

'사고 과정을 담은' 여러 가지 유전 기출 선별 문항 해설지

- 경우에 따라서는 여러분의 풀이 또는 답지의 풀이가 더 우수할 수 있으나, 여러 가지 풀이를 보고 익히는 것, 그리고 제 풀이에서 문제 풀이 논리의 일부를 체화하는 것만으로도 도움이 되기에, 가능하면 꼼꼼히 살펴보고 많은 것을 배워 가셨으면 좋겠습니다.
- 만약 본인의 풀이가 더 괜찮은 것 같다고 생각되는 경우, 혹은 본인의 풀이도 괜찮은지 궁금한 경우 등은 제게 피드백을 부탁하면 꼼꼼히 해 드리겠습니다.
- 문제의 조건을 반드시 숙지한 후 해설을 보세요. 문제 조건을 정확히 숙지했다는 전제 하에 해설을 씁니다.
- 빠른 정답은 해설지 맨 뒤에 수록해 두었습니다.

1. 2021년 3월 교육청 모의고사 17번 (답: L)

- BC(아버지)와 AB(어머니) 사이에서 나올 수 있는 자손은 BA, BB, CA, CBO이다. 이 중 3가지가 아버지와 표현형이 같아야 하므로, A, B, C 중에서 B가 가장 우성이다.
- AB와 AC 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형이 3가지라는 것은, 자손의 표현형으로 (가)의 가장 열성인 표현형이 나올 수 있다는 뜻이다. 가장 열성인 표현형은 동형 접합이므로, A, B, C 중에서 A가 가장 열성이다. 종합하면, (가)의 우열 관계는 $B > C > A$ 이다.

- ㄱ. (가)는 복대립 유전 형질이다. (x)
 L. B는 A에 대해 완전 우성이다. (O)
 D. AB(아버지)와 AC(어머니) 사이에서 표현형이 어머니와 같은 C인 자손이 나올 확률은 아버지가 A를 물려주고, 어머니가 C를 물려줄 확률과 같은 1/4이다. (x)

2. 2021학년도 6월 평가원 모의고사 14번 (답: 7)

- P는 A(0)|a(1), 2|0 이고, Q는 A(1)|a(0), 1|1 이다.
- A(0)|a(1) 과 A(1)|a(0) 만 고려하면, 이들 사이에서 ㉠의 유전자형이 AA인 자손은 AA(1)의 1가지, aa인 자손도 aa(1)의 1가지만 나온다. 따라서 ㉠의 유전자형이 AA일 때와 aa일 때, P와 Q 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수는 2|0 과 1|1 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수인 2와 같다.
- 한편 A(0)|a(1)과 A(1)|a(0) 사이에서 ㉠의 유전자형이 Aa인 자손은 Aa(2)와 Aa(0)의 2가지가 나온다. 2|0 과 1|1 사이에서 나올 수 있는 자손은 (3)과 (1)의 2가지이므로, 계산해보면 ㉠의 유전자형이 Aa일 때, P와 Q 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형은 Aa(5), Aa(3), Aa(1)의 3가지이다.
- 따라서 P와 Q 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 7가지이다.

※ 자손의 표현형의 최대 가짓수를 물어보고 있으므로, 확정형인 1|1 은 계산 과정에서 고려하지 않아도 무방하다.

※ 이해를 돕기 위해 도수분포표를 그려보면 다음과 같다.

		1	1
		(3)	(1)
1	Aa(1)	Aa(4)	Aa(2)
1	Aa(2)	Aa(5)	Aa(3)
1	Aa(0)	Aa(3)	Aa(1)
1	aa(1)	aa(4)	aa(2)

→ P와 Q 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 Aa(4), Aa(2), Aa(5), Aa(3), Aa(1), aa(4), aa(2)의 7가지이다.

