

제 4 교시

과학탐구 영역 (생명 과학 I)

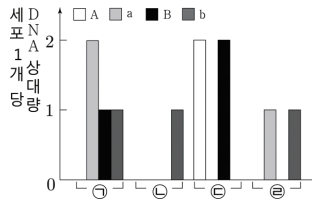
성명

수험번호

3

1

1. 그림은 같은 종인 동물 수컷 I과 암컷 II 사이에서 태어난 자손 III과 IV의 세포 ㉠~㉤이 갖는 대립 유전자 A와 a, B와 b의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. A와 a, B와 b는 서로 대립 유전자이다. ㉠은 III의 세포이고, ㉡, ㉢, ㉤은 각각 III과 IV의 세포 중 하나이다. I~IV의 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A, a, B, b 1개당 DNA 상대량은 같다.)

- < 보 기 >
 ㄱ. II는 대립 유전자 A와 a를 갖는다.
 ㄴ. ㉠은 Y 염색체를 갖는다.
 ㄷ. ㉢은 III의 세포이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 다음은 어떤 동물의 형질 ㉠~㉣에 대한 자료이다.

- 동물의 형질 ㉠~㉣는 각각 상염색체에 존재하는 세 쌍의 대립 유전자 A와 A*, B와 B*, C와 C*에 의해 결정되며, 대립 유전자 간의 우열 관계는 확실하다.
- 표는 유전자형에 따른 ㉠, ㉡, ㉢의 발현 여부를 나타낸 것이다.

유전자형	표현형	유전자형	표현형	유전자형	표현형
AA	○	BB	×	CC	○
AA*	○	BB*	○	CC*	○
A*A*	×	B*B*	○	C*C*	×

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

- 형질 ㉢는 형질 ㉡가 발현되었을 때만, 형질 ㉠는 형질 ㉡가 발현되었을 때만 발현될 수 있다.
- 표는 형질 ㉠, ㉡, ㉢를 나타내는 수컷 ㉠과 암컷 ㉡을 교배하여 얻은 자손(F₁) 1600개체의 일부 표현형에 따른 개체수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡에서 유전자의 연관 형태는 같다.

자손의 표현형	㉠을 나타냄	㉡를 나타냄	㉢를 나타냄
개체수	1200	800	600

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
 ㄱ. ㉠에서 A와 B*가 연관되어 있다.
 ㄴ. F₁에서 ㉢를 나타내는 개체의 유전자형은 총 2가지이다.
 ㄷ. F₁ 중 ㉡를 나타내는 암컷과 ㉢를 나타내는 수컷을 교배하여 태어나는 자손(F₂)에서 ㉢가 나타날 확률은 $\frac{5}{12}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 다음은 초파리의 형질 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

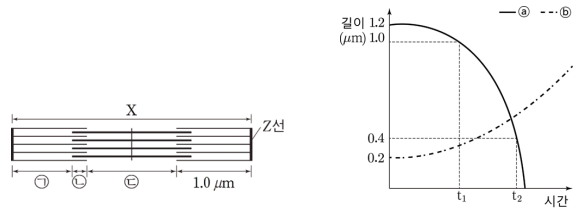
- 성염색체는 암컷이 XX, 수컷이 XY이다.
- 형질 ㉠과 ㉡는 각각 대립 유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정되며, A와 B는 각각 a와 b에 대해 우성이다.
- 표현형이 동일한 ㉠암컷과 수컷을 교배하여 얻은 자손(F₁) 1600개체 중 ㉠㉡와 ㉡의 표현형 모두가 부모와 같은 자손은 1200개체이고, ㉠과 ㉡의 표현형 모두가 부모와 다른 자손은 400개체이다.
- ㉠과 ㉡ 중 한 수컷을 교배하여 얻은 자손(F₂) 1600개체에서 ㉠과 ㉡의 표현형이 ㉠과 같은 초파리 중 암컷은 800개체, 수컷은 400개체이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
 ㄱ. F₁ 암컷의 ㉡에 대한 유전자형은 모두 동형 접합이다.
 ㄴ. F₂ 암컷 중 50%가 b를 가진다.
 ㄷ. F₁의 수컷과 F₂의 암컷을 교배하여 자손(F₃)을 얻을 때, 표현형이 ㉠과 같은 수컷이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 그림 (가)는 근육 원섬유 마디 X의 구조를, (나)는 근육 원섬유 마디의 수축 시 시간에 따른 ㉠과 ㉡의 길이 변화를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이며, ㉠과 ㉡는 각각 ㉠, ㉡, ㉢ 중 하나이다.



(가)

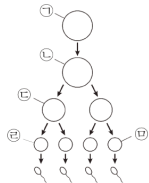
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
 ㄱ. ㉡는 ㉠이다.
 ㄴ. t₁에서 ㉡의 길이는 0.3 μm이다.
 ㄷ. t₂에서 $\frac{X \text{의 길이}}{A \text{대의 길이} + 액틴 필라멘트 하나의 길이}$ 는 1보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 그림은 유전자형이 EEFfGgHh인 어떤 동물($2n=8$)의 G₁기 세포 ①으로부터 정자가 형성되는 과정을, 표는 이 과정의 서로 다른 서로 다른 세포 I~V의 핵상과 DNA 상대량을 나타낸 것이다. 이 과정에서 염색체 비분리가 감수 1분열과 감수 2분열에서 각각 1회씩 일어났다. I~V는 각각 ①~⑤ 중 하나이며, F는 f, G는 g, H는 h와 대립 유전자이다.



세포	핵상	염색체 수	DNA 상대량			
			E	F	G	H
I	?	?	①	?	0	0
II	?	?	2	②	1	1
III	n+1	?	2	?	③	0
IV	?	?	④	2	?	2
V	?	4	0	1	2	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, ①과 ⑤는 중기의 세포이다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. III에서 E와 f가 연관되어 있다.
 ㄴ. 세포의 핵상은 I과 III에서 같다.
 ㄷ. ①+②+③+④=8이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 표 (가)는 유전자형이 AaBbDdEe인 어떤 식물 P를 자가 교배하여 얻은 자손(F₁) 400개체 중 일부의 표현형에 따른 개체수를, (나)와 (다)는 각각 ①에서 생성되는 생식 세포 ②와 ③에서 생성되는 생식 세포 ④의 일부 대립 유전자의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. 대립 유전자 A, B, D, E는 각각 a, b, d, e에 대해 완전 우성이다.

표현형	개체수
① A B D E	150
② A bbD E	75
③ aaB ddee	25
A B ddE	④

(가)

생식 세포 ②	DNA 상대량
A	0
a	?
B	?
b	?
D	1
d	?

(나)

생식 세포 ④	DNA 상대량
B	?
b	1
d	1
d	?
E	?
e	1

(다)

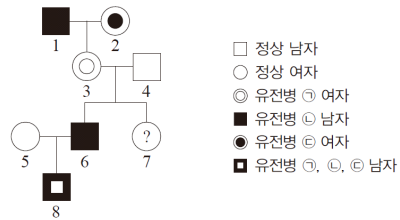
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, ④는 0이 아니다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ④는 50이다.
 ㄴ. ②와 ④는 유전자형이 같다.
 ㄷ. ①의 한 개체와 ③의 한 개체를 교배시켜 자손(F₂)을 얻을 때, 이 자손의 표현형이 aaB_ddee일 확률은 $\frac{1}{12}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 다음은 어떤 가족의 유전병 ①~④에 대한 자료이다.

