полосатое

В генетической задаче (задание С6) экзаменуемый правильно определил доминантные и рецессивные признаки, обозначил гены символами D-d и A-a, что вполне допустимо, так как в условии задачи буквенных обозначений не было. Генотипы одного из родителей в обоих случаях были определены верно, генотипы второго родителя в первом и во втором случае были написаны неправильно. За решение задачи один эксперт выставил 1 балл, второй — 2 балла. К сожалению, в работе нет развернутого ответа, поэтому невозможно установить, на каком этапе решения была допущена ошибка.