3. 2020년 3월 교육청 모의고사 15번 (답: ㄱ L D)

- I(aabbDD)과 II 사이에서 AaBbDd가 태어날 수 있다면, II의 A/a에 대한 유전자형은 AA 또는 Aa, B/b에 대한 유전자형은 BB 또는 Bb, D/d에 대한 유전자형은 Dd 또는 dd여야 한다.
- II가 AA이면 자손이 Aa일 확률은 1이고, II가 Aa이면 자손이 Aa일 확률은 1/2이다. 같은 방법으로 B/b와 D/d에 대해서도 계산해보면, 자손이 AaBbDd일 확률이 1/8 이 되기 위해서, II는 AaBbDd가 되어야만 한다.

- ㄱ. I(aabbDD)의 표현형은 (2), II(AaBbDd)의 표현형은 (3)으로, I과 II의 피부색(표현형)은 서로 다르다. (O)
 L. II(AaBbDd)에서 A, B, D가 모두 있는 생식 세포가 형성될 수 있다. (O)
 D. I이 aabbDD이고, II가 AaBbDd이므로, ㉠의 표현형(피부색)이 I과 같은 (2)일 확률은 ${}_3C_1/2^3$, 즉 3/8이다. (O)

4. 2020년 4월 교육청 모의고사 10번 (답: L C)

① ㉠과 ㉡의 (나)에 대한 유전자형에서 이형 접합만 총 6개이므로, ㉠과 ㉡ 사이에서 태어난 아이의 (나)의 표현형이 ㉠(EeFfGg)과 같은 (3)일 확률은 $\frac{6}{16} \times \frac{6}{16}$, 즉 $\frac{9}{16}$ 이다. 따라서 이 아이의 (가)의 표현형이 ㉠과 같은 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

② AB(㉠)과 BD(㉡) 사이에서 나올 수 있는 자손은 AB, AD, BB, BD이다. 이 중에서 단 1가지만이 AB와 표현형이 같아야 하므로, AD, BB, BD는 모두 AB와 표현형이 달라야 한다. AB는 표현형이 B인 BB와 표현형이 달라야 하므로 $A > B$ 이고, AD는 표현형이 A인 AB와 표현형이 달라야 하므로 $D > A$ 이다. 따라서 (가)의 우열 관계는 $D > A > B$ 이다.

ㄱ. (가)에 대한 표현형은 ㉠(AB)이 A, ㉡(BD)이 D로 서로 다르다. (x)

ㄴ. (가)와 (나)의 유전자는 모두 독립이므로,

㉠(ABEeffGg)에서 생성될 수 있는 생식 세포의 유전자형은 16가지이다. (O)

ㄷ. AAeFFGg인 아버지와 BDeeffgg인 어머니 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 A와 D의 2가지, (나)의 표현형은 부모의 (나)에 대한 유전자형에서 이형 접합이 총 2개이므로 3가지이다. (정확히는 (1), (2), (3)의 3가지이다.) 따라서 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 최대 6가지이다. (O)

5. 2021학년도 9월 평가원 모의고사 11번 (답: 3/16)

① AA*BB*DE인 아버지와 AA*BB*FG인 어머니 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 표현형이 12가지이다. (가)는 일반 유전이고, (나)는 중간 유전이 포함된 일반 유전이므로 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 각각 2가지, 3가지이다. 따라서 이 아이에게서 나타날 수 있는 (다)의 표현형, 즉 DE와 FG 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형은 2가지이다.

② AABb*DF인 아버지와 AA*BBDE인 어머니 사이에서 태어난 아이의 표현형이 어머니와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다. 어머니의 (가)의 표현형은 A_(우성), (나)의 표현형은 BB이므로 이 아이의 (가)와 (나)의 표현형이 어머니와 같을 확률은 각각 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 이 아이의 (다)의 표현형이 어머니와 같을 확률, 즉 DF와 DE 사이에서 표현형이 DE와 같은 자손이 태어날 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다.

③ DF와 DE 사이에서 나올 수 있는 자손은 DD, DE, FD, FE이다. 이 중에서 3가지가 DE와 표현형이 같아야 하므로, DD, DE, FD의 표현형은 모두 D로 같다. 즉, $D > E$ 이고, $D > F$ 이다.