- ①~④는 각각 대립 유전자 T와 T*, R와 R*, D와 D*에 의해 결정되며, 각 대립 유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.
 ○ 그림은 구성원 7을 제외한 가족의 유전병 ①~④에 대한 가계도이며, 구성원 7은 유전병 ①을 나타내고, ①과 ④의 발현 여부는 알 수 없다.
 ○ 표는 구성원 1~6의 체세포 1개당 ①, ②, ③의 DNA 상대량의 합을 나타낸 것이다. ①~③은 각각 T, R, D* 중 하나이며, T, T*, R, R*, D, D* 각각의 1개당 DNA 상대량은 같다.



대립 유전자	1	2	3	4	5	6	7	8
①+②	2	?	1	1	?	2	0	1
②+③	1	?	2	0	2	?	1	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

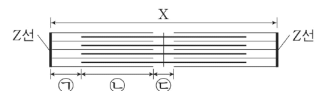
- < 보 기 >
- ㄱ. ①은 T이다.
 ㄴ. 6의 유전자 R와 D는 1로부터 전달되었다.
 ㄷ. 8의 동생이 태어날 때 유전병 ①~④에 대한 표현형이 7과 같을 확률은 $\frac{1}{16}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t₁과 t₂에서 근육 원섬유 마디 X의 길이를, 그림은 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우 대칭이다.
 ○ ①은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ②는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ③은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.

시점	X의 길이(μm)
t ₁	B
t ₂	$\frac{5}{6}B$



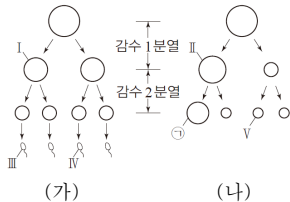
- (t₂일 때 ②의 길이)-(t₁일 때 ②의 길이)=0.15μm이다.
 ○ t₂일 때 H대의 길이는 0.1μm이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. B는 2.4μm이다.
 ㄴ. t₂일 때 ①의 길이는 0.7μm이다.
 ㄷ. $\frac{\text{①의 길이} + \text{②의 길이}}{\text{③의 길이}}$ 는 t₂일 때가 t₁일 때의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 그림 (가)와 (나)는 각각 어떤 남자와 여자의 생식 세포 형성 과정을, 표는 세포 ㉠~㉥의 총 염색체 수와 X 염색체 수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 총 성염색체 비분리 2회, 상염색체 비분리 1회가 일어났으며 각 분열기에 일어난 비분리 횟수는 최대 1회이다. ㉠~㉥는 각각 I~V 중 하나이고, ㉠에는 Y 염색체가 있으며, ㉦는 (나)에서 형성된 남자이다.



세포	총 염색체 수	X 염색체 수
㉠	24	0
㉡	24	2
㉢	23	1
㉣	22	1
㉤	21	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)에서는 성염색체 비분리와 상염색체 비분리가 모두 일어났다.
 ㄴ. ㉠의 Y 염색체 수는 2이다.
 ㄷ. 정자 IV와 난자 ㉦이 수정되어 태어난 아이는 터너 증후군을 나타낸다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 다음은 사람의 유전 형질 ㉠, ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠과 ㉡을 결정하는 유전자는 서로 다른 상염색체에 존재한다.
 ○ ㉠은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며, 대립 유전자에는 A, B, C가 있다. 유전자형이 AC와 AA인 사람의 표현형은 같고 유전자형이 BC와 BB인 사람의 표현형은 같다.
 ○ ㉡은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며 대립 유전자에는 D와 D*이 있다.
 ○ ㉠과 ㉡의 유전자형이 ABDD*인 여자와 BCDD*인 남자 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에서 나타날 수 있는 표현형은 최대 9가지이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠의 표현형의 종류는 총 4가지이다.
 ㄴ. ㉡의 유전자형이 DD인 사람과 DD*인 사람의 표현형은 같다.
 ㄷ. ㉠, ㉡의 유전자형이 ABDD*인 부모 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 다음은 어떤 식물 중에서 유전자형이 AaBbDd인 개체 P1과 P2의 유전 형질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

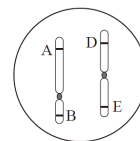
- (가)는 대립 유전자 A와 a, (나)는 대립 유전자 B와 b, (다)는 대립 유전자 D와 d에 의해 결정된다. A, B, D는 각각 a, b, d에 대해 완전 우성이며, 형질 (가), (나), (다)는 열성 동형 접합일 때 나타난다.
 ○ P1과 P2를 교배하여 얻은 ㉠자손(F₁) 800개체의 표현형은 3가지이며, 이 개체들 중 유전자형이 AABbDd인 개체가 있다.
 ○ P2를 자가 교배하여 얻은 ㉡자손(F₁) 800개체의 표현형은 2가지이다.

㉠ 중 표현형이 A_B_D_인 개체와 ㉡ 중 표현형이 A_B_D_인 개체를 교배하여 자손을 얻을 때 이 자손이 (가), (나), (다) 중 1가지 형질만을 가질 확률은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- ① $\frac{1}{12}$ ② $\frac{1}{8}$ ③ $\frac{1}{6}$ ④ $\frac{5}{24}$ ⑤ $\frac{1}{4}$

12. 다음은 사람의 유전 형질 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A와 a에 의해 결정되며, 유전자형이 다르면 표현형이 다르다.
 ○ ㉡을 결정하는 데 관여하는 3개의 유전자는 서로 다른 2개의 상염색체에 있으며, 3개의 유전자는 각각 대립 유전자 B와 b, D와 d, E와 e를 갖는다.
 ○ ㉡의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립 유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
 ○ 그림은 유전자형이 AaBbDdEe인 남자 P의 생식 세포 ㉢에 들어 있는 일부 염색체와 유전자를 나타낸 것이다.



- ㉠과 ㉡의 표현형이 P와 같은 여자 Q가 있다. P와 Q 사이에서 ㉣가 태어날 때 ㉢에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 13가지이며, 이 중 유전자형이 bbee인 것이 있다.

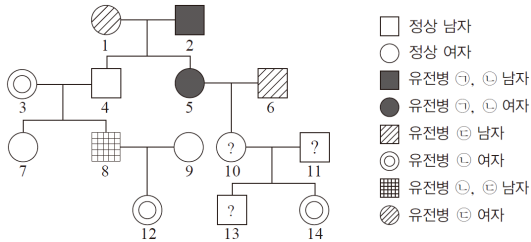
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠의 유전은 단일 인자 유전이다.
 ㄴ. Q로부터 대립 유전자 A, b, D를 가진 생식 세포가 만들어진 다.
 ㄷ. ㉢에서 (가)와 (나)의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 다음은 유전병 ㉠, ㉡, ㉢에 대한 자료이다.