④ DE와 FG 사이에서 나올 수 있는 자손은 DF, DG, EF, EG이다. $D > F$ 이므로, DF의 표현형은 D이다. 만약 DG의 표현형이 G라면, 표현형이 E 또는 F인 EF가 존재하기에 조건을 만족하지 않는다. 따라서 $D > G$ 이고, DG의 표현형은 D가 된다. 남은 EF와 EG는 표현형이 D가 될 수 없어서, 서로 표현형이 같아야 하므로, $E > F$ 이고, $E > G$ 이다. 따라서 (다)의 우열 관계는 $D > E > F > G$ 또는 $D > E > G > F$ 이다.

⑤ ㉠(AA*BB*DE)의 (가)의 표현형은 A_(우성), (나)의 표현형은 BB*, (다)의 표현형은 D이다. 따라서 AA*BB*DF인 아버지와 AA*BB*EG인 어머니 사이에서 태어난 아이의 (가)의 표현형이 ㉠과 같을 확률은 $\frac{3}{4}$, (나)의 표현형이 ㉠과 같을 확률은 $\frac{1}{2}$, (다)의 표현형이 ㉠과 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하는 확률은 세 확률을 모두 곱한 $\frac{3}{16}$ 이다.

6. 2021년 7월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄱ)

① P와 Q는 모두 AaBb이므로, 즉 P와 Q의 ㉠에 대한 유전자형에서 이형 접합이 총 4개이므로, ㉡에게서 나타날 수 있는 ㉠의 표현형은 5가지이다. 따라서 ㉢에게서 나타날 수 있는 ㉡의 표현형은 4가지이다.

② ㉡에 대해서, P(EF)와 Q(EG) 사이에서 나올 수 있는 자손은 EE, EG, FE, FG인데, 이 4가지의 표현형이 모두 달라야 한다.

ㄱ. ㉠의 유전은 다인자 유전이다. (O)

ㄴ. EF와 FG의 표현형은 서로 다르다. (x)

ㄷ. ㉢의 ㉠의 표현형이 P(AaBb)와 같은 (2)일 확률은 $\frac{4}{16} \times \frac{4}{16}$, 즉 $\frac{3}{8}$ 이고, ㉡의 표현형이 P(EF)와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 구하는 확률은 두 확률을 곱한 $\frac{3}{32}$ 이다. (x)

7. 2021학년도 수능 13번 (답: L C)

① ㉠에서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 3가지이다. 그런데 ㉠에서 나타날 수 있는 (가)의 표현형과 (다)의 표현형은 모두 4가지일 수 없으므로, ㉠에서 나타날 수 있는 (가)와 (다) 각각의 표현형은 2가지이다. 또한 ㉠의 (나)의 표현형이 아버지(BB*)와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로, ㉠의 (가)와 (다)의 표현형이 아버지와 같을 확률은 $\frac{3}{8}$ 이다.

② ㉡의 (가)의 표현형이 어머니와 같을 확률이 $\frac{1}{2}$, (나)의 표현형이 어머니와 같을 확률도 $\frac{1}{2}$ 이므로 (다)의 표현형이 어머니와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 즉, DE와 DF 사이에서 나올 수 있는 자손인 DD, DF, ED, EF 중에 DF(어머니의 (다)에 대한 유전자형)와 표현형이 같은 것은 단 1가지이다. 이때 DD의 표현형은 D이므로 DF의 표현형은 D일 수 없다. 따라서 F는 D에 대해서 우성이고, DF의 표현형은 F이다. 이때 DF의 표현형이 F이므로 EF의 표현형은 F일 수 없다. 따라서 E는 F에 대해서 우성이다. 즉 (다)의 우열 관계는 $E > F > D$ 이다.

③ (다)의 우열 관계가 $E > F > D$ 이므로 ㉠의 (다)의 표현형이 아버지(DF)와 같은 F일 확률은 1/2이다. 그러면 ㉠의 (가)의 표현형이 아버지와 같은 확률은 3/4이 되어야 하므로, ㉠의 아버지와 어머니의 (가)에 대한 유전자형은 모두 AA*이다.

ㄱ. E가 D에 대해 완전 우성이다. (x)

ㄴ. ㉠의 부모의 (가)에 대한 유전자형이 모두 AA*이므로 ㉠이 가질 수 있는 (가)의 유전자형은 AA, AA*, A*A*의 3가지이다. (○)

ㄷ. ㉠이 아버지(AA*BBDE)와 표현형이 같은 확률은 (가)에서 1/2, (나)에서 1/2, (다)에서 1/2이므로 구하는 확률은 세 확률을 모두 곱한 1/8이다. (○)

8. 2020년 7월 교육청 모의고사 10번 (답: ㄱ)

※ 해설의 편의를 위해, GG와 같은 대문자 동형 접합을 '대대'로, Gg와 같은 이형 접합을 '대소'로, gg와 같은 소문자 동형 접합을 '소소'로 표현함.

① (가)는 e를 갖지 않으므로 E와 e에 대한 유전자형이 EE이다. (가)의 표현형은 (2)이므로, (가)는 aabbddEE이다.

② (나)는 e를 갖지 않으므로 E와 e에 대한 유전자형이 EE이다. 그런데 B와 b에 대한 유전자형도 동형 접합이므로, A와 a, D와 d에 대한 유전자형은 이형 접합이어야 한다. (나)의 표현형은 (4)이므로, (나)는 AabbDDEE이다.

③ (다)의 B와 b에 대한 유전자형이 동형 접합이므로, A와 a, D와 d, E와 e에 대한 유전자형은 이형 접합이어야 한다. (다)의 표현형은 (3)이므로, (다)의 유전자형은 AabbDdEe이다.

④ (라)는 표현형이 (7)인데, e를 가지므로 (라)는 AABBDEEe이다.

⑤ (마)의 표현형은 (5)인데, 동형 접합은 3개이다. 그렇게 되려면 4개의 대립 유전자 쌍 중 '대대'가 2개, '대소'가 1개, '소소'가 1개여야 한다.

⑥ (마)에서 '대대'가 2개여야 하므로 '소소'가 3개인 (가)는 (마)의 부모가 될 수 없다. 또한 (나)와 (다)는 bb인데 (라)는 BB이므로, (라)가 (마)의 부모이면 (마)는 Bb가 되어야 하는데, 이는 문제의 조건에 맞지 않으므로 (라)는 (마)의 부모가 될 수 없다. 따라서 (나)와 (다)가 (마)의 부모이다.

ㄱ. (마)의 부모는 (나)와 (다)이다. (○)

ㄴ. (가)에서 생성될 수 있는 생식 세포의 ㉠에 대한 유전자형은 abdE의 1가지이다. (x)

ㄷ. (나)는 AabbDdEe이고, (다)는 AabbDdEe이다. (나)는 b와 E를, (다)는 b를 자손에게 무조건 물려주므로, (마)의 표현형이 (나)와 같은 (4)가 될 확률은 ${}^5C_3/2^5$, 즉 5/16이다. (x)

9. 2021년 10월 교육청 모의고사 15번 (답: 6)

① AaBbDdEe와 AaBbDdEe 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 표현형이 4가지이므로, A/a, B/b, D/d가 연관되어 있고, E/e는 이들과 독립인 상황은 불가능하다. 즉 적어도 A/a, B/b, D/d 중 한 쌍의 대립 유전자는 E/e와 연관되어 있다. 편의상 E/e와 다인자 유전을 하는 유전자가 연관되어 있는 염색체를 1번 염색체, 다인자 유전을 하는 유전자끼리만 연관되어 있는 염색체를 2번 염색체라고 하자.

② 부모가 모두 Ee이므로, 이들 사이에서 태어난 아이의 E/e에 대한 유전자형이 EE일 때와 ee일 때, 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수와 같다. 한편, 이 아이의 E/e에 대한 유전자형이 Ee일 때는, 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수가 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수보다 크거나 같다. 종합하면, 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 최대 4가지이므로, 이 아이의 E/e에 대한 유전자형이 EE일 때와 ee일 때 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 1이고, Ee일 때 이 아이에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 2이다. 다시 말해서, 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수는 1이고, 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손 중, E/e에 대한 유전자형이 Ee인 두 자손의 표현형은 서로 다르다.