- 그림은 어떤 가족에서 10, 11, 13을 제외한 나머지 구성원의 유전병 ㉠, ㉡, ㉢ 발현 여부를 나타낸 가계도이다.
- ㉠은 대립 유전자 A와 A*, ㉡은 대립 유전자 B와 B*, ㉢은 대립 유전자 D와 D*에 의해 결정되며, ㉠, ㉡, ㉢ 유전자 중 두 유전자는 연관되어 있고, 다른 하나는 연관되어 있지 않다.



- 11에서 ㉢이 발현되었고, 10에서 ㉢이 발현되지 않았다.
- 10, 11, 13, 14의 체세포 하나당 A*의 DNA 상대량의 총합은 2이고, B의 DNA 상대량의 총합은 4이다.
- 4는 체세포 하나당 B를 1개 가지고, 13과 14의 ㉠에 대한 표현형은 같다.
- 표는 구성원 1, 2, 3에서 체세포 1개당 A*, B*, D*의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

구분	A*	B*	D*
1	1	0	0
2	1	1	1
3	0	1	?

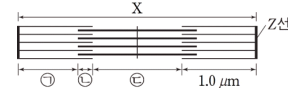
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, A*, B, B*, D, D*의 DNA 상대량은 모두 같고, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. 14는 A와 B가 연관된 염색체를 가진다.
 ㄴ. 10과 13의 ㉠과 ㉢의 표현형은 서로 같다.
 ㄷ. 3과 4 사이에서 ㉠, ㉡, ㉢의 표현형이 7과 같은 남자 아이가 태어나고, 이 아이가 유전자형이 10과 같은 여자와 결혼해서 아이를 낳을 때, 이 아이가 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 발현하지 않을 확률은 $\frac{5}{8}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 다음은 골격근의 수축 과정에 대한 자료이다.

- t₁일 때 X의 구조를 나타낸 것이며, X는 좌우 대칭이다.



- ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다. ㉠~㉢은 각각 ㉠, ㉡, ㉢ 중 하나이다.
- t₂일 때 H대의 길이는 0.6μm이고, ㉡는 H대이다.
- $\frac{㉠+㉢}{㉡}$ 의 길이는 t₂일 때보다 t₁일 때 작다.
- t₂일 때 $\frac{㉡}{㉠}$ 의 길이는 1.2이다.
- t₁일 때 $\frac{㉡}{㉠}$ 의 길이는 t₂일 때 $\frac{㉡}{㉠}$ 의 길이의 5배이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉠은 ㉠이다.
 ㄴ. t₁일 때 X의 길이는 3.2μm이다.
 ㄷ. $\frac{㉠+㉢}{㉡}$ 의 길이는 t₂일 때보다 t₁일 때 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 다음은 어떤 가족의 유전 형질 ㉠, ㉡, ㉢에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A, B, C에 의해, ㉡은 대립 유전자 D, E, F에 의해, ㉢은 대립 유전자 G, H, I에 의해 결정된다.
- ㉠~㉢을 결정하는 유전자는 모두 X 염색체에 있다.
- 핵형이 정상이고 성별이 같은 자녀 1과 2는 모두 감수 분열 시 염색체 비분리가 일어나 염색체 수가 비정상적인 생식 세포의 수정으로 태어났다.
- 성별이 같은 자녀 3과 4 중 한 명은 감수 분열 시 부모 중 한 사람에서만 ㉠염색체 비분리가 1회 일어나 형성된 생식 세포가 정상 생식 세포와 수정되어 태어나 클라인펠터 증후군을 나타내고, 다른 한 명에서는 돌연변이가 발생하지 않았다.
- 표는 이 가족 구성원 중 자녀에서 ㉠~㉢을 결정하는 대립 유전자의 유무를 나타낸 것이다.

구성원	대립 유전자								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
자녀 1	×	○	×	×	○	×	○	×	×
자녀 2	○	×	○	○	×	○	○	×	○
자녀 3	○	○	×	○	○	×	○	×	○
자녀 4	×	×	○	×	×	○	○	×	×

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. 아버지는 A, D, I가 연관된 염색체를 갖는다.
 ㄴ. 클라인펠터 증후군을 나타내는 구성원은 자녀 3이다.
 ㄷ. ㉠은 감수 1분열에서 비분리가 일어나 형성된 난자이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 다음은 어떤 동물의 털색 유전에 대한 자료이다.

- 털색은 상염색체에 있는 1쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며, 대립 유전자에 검은색 털 유전자 B, 회색 털 유전자 G, 흰색 털 유전자 W가 있다. 각 대립 유전자 사이의 우열 관계는 분명하고, G는 W에 대해 완전 우성이다.
- 표는 각각 털색이 검은색, 회색, 흰색 중 하나인 P1, P2, P3을 교배하여 태어난 자손(F₁)에서 털색의 유무를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 회색과 흰색 중 하나이다.

교배	검은색	㉠	㉡
P1×P2	○	○	×
P1×P3	○	○	○
P2×P3	×	○	○

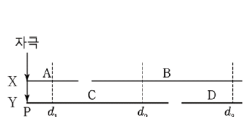
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉡은 흰색이다.
 ㄴ. P2의 털색 유전자형은 BW이다.
 ㄷ. P1을 유전자형이 같은 개체와 교배시켜 자손을 얻을 때, 이 자손에서 검은색 털과 흰색 털의 표현형 비는 3:1이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

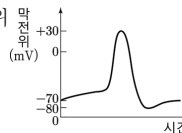
17. 다음은 신경 A~D의 흥분의 전도에 대한 자료이다.

- 그림은 민말이집 신경 A~D를, 표는 A와 C의 P 지점에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 일정 시간이 지난 후 t₁일 때 세 지점 d₁~d₃에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. I~III은 각각 d₁~d₃에서 측정된 막전위 중 하나이다.



신경	t ₁ 일 때 측정된 막전위(mV)		
	I	II	III
A	-70	?	
B	?	+2	-68
C	-80	+30	?
D	?	?	-55

- 흥분의 전도 속도는 B=C>A=D이고, 시냅스를 통한 흥분의 전달 속도는 축삭돌기에서의 흥분의 전도 속도보다 느리다.
- 축삭돌기의 길이는 B=C>A=D이다.
- A~D 각각의 활동 전위 발생 시 막전위 변화는 다음과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D에서 흥분의 전도는 각각 1회 일어났고, 휴지 전위는 -70mV이며, X와 Y의 시냅스 틈의 길이는 같다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. Y보다 X에서 III에 먼저 자극이 도달하였다.
 ㄴ. t₁일 때 A의 I에서 막전위는 휴지 전위 상태이다.
 ㄷ. t₁일 때 B의 d₂에서 세포 안으로 Na⁺이 유입된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 표 (가)는 남자의 세포 ⑩로부터 정자가 형성되는 과정 중의 서로 다른 시기의 3개 세포와 여자의 세포 ④로부터 난자가 형성되는 과정 중의 서로 다른 시기의 2개 세포인 I~V에서 염색체 ㉠~㉢의 유무를 나타낸 것이고, (나)는 세포 ㉠~㉢의 세포 1개당 대립 유전자 H, h, T, t의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 X, Y, 1번, 2번 염색체 중 하나이고, ㉠과 ㉡은 각각 1번과 2번 염색체 중 하나이다. ㉠~㉢은 각각 I~V 중 하나이며, III과 V의 DNA양은 같다.

세포	염색체					
	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
I	○	○	○	○	○	○
II	×	×	×	○	○	×
III	○	○	×	×	×	○
IV	○	○	×	○	×	×
V	○	×	×	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

세포	DNA 상대량			
	H	h	T	t
㉠	1	0	1	1
㉡	0	0	0	2
㉢	1	0	1	0
㉣	0	2	2	0
㉤	1	0	0	1

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, II와 IV는 중기의 세포이고, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉤은 Y 염색체이다.
 ㄴ. 세포 1개당 DNA양은 I > IV > II의 순이다.
 ㄷ. 세포 1개당 $\frac{T의 수}{X 염색체의 염색 분체 수}$ 은 I과 IV가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19. 다음은 유전자형이 AaBbDdRrTt인 동일종의 식물 개체 P1, P2, P3에 대한 자료이다.

- 대립 유전자 A, B, D, R, T는 각각 대립 유전자 a, b, d, r, t에 대해 완전 우성이다.
- P3에서 B와 r가 연관되어 있다.
- P1, P2, P3 중 한 개체에서만 A와 D가 연관되어 있다.
- P1과 P2를 교배하여 얻은 ㉠자손(F₁) 3200개체에서 부모와 표현형이 같은 개체수는 900이다.
- P2과 P3을 교배하여 얻은 ㉡자손(F₁) 3200개체에서 부모와 표현형이 같은 개체수는 600이다.
- P1과 P3을 교배하여 얻은 ㉢자손(F₁) 3200개체에서 부모와 표현형이 같은 개체수는 900이다.

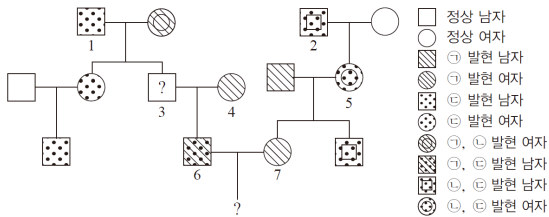
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. P2에서 B와 R은 연관되어 있다.
 ㄴ. ㉠에서 표현형이 A₁D₁tt인 개체수와 ㉡에서 표현형이 B₁rrT₁인 개체수의 비는 2:3이다.
 ㄷ. ㉢ 중 표현형이 A₁B₁D₁R₁T₁인 한 개체와 ㉤ 중 표현형이 A₁B₁D₁rrtt인 한 개체를 교배하여 자손(F₂)을 얻을 때, 이 자손의 표현형이 aabbD₁R₁tt일 확률은 $\frac{1}{96}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 다음은 어떤 집안의 형질 ㉠~㉣에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A와 A*, ㉡은 대립 유전자 B와 B*, ㉢은 대립 유전자 C와 C*에 의해 결정되며, 각 대립 유전자 간의 우열 관계는 분명하고, A는 A*에 대해, B는 B*에 대해 각각 완전 우성이다.
- ㉠~㉣을 결정하는 유전자는 모두 하나의 염색체에 연관되어 있다.
- 가계도는 구성원 3을 제외한 나머지 구성원에서 ㉠~㉣의 발현 여부를 나타낸 것이다.



- 표 (가)는 구성원 1, 3, 5의 체세포에서 A와 A*의 유무를, (나)는 구성원 3, 4, 6의 체세포에서 B와 B*의 유무를 나타낸 것이다.

구성원		1	3	5
대립 유전자	A	○	?	○
	A*	×	○	?

(가)

구성원		3	4	6
대립 유전자	B	○	?	×
	B*	×	○	○

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

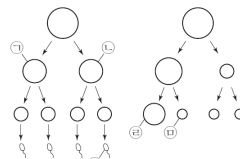
ㄱ. 구성원 3은 ㉠을 나타내지 않는다.

ㄴ. B와 B*는 성염색체에 존재한다.

ㄷ. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, ㉠~㉣ 중 ㉠만을 나타낼 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

21. 그림 (가)와 (나)는 열성 유전 형질 ㉠과 ㉡을 나타내지 않는 어떤 남자와 여자의 생식 세포 형성 과정을, 표는 세포 I~V의 염색체 수와 유전자 A, B의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 대립 유전자 A와 a, B와 b에 의해 결정되며, A와 B는 각각 a와 b에 대해 우성이다. A와 a는 X 염색체에, B와 b는 17번 염색체에 존재한다. (가)의 감수 1분열 과정에서 17번 염색체의 비분리, 감수 2분열 과정에서 성염색체의 비분리가 1회씩 일어났고, (나)의 감수 1분열 과정에서 성염색체의 비분리, 감수 2분열 과정에서 17번 염색체의 비분리가 1회씩 일어났다. I~V는 ㉠~㉡을 순서 없이 나타낸 것이다.



(가) (나)

세포	DNA 상대량		염색체 수
	A	B	
I	㉠	0	25
II	?	0	21
III	0	0	㉡
IV	1	0	23
V	㉢	2	24

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, ㉠과 ㉡은 중기의 세포이다. A, a, B, b 각각의 DNA 상대량은 1로 동일하다.)

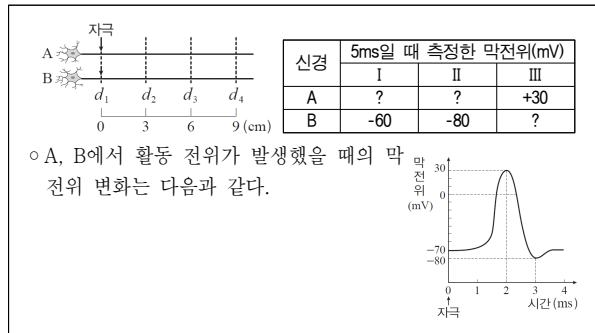
ㄱ. ㉠+㉡+㉢은 25이다.

ㄴ. ㉢은 I이다.

ㄷ. 난자 ㉡과 성염색체 Y와 대립 유전자 b를 가지는 정자가 수정하여 아이가 태어날 때, 이 아이는 ㉠을 나타내지 않고, ㉡과 클라인펠터 증후군을 나타낸다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

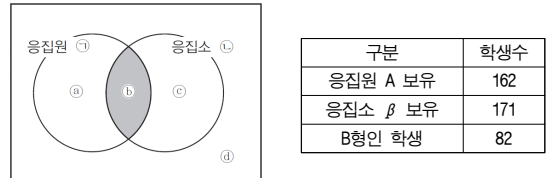
22. 그림은 민말이집 신경 A와 B의 지점 d_1 으로부터 $d_2 \sim d_4$ 까지의 거리를, 표는 A와 B의 지점 d_1 에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과한 시간이 5ms일 때 I, II, III에서 각각 측정된 막전위를 나타낸 것이다. I~III은 $d_2 \sim d_4$ 를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 휴지전위는 -70mV이며, A와 B에서 흥분의 전도는 각각 1회씩 일어났다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. A에서 흥분 전도 속도 = 2이다.
 ㄴ. B에서 흥분 전도 속도 = 2이다.
 ㄷ. 5ms일 때 A의 d_2 와 B의 III에서 측정된 막전위는 같다.
 ㄹ. 5ms일 때 A의 d_4 에서의 Na^+ 막 투과도는 B의 I에서의 Na^+ 막 투과도는 1보다 크다.
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