③ 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수가 1이므로, 부모의 2번 염색체는 모두 확정형이다. 그런데 부모가 모두 AaBbDd이므로, 적어도 A/a, B/b, D/d 중 두 쌍의 대립 유전자는 2번 염색체에 존재해야 한다. 정리하면, A/a, B/b, D/d 중 한 쌍의 대립 유전자는 E/e와 함께 1번 염색체에 존재하고, 나머지 두 쌍의 대립 유전자는 2번 염색체에 존재한다.

④ 부모가 모두 AaBbDd이므로, 부모의 2번 염색체는 11이어야 한다. 그런데 ㉠가 AaBbDd이므로, D/d가 2번 염색체에 존재할 경우, 부모 중 한 명의 2번 염색체가 210이 된다. 따라서 D/d는 1번 염색체에 존재하고, 나머지 2쌍의 대립 유전자인 A/a, B/b는 2번 염색체에 존재한다.

⑤ 부모가 모두 DdEe이므로, 부모 각각의 1번 염색체는 E(1)|e(0) 또는 E(0)|e(1)이다. 그런데 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손 중, E/e에 대한 유전자형이 Ee인 두 자손의 표현형이 서로 다르므로, 부모 중 한 명은 E(1)|e(0) 이고, 나머지 한 명은 E(0)|e(1) 이다.

⑥ ㉠의 부모 중 한 명은 E(1)|e(0), 111 이고 나머지 한 명은 E(0)|e(1), 111 인데, ㉠가 AaBbDd이므로 ㉠는 E(1)|e(1), 111 이다. 한편, AabbDDEe인 남자는 E(1)|e(1), 110 이다. 따라서 이들 사이에서 태어날 수 있는 아이의 표현형은 E/e에 대한 유전자형이 EE일 때 2가지, Ee일 때 2가지, ee일 때 2가지로, 총 6가지이다.

※ 자손의 표현형의 최대 가짓수를 물어보고 있으므로, 확정형인 111 은 계산 과정에서 고려하지 않아도 무방하고, E(1)|e(1) 은 E(0)|e(0) 으로 바뀌서 생각해도 무방하다.

* 이해를 돕기 위해 도수분포표를 그려보면 다음과 같다.

		1	1
		(2)	(1)
1	EE(2)	EE(4)	EE(3)
2	Ee(2)	Ee(4)	Ee(3)
1	ee(2)	ee(4)	ee(3)

→ AabbDDEe와 ㉔ 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 표현형은 EE(4), EE(3), Ee(4), Ee(3), ee(4), ee(3)의 6가지이다.

10. 2022학년도 수능 16번 (답: ㄱㄷ)

* 해설의 편의를 위해, ㉔의 특정 표현형이 부모와 같을 때를 [○], 다를 때를 [x]라고 표현함.

① ㉔의 우열 관계는 $A > a$ 또는 $A = a$ 이고, ㉕의 우열 관계는 $B > b$ 또는 $B = b$ 이다. 또한 DE와 EE의 표현형이 같고 DF와 FF의 표현형이 같으므로 ㉕의 우열 관계는 $E = F > D$ 이다.

② P는 Aa이고, Q는 P와 ㉔의 표현형이 같으므로, ㉔의 우열 관계가 $A > a$ 이면 Q는 AA 또는 Aa이고, ㉔의 우열 관계가 $A = a$ 이면 Q는 Aa이다. 또한 P는 Bb이고, Q는 P와 ㉕의 표현형이 같으므로, ㉕의 우열 관계가 $B > b$ 이면 Q는 BB 또는 Bb이고, ㉕의 우열 관계가 $B = b$ 이면 Q는 Bb이다. 또한 P는 FD이고, Q는 P와 ㉕의 표현형이 같으므로, Q는 FF 또는 FD이다.