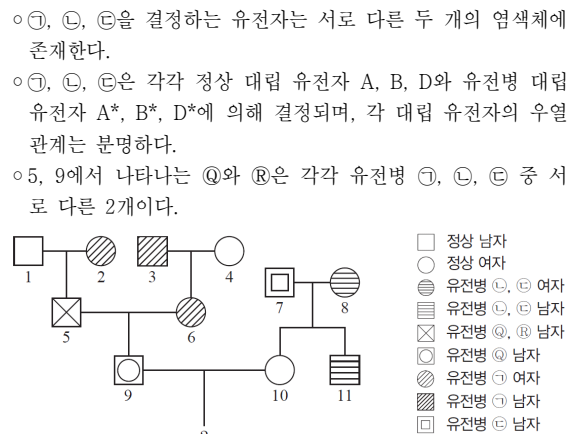
23. 그림은 300명의 학생 집단을 대상으로 ABO식 혈액형에 대한 응집원 ㉠과 응집소 ㉡의 유무에 따라 소집단 ㉢~㉤로 구분한 것을, 표는 이 집단의 ABO식 혈액형 조사 결과를 나타낸 것이다. 이 집단에는 A, B, O, AB형이 모두 존재하고, ㉢~㉤의 학생 수는 각각 0보다 크며, ㉢에 속하는 학생은 응집소 α 를 가진다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. O형인 학생 수가 AB형인 학생 수보다 많다.
 ㄴ. ㉢~㉤의 전체 학생 중 ㉢의 구성원에게 수혈 가능한 학생의 수는 56명이다.
 ㄷ. 항 B 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생의 수가 항 A 혈청에 응집되는 혈액을 가진 학생의 수보다 적다.
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24. 다음은 어떤 두 집안의 유전병 ㉠, ㉡, ㉢에 대한 자료이다.



- 1과 2에서 A의 DNA 상대량은 같다.
 ○ 6은 대립 유전자 B*를 가지고 있지 않다.
 ○ 1~4의 체세포 1개당 B*의 합 > 1/2이다.

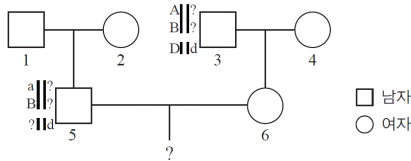
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉣은 유전병 ㉡이다.
 ㄴ. 9는 A*와 B가 연관된 염색체를 갖는다.
 ㄷ. 9와 10에서 태어난 아이가 ㉠, ㉡, ㉢에 대해서 모두 정상인 아들일 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

25. 다음은 사람의 유전 형질 (가)에 대한 자료이다.

- (가)를 결정하는데 관여하는 3개의 유전자는 서로 다른 2개의 상염색체에 있으며, 3개의 유전자는 각각 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d를 갖는다.
- (가)의 표현형은 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수에 의해서만 결정되며, 이 대립 유전자의 수가 다르면 표현형이 다르다.
- 다음은 어떤 가족의 구성원 일부에서 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d를 갖는 염색체를 나타낸 것이다.



- 6의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이다.
- 유전자형과 연관 형태가 각각 1, 4와 같은 부부 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 7가지이다.
- 5와 6이 가지는 대문자로 표시되는 대립 유전자 수는 각각 2개와 3개이다.

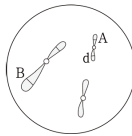
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. 1에서 a, B, D를 가진 생식 세포가 만들어진다.
 - ㄴ. 6의 유전자형은 AaBbDd이다.
 - ㄷ. 5와 6 사이에서 태어난 아이가 대문자로 표시되는 대립 유전자를 4개 이상 가질 확률은 $\frac{3}{16}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

26. 어떤 동물의 유전 형질 ㉠은 3쌍의 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d에 의해 결정된다. 표는 이 동물에서 개체 I과 II의 세포 (가)~(라)가 갖는 대립 유전자 A, a, B, b, D, d의 DNA 상대량을, 그림은 개체 I과 II 중 한 개체의 생식 세포에서 관찰된 염색체를 모두 나타낸 것이다. (가)~(라) 중 2개는 I의 세포이고 2개는 II의 세포이며, 그림의 세포는 (가)~(라) 중 하나이다. I은 수컷이며 성염색체가 XY, II는 암컷이며 성염색체가 XX이다.

세포	DNA 상대량					
	A	a	B	b	D	d
(가)	①	0	2	2	0	2
(나)	?	1	0	?	1	1
(다)	1	0	?	②	?	1
(라)	0	?	0	2	③	0



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않으며, A, a, B, b, D, d 각각의 1개당 DNA 상대량은 같으며, (가)와 (라)는 중기의 세포이다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. ①+②+③=4이다.
 - ㄴ. I의 형질 ㉠에 대한 유전자형은 ABbd이다.
 - ㄷ. II에서 A와 D는 서로 다른 염색체에 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

27. 다음은 어떤 동물의 유전 형질 ㉠~㉢에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A와 A*에 의해, ㉡은 대립 유전자 B와 B*에 의해, ㉢은 대립 유전자 C와 C*에 의해 결정된다.
- A, B, C는 정상 대립 유전자, A*는 ㉠, B*는 ㉡, C*는 ㉢ 대립 유전자이며, A, B*, C는 각각 A*, B, C*에 대해 완전 우성이다.
- ㉡은 ㉠이 발현되었을 때만, ㉢은 ㉡이 발현되었을 때만 발현될 수 있다.
- 유전자형이 AA*BB*CC*인 암컷 P1과 수컷 P2를 교배하여 얻은 자손(F₁) 160개체에서 ㉠을 발현하는 개체, ㉡을 발현하는 개체, ㉢을 발현하는 개체의 비는 4:3:3이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

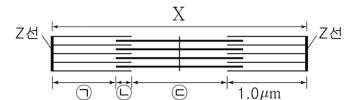
- < 보 기 >
- ㄱ. P1과 P2는 A*와 C*가 연관된 염색체를 가진다.
 - ㄴ. F₁에서 ㉢을 발현하는 개체의 유전자형은 총 2가지이다.
 - ㄷ. F₁ 중 ㉠을 발현하는 암컷과 ㉡을 발현하는 수컷을 교배하여 자손(F₂)을 얻을 때, 이 자손이 ㉢을 발현할 확률은 $\frac{1}{6}$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

28. 다음은 골격근의 구성과 수축 과정에 대한 자료이다.

- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t₁과 t₂에서 ㉠~㉢의 길이를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 각각 ㉠+㉡, ㉠+㉢, ㉡+㉢ 중 하나이다. 그림은 근육 원섬유 마디 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우대칭이다.

시점	길이(μm)		
	㉠	㉡	㉢
t ₁	1	1.7	1.3
t ₂	?	4B	5B



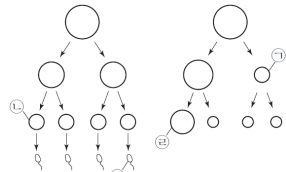
- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉢은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.
- B는 0.5μm보다 작다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. ㉡은 ㉡+㉢이다.
 - ㄴ. t₂일 때, H대의 길이는 0.4μm이다.
 - ㄷ. t₁에서 ㉠의 길이 < t₂에서 ㉡의 길이 < 1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

29. 그림 (가)와 (나)는 각각 핵형이 정상이고 적록 색맹을 나타내지 않는 어떤 남자와 여자의 생식 세포 형성 과정을, 표는 ㉠~㉢에 대한 자료를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 염색체 비분리가 각각 1회씩 일어났다.



- ㉠과 ㉢이 수정되어 태어난 아이는 적록 색맹이며 클라인펠터 증후군이다.
- ㉠의 총 염색체 수+㉠의 총 염색체 수는 ㉢의 상염색체 수+㉢의 상염색체 수와 같다.

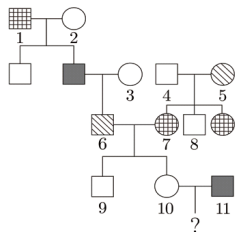
(가) (나)
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
ㄱ. (나)에서 염색 분체의 비분리가 일어났다.
ㄴ. ㉠의 상염색체 수는 ㉢의 총 염색체 수와 같다.
ㄷ. ㉠과 ㉢에서 총염색체 수 X 염색체 수의 비는 2:1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

30. 다음은 어떤 집안의 유전병 ㉠~㉢에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 H와 H*에 의해, ㉢은 대립 유전자 T와 T*에 의해, ㉢은 대립 유전자 R과 R*에 의해 결정된다. 각 대립 유전자 사이의 우열은 분명하다.
- ㉠의 유전자와 ㉢의 유전자 중 하나만 ㉡의 유전자와 연관되어 있다.
- 그림은 이 집안 구성원의 ㉠과 ㉢의 발현 여부를 나타낸 가계도이다.



- 정상 남자
- 정상 여자
- 유전병 ㉠ 남자
- 유전병 ㉠ 여자
- ▨ 유전병 ㉡ 남자
- ⦿ 유전병 ㉡ 여자
- 유전병 ㉢ 남자
- 유전병 ㉢ 여자

- 구성원 6의 유전자형에서 대립 유전자 H*, T, R*의 총 수는 4이다.
- 표는 구성원 1~11에서 ㉢의 발현 유무를 나타낸 것이다.

구성원	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
㉢ 발현 여부	○	○	×	×	×	○	×	○	○	×	○

(○: 발현됨, ×: 발현 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
ㄱ. ㉠의 유전자는 ㉡의 유전자와 연관되어 있다.
ㄴ. 이 집안에서 R을 가지는 구성원은 총 7명이다.
ㄷ. 10과 11 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이가 ㉠~㉢ 중 ㉠만 나타내는 남자일 확률은 $\frac{1}{8}$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

31. 다음은 어떤 식물 종에서 유전자형이 AaBbDdEeFf인 개체 P1, P2, P3에 대한 자료이다.

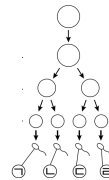
- 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d, E와 e, F와 f는 서로 다른 5가지 형질을 결정하며, 대립 유전자 A, B, D, E, F는 각각 대립 유전자 a, b, d, e, f에 대해 완전 우성이다.
- P1과 P2를 교배해 ㉠ 자손(F₁) 1600개체를 얻었다.
- P2와 P3을 교배해 ㉡ 자손(F₁) 1600개체를 얻었다.
- ㉠ 중 표현형이 부모와 같은 자손은 300개체이다.
- ㉡ 중 표현형이 부모와 같은 자손은 675개체이다.
- P1과 P2 중 한 개체에서 A, d, F 중 2가지는 같은 염색체에 존재한다.
- P3에서 B, e, F 중 2가지는 같은 염색체에 존재한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- < 보 기 >
ㄱ. P1에서 A와 D가 연관되어 있다.
ㄴ. ㉠ 중 표현형이 A_ddE_ff인 개체수는 75이다.
ㄷ. P1과 P3을 교배하여 자손(F₁)을 얻을 때, 이 자손에게서 나타날 수 있는 최대 표현형 수는 18이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

32. 그림은 적록 색맹인 어떤 남자에서 감수 분열을 통해 정자가 생성되는 과정을, 표는 정자 ㉠~㉢의 적록 색맹 유전자의 수와 염색체 수를 나타낸 것이다. 감수 분열 과정에서 염색체 비분리가 서로 다른 두 세포에서 1회씩 총 2회 일어났다. I은 ㉠이며, II~IV는 각각 ㉡~㉢ 하나이다. ㉠과 정상 남자가 수정되어 태어난 아이의 핵형은 정상이다.



세포	염색체 수	색맹 유전자의 수
I	25	2
II	?	0
III	23	㉠
IV	?	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

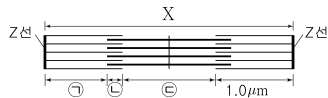
- < 보 기 >
ㄱ. ㉠에 X 염색체와 Y 염색체가 모두 존재한다.
ㄴ. III은 ㉡이다.
ㄷ. ㉠=0이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

33. 다음은 골격근의 구성과 수축 과정에 대한 자료이다.

- 골격근은 근육 섬유 다발로 구성되고, 하나의 근육 섬유는 여러 개의 근육 원섬유를 가지고 있다.
- 표는 골격근 수축 과정의 두 시점 t_1 과 t_2 에서 ㉠~㉣의 길이를 나타낸 것이며, ㉠과 ㉡는 ㉠+㉢, ㉠+㉣, ㉢+㉣ 중 서로 다른 둘이다.
- 그림은 X의 구조를 나타낸 것이다. X는 좌우대칭이다.

시점	길이(μm)	
	㉠	㉡
t_1	1.7	1.3
t_2	D	D



- D는 1.3μm보다 작다.
- 구간 ㉠은 액틴 필라멘트만 있는 부분이고, ㉢은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이며, ㉣은 마이오신 필라멘트만 있는 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 ㉠+㉣이다.
 ㄴ. t_1 일 때, I대의 길이는 1.4μm이다.
 ㄷ. t_2 에서 ㉢의 길이
 t_1 에서 ㉣의 길이 는 2이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

34. 다음은 어떤 동물의 깃털 색 유전에 대한 자료이다.

- 깃털 색은 상염색체에 있는 1쌍의 대립 유전자에 의해 결정되며, 대립 유전자에는 B, C, D가 있다.
- B는 C, D 각각에 대해 완전 우성이고, C는 D에 대해 완전 우성이다.
- 깃털 색의 표현형은 3가지이며, 갈색, 붉은색, 회색이다.
- 붉은색 깃털 암컷 P와 ㉠회색 깃털 수컷 Q 사이에서 태어난 모든 갈색 깃털 자손의 유전자형은 이형 접합이다.
- ㉡회색 깃털 암컷 H와 ㉢갈색 깃털 수컷 T 사이에서 태어난 모든 붉은색 깃털 자손의 유전자형은 동형 접합이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 교차와 돌연변이는 고려하지 않는다.)