③ ㉔, ㉕ 형질의 조건과 같이, 우열 관계가 $H > h$ 또는 $H = h$ 이고, P가 Hh이며, Q는 P와 표현형이 같은 상황을 설정해보자. 이때 ㉔의 표현형이 부모와 같을 때와 다를 때의 비율([○] : [x])은 다음과 같다.

우열 관계	P	Q	㉔ ([○] : [x])
$H > h$	Hh	HH	1 : 0 (4 : 0)
$H > h$		Hh	3 : 1
$H = h$		Hh	1 : 1 (2 : 2)

이를 바탕으로, 풀이를 전개해보자.

④ Q는 FF 또는 FD이다. 만약 Q가 FF라면 ㉔의 ㉕은 무조건 [○]이므로, ㉔과 ㉕의 유전자가 연관되어 있다는 것은 고려하지 않아도 된다. 즉 ㉔과 ㉕의 유전자는 독립인데, ㉔의 ㉔과 ㉕이 모두 [x]일 확률이 3/8이어야 한다. 하지만 '③'의 표를 참고하면, 이는 불가능하다. 따라서 Q는 FD이다. 즉 ㉔의 ㉕은 [○] : [x] = 3 : 1 이다.

⑤ ㉔의 ㉕과 ㉕이 모두 [○]라면, ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 경우가 될 수 없다. $B > b$ 이면서 Q가 BB라면, ㉔의 ㉕과 ㉕이 모두 [○]일 확률이 3/4로, ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률이 최대 1/4이어서 모순이다. 한편 $B > b$ 이면서 Q가 Bb라면, ㉔의 ㉕과 ㉕이 모두 [○]일 확률이 전체의 9/16로, ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률이 최대 7/16이어서 상황을 좀 더 따져보아야 한다. 도수분포표를 응용해서 그려보자.

		형질	㉕	
		비율	3	1
형질	비율	[○]/[x]	[○]	[x]
㉕	3	[○]	9(㉔)	3(㉕)
	1	[x]	3(㉔)	1(㉕)

이때 주의할 점은, ㉔과 ㉕이 연관되어 있다는 점이다.

㉕은 ㉔, ㉕과 독립이므로, ㉔의 경우 ㉔의 ㉔은 모두 [○]이거나 모두 [x]이지만, ㉔의 경우 ㉔의 ㉔은 일부가 [○]이고 일부가 [x]일 수도 있다. 비율의 총합이 16이므로, ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 비율을 6으로 만들어야 한다. ㉔의 경우, ㉔의 ㉕과 ㉕이 모두 [○]이므로 ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 지점이 될 수 없다. ㉔의 경우, ㉔의 ㉔이 모두 [○]이거나 모두 [x]이므로, 문제의 조건을 만족시키기 위해 ㉔의 ㉔이 모두 [x]가 되어야 한다. 그렇다면 ㉔는 ㉔의 ㉔이 [x]인 지점이 되므로, ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 지점이 될 수 없다. 그런데 지금까지 ㉔~㉕를 합쳐서 ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 비율이 3이므로, 문제의 조건을 만족시키기 위해 ㉔에서 ㉔의 ㉔이 모두 [x]가 되어야 하는데, 이는 '③'의 표에 의해 불가능하다. 따라서 $B = b$ 이면서 Q는 Bb이다. 즉 ㉔의 ㉕은 [○] : [x] = 1 : 1 이다.

⑥ $B = b$ 이면서 Q가 Bb인 것을 알아냈으므로, 다시 한번 도수분포표를 응용해서 그려보자.