- ㄱ. 깃털 색은 복대립 유전이다.
 ㄴ. ㉠과 ㉡의 깃털 색의 유전자형은 같다.
 ㄷ. ㉠과 깃털 색의 유전자형이 같은 암컷과 ㉢을 교배하여 자손(F_1)을 얻을 때, 이 자손의 유전자형이 CD일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

35. 다음은 세균 P에 대한 생쥐의 방어 작용 실험이다.

[실험 과정과 결과]

- (가) 유전적으로 동일하고 세균 P에 노출된 적이 없는 생쥐 A, B, C를 준비한다.
 (나) 생쥐 A~C에 각각 표와 같은 물질을 주사한다. ㉠은 항원 X와 Y에 대한 항체 중 하나이다.

A	항원 X* + 증류수
B	항원 Y* + 증류수
C	항체 ㉠

- (다) 일정 시간 후, 생쥐 A~C에 각각 세균 P를 주사한다.
 (라) (나)와 (다) 이후에 생쥐 A~C의 생존 여부와 항체 ㉠~㉢의 존재 여부는 다음과 같다.

생쥐	생존 여부	(나) 이후 항체	(다) 이후 항체
A	○	㉠, ㉡	㉠, ㉡
B	×	㉢	?
C	○	?	㉠, ㉡

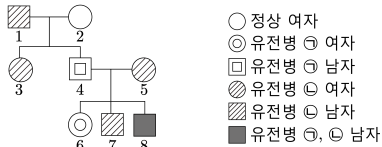
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X*, Y*는 각각 항원 X, Y의 약화된 항원이다.)

- ㄱ. 생쥐 A에서 (다) 이후 P에 대한 체액성 면역 반응이 일어났다.
 ㄴ. 세균 P는 항원 Y를 갖는다.
 ㄷ. 생쥐 C에서 (다) 이후 세균 P에 대한 2차 면역 반응이 일어났다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

36. 다음은 어떤 집안의 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A와 A*에 의해, ㉡은 대립 유전자 B와 B*에 의해 결정된다. A와 B는 각각 A*와 B*에 대해 완전 우성이다.
- ㉠과 ㉡의 유전자는 하나의 염색체에 연관되어 있다.



- 표는 각각 구성원 3, 4, 5, 8의 체세포 1개당 대립 유전자 (가)와 (나)의 DNA 상대량을 나타낸 것이다. (가)는 A와 A*, (나)는 B와 B* 중 하나이며, I~IV는 각각 3, 4, 5, 8 중 하나이고, IV는 8이 아니다.

구성원	(가)의 DNA 상대량
I	1
II	1
III	0
IV	1

구성원	(나)의 DNA 상대량
I	1
II	0
III	0
IV	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. I은 4이다.
- ㄴ. IV는 (가)와 (나)가 연관된 염색체를 갖는다.
- ㄷ. 4와 5 사이에서 태어난 아이에서 ㉠과 ㉡의 발현 여부가 III과 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

37. 다음은 초파리의 눈 색과 날개 길이의 유전에 대한 자료이다.

- 수컷의 성염색체는 XY, 암컷의 성염색체는 XX이다.
- 눈 색은 붉은 눈 대립 유전자 A와 흰 눈 대립 유전자 a에 의해, 날개 길이는 정상 날개 대립 유전자 B와 흔적 날개 대립 유전자 b에 의해 결정된다. A는 a에 대해, B는 b에 대해 각각 완전 우성이다.
- 붉은 눈, 정상 날개 암컷과 붉은 눈, 정상 날개 수컷을 교배하여 ㉠ 자손(F₁) 1600 개체를 얻었다.
- ㉠ 중 흔적 날개인 암컷은 없다.
- ㉠ 중 붉은 눈, 정상 날개인 개체는 800개체였다.

㉠ 중 각각 흰 눈 수컷과 정상 날개 암컷을 교배해 자손(F₂)을 얻을 때, 자손이 흰 눈, 정상 날개 암컷일 확률은?(단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

- ① $\frac{1}{8}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ $\frac{7}{8}$

38. 다음은 사람의 눈 색에 대한 자료이다.

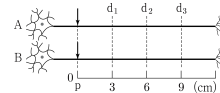
- 사람의 눈 색은 서로 다른 2쌍의 상염색체 위의 세 쌍의 대립 유전자 A, a, B, b, D, d에 의해 결정되며, 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수가 다르면 표현형이 다르며, 그 수가 많을수록 눈 색이 짙어진다. 유전자형에서 대문자로만 구성된 대립 유전자 쌍이 ㉠쌍 이상이면, 자손은 배아 때 사망한다.
- 눈 색에 대한 유전자형이 AaBbDd인 ㉠여자와 ㉡남자 사이에서 태어나는 자손의 눈 색에 대한 최대 표현형 수는 4가지이다.

㉠과 ㉡ 사이에서 태어난 아이의 눈 색이 부모보다 옅을 확률× ㉠은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, ㉠>1이다.)

- ① $\frac{3}{7}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ $\frac{4}{5}$ ④ $\frac{6}{7}$ ⑤ $\frac{4}{3}$

39. 다음은 신경 A와 B에 대한 자료이다.

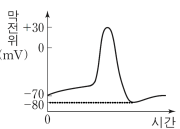
- 그림은 민말이집 신경 A와 B의 P 지점으로부터 d₁~d₃까지의 거리를 나타낸 것이다.



- 표는 신경 A와 B의 P 지점에 동시에 역치 이상의 자극을 1회씩 준 후 5ms와 6ms일 때, d₁~d₃에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. I~III은 각각 d₁~d₃ 중 하나이다.

시간	신경	측정한 막전위(mV)		
		I	II	III
5ms	A	+30	-75	-65
	B	-80	-70	+30
6ms	A	-80	-70	-55
	B	-70	-70	-80

- A와 B의 d₁~d₃에서 활동 전위가 발생할 때, 막전위 변화는 다음과 같이 일어난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, 휴지 전위는 -70mV이고, A와 B에서 흥분의 전도는 1회씩만 일어났다.)

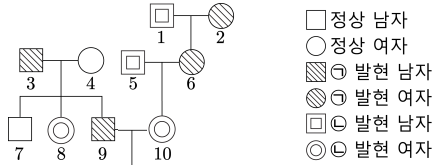
< 보 기 >

- ㄱ. 신경 B의 흥분 전도 속도는 3cm/ms이다.
- ㄴ. II는 d₁이다.
- ㄷ. 5ms일 때, A의 d₃에서 Na⁺이 세포 안으로 유입된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

40. 다음은 어떤 집안의 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A와 A*에 의해, ㉡은 대립 유전자 B와 B*에 의해 결정되며, 각 대립 유전자 사이의 우열 관계는 분명하다.
- 이 가계도의 가족 구성원의 핵형은 모두 정상이다.



- 3과 4의 생식 세포 형성 과정 염색체 비분리가 각각 1회씩 일어난 정자와 난자가 수정되어 7~8 중 1명이 태어났다.
- 표 (가)는 1, 5, 8에서 체세포 1개당 A의 DNA 상대량을, (나)는 4, 5, 9에서 체세포 1개당 B*의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

구성원	A의 DNA 상대량
1	1
5	0
8	㉠

(가)

구성원	B*의 DNA 상대량
4	1
5	1
9	㉡

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않으며, A와 B*의 1개당 DNA 상대량은 동일하다.)

ㄱ. ㉠ + ㉡ = 1이다.

ㄴ. 7이 태어날 때, 4의 생식 세포 형성 과정에서 감수 2분열에서 비분리가 일어났다.

ㄷ. 9와 10 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이가 ㉠과 ㉡을 모두 발현할 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

41. 다음은 유전자형이 AaBbDdEeFf인 개체 P1~P3에 대한 자료이다.

- 대립 유전자 A와 a, B와 b, D와 d, E와 e, F와 f는 서로 다른 5가지 형질을 결정하며, 대립 유전자 A, B, D, E, F는 각각 대립 유전자 a, b, d, e, f에 대해 완전 우성이다.
- P1과 P2를 교배하여 ㉠자손 3200개체를 얻었다.
- P1과 P3를 교배하여 ㉡자손 3200개체를 얻었다.
- ㉠ 중 표현형이 부모와 같은 자손은 900개체이다.
- ㉠ 중 표현형이 A_B_D_인 개체와 B_E_F_인 개체의 비는 3:2이다.
- ㉡ 중 표현형이 부모와 같은 자손은 1350개체이다.
- P1에서는 A, D, e, f가 서로 다른 2개의 염색체에 존재한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

ㄱ. P3는 A와 d가 연관된 염색체를 갖는다.

ㄴ. ㉠ 중 표현형이 A_B_ddE_F_인 개체는 150개체이다.

ㄷ. P2와 P3의 교배 시 나오는 자손의 최대 표현형 수는 12가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

42. 다음은 어떤 가족의 유전 형질 ㉠과 ㉡에 대한 자료이다.

- ㉠은 대립 유전자 A와 A*에 의해, ㉡은 대립 유전자 B와 B*에 의해 결정된다. A는 A*에 대해, B는 B*에 대해 각각 완전 우성이다.
- 어머니는 유전 형질 ㉠과 ㉡을 모두 나타내며, 아버지는 유전 형질 ㉠과 ㉡을 모두 나타내지 않는다.
- 어머니와 아버지는 각 형질에 대해 한 종류의 대립 유전자만을 갖는다.

○ 표는 이 부모로부터 태어난 자녀 1~5의 성별과 ㉠과 ㉡의 발현 여부를 나타낸 것이다.

○ 부모와 자녀 1~5의 핵형은 모두 정상이다.

○ 두 번의 감수 분열 시 부모 각각에게서 염색체 비분리가 1회씩 일어나 어머니로부터 염색체 수가 비정상적인 생식 세포 ㉠과 ㉡가 형성되었고, 아버지로부터 염색체 수가 비정상적인 생식 세포 ㉢와 ㉣가 생성되었다. ㉠과 ㉡가 각각 ㉢와 ㉣와 수정되어, 3~5 중 두 자녀가 태어났다.

자녀	성별	㉠	㉡
1	남	○	○
2	여	×	×
3	남	×	?
4	여	○	?
5	?	?	×

(○: 발현됨, ×: 발현되지 않음)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

ㄱ. 자녀 2는 A와 B*가 연관된 염색체를 갖는다.

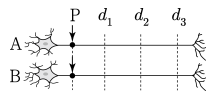
ㄴ. ㉠~㉣ 중 A와 B가 연관된 염색체를 가진 세포는 1개이다.

ㄷ. 자녀 5는 여자이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

43. 다음은 신경 A와 B의 흥분 전도에 대한 자료이다.

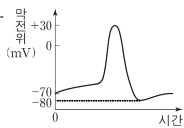
○그림은 민말이집 신경 A와 B의 네 지점 P와 $d_1 \sim d_3$ 를, 표는 A와 B의 P 지점에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 일정 시간이 지난 후 t_1 일 때 네 지점 P와 $d_1 \sim d_3$ 에서 측정된 막전위를 나타낸 것이다. I~IV는 각각 P와 $d_1 \sim d_3$ 에서 측정된 막전위 중 하나이다.



신경	t_1 일 때 측정된 막전위(mV)			
	I	II	III	IV
A	+15	-59	+30	-70
B	-11	+30	-27	㉠

○A와 B에서 흥분의 전도 속도는 다르며, t_1 일 때 B의 I에서 탈분극이 진행되고 있다.

○A와 B에서 활동 전위가 발생했을 때, 각 지점에서의 막전위 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에서 흥분의 전도는 각각 1회씩만 일어났고, 휴지 전위는 -70mV이다.)

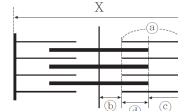
- < 보 기 >
- ㄱ. 흥분의 전도 속도는 B가 A보다 빠르다.
 ㄴ. ㉠은 -70이다.

ㄷ. t_1 일 때 A에서 Na^+ 의 막투과도는 K^+ 의 막투과도보다 d_2 보다 d_3 에서 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

44. 다음은 골격근의 근육 원섬유 마디 X에 대한 자료이다.

○그림은 X의 구조를 나타낸 것이고, 표는 두 시점 t_1 과 t_2 에서 (㉡-㉢)의 길이와 (㉠/㉡)의 값을 나타낸 것이다. X는 대칭이고, ㉠~㉢은 각각 ㉠~㉢ 중 하나이며, ㉡은 ㉡이다.



시점	(㉡-㉢)	(㉠/㉡)
t_1	$0.2\mu\text{m}$	3
t_2	$0.4\mu\text{m}$	1

○ t_1 과 t_2 일 때 X의 길이는 각각 $2.0\mu\text{m}$ 와 $2.4\mu\text{m}$ 중 하나이다.

○ t_2 일 때 ㉠~㉢ 중 3개의 길이가 같다.

○구간 ㉡는 마이오신 필라멘트만 있는 부분이고, ㉢는 액틴 필라멘트만 있는 부분이며, ㉠은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. t_1 일 때 X의 길이는 $2.4\mu\text{m}$ 이다.

ㄴ. t_1 일 때 ㉢의 길이
 t_2 일 때 ㉡의 길이 $= \frac{1}{2}$ 이다.

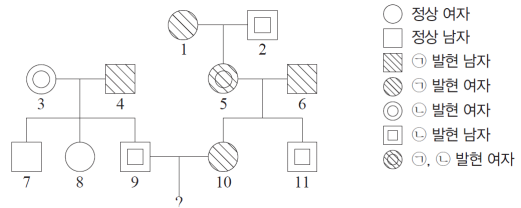
ㄷ. t_1 일 때 (㉡+㉠)의 길이는 t_2 일 때 ㉡의 길이와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

45. 다음은 어떤 집안의 형질 ㉠과 ㉡에 대한 가계도와 자료이다.

○㉠은 대립 유전자 H와 H*에 의해, ㉡은 대립 유전자 T와 T*에 의해 결정된다.

○H와 T는 각각 H*와 T*에 대해 완전 우성이다.



○㉠과 ㉡을 결정하는 유전자는 하나의 염색체에 연관되어 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

ㄱ. 3~6의 체세포 1개당 H+T의 수 $= \frac{5}{11}$ 이다.

ㄴ. 11는 2로부터 H*와 T가 연관된 유전자를 물려받았다.

ㄷ. 9와 10 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이가 형질 ㉠과

㉡을 모두 나타낼 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