		형질	㉕	
		비율	1	1
형질	비율	[○]/[x]	[○]	[x]
㉕	3	[○]	3(㉔)	3(㉕)
	1	[x]	1(㉔)	1(㉕)

비율의 총합이 8이므로, ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 비율을 3으로 만들어야 한다. ㉔의 경우, ㉔의 ㉕과 ㉕이 모두 [○]이므로 ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 지점이 될 수 없다. 한편 ㉔에서 ㉔의 ㉔이 [○]이면 ㉔에서 ㉔의 ㉔도 [○]이고, ㉔에서 ㉔의 ㉔이 [x]이면 ㉔에서 ㉔의 ㉔도 [x]이므로, 둘 중 어떤 경우든 ㉔와 ㉔를 합쳐서 ㉔의 ㉔~㉕의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 비율은 1이다. 따라서 문제의 조건을 만족시키기 위해 ㉔에서 ㉔의 ㉔이 [x]인 비율이 2가 되어야 하는데, '③'의 표에 의해, $A = a$ 이고, Q가 Aa인 경우만 유일하게 이 상황을 만족시킬 수 있다. 따라서 $A = a$ 이고, Q는 Aa이다. 이때 ㉔에서 ㉔의 ㉔이 [x]인 비율이 2이므로, ㉔에서 ㉔의 ㉔은 [○]가 되어야 하는데, 이때는 ㉔가 DD일 때이고, P에서는 A와 D가 연관되어 있으므로, Q에서는 a와 D가 연관되어 있어야 한다. 정리하면, Q는 $\frac{1}{2}Aa, Bb$ 이다.

7. ㉔의 우열 관계는 $B = b$ 이므로, ㉔의 표현형은 BB 인 사람과 Bb인 사람이 서로 다르다. (○)
 ㉔. Q는 $\frac{A}{F}||\frac{a}{D}$, Bb이므로, Q에서 A, B, D를 모두 갖는 정자는 형성될 수 없다. (x)
 ㉔. P는 $\frac{A}{D}||\frac{a}{F}$, Bb이고, Q는 $\frac{A}{F}||\frac{a}{D}$, Bb이므로, ㉔에게서 나타날 수 있는 ㉔과 ㉔의 표현형은 4가지이고, ㉔의 표현형은 3가지이다. 따라서 ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 12가지이다. (○)

11. 2017학년도 수능 14번 (답: 1/4)

- ① (가)의 유전자의 연관/독립 상태는 2연관 1독립이고, EG와 EE의 표현형이 같고 FG와 FF의 표현형이 같으므로 (나)의 우열 관계는 $E = F > G$ 이다.
 ② ㉔의 부모가 모두 AaBbDdEe이므로, ㉔에서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 3가지이다. 따라서 ㉔에서 나타날 수 있는 (가)의 표현형도 3가지이다.
 ③ ㉔의 부모는 모두 AaBbDd이므로, 각각 2i0, 1i0 또는 1i1, 1i0 이다. 그런데 ㉔에서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 3가지이려면, 부모의 기본 부정형이 2i0, 2i0 또는 1i0, 1i0 이어야 하므로, 부모는 모두 1i1, 1i0 이다.
 ④ ㉔의 부모가 모두 1i1, 1i0 이므로 ㉔에서 나타날 수 있는 (가)의 표현형과 그 비율은 $(4) : (3) : (2) = 1 : 2 : 1$ 이다. 따라서 ㉔의 (가)의 표현형이 부모와 같은 (3)일 확률은 $1/2$, (나)의 표현형이 부모와 같은 EF일 확률도 $1/2$ 이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 $1/4$ 이다.

12. 2020년 10월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄱㄴㄷ)

- ① III은 표현형이 (6)이므로 AABbDD이다. 따라서 I과 II는 모두 A, B, D를 갖는다. I은 표현형이 (3)이므로 AaBbDd이다.
 ② II에서 a, b, D를 모두 가지는 난자가 형성될 수 있으므로, II는 a와 b를 모두 가져야 한다. II는 표현형이 (4)이므로 AaBbDD이고, a와 b가 독립이라면 II에서 형성된 난자가 a, b, D를 모두 가질 확률은 $1/4$ 이 되므로 a와 b는 연관되어 있다. 즉, A와 a, B와 b는 9번 염색체에 있고, D와 d는 7번 염색체에 있다. 따라서 II는 $\frac{A}{B}||\frac{a}{b}$, DD이고, III은 $\frac{A}{B}||\frac{a}{b}$, DD이며, III이 $\frac{A}{B}||\frac{a}{b}$ 이므로 I은 $\frac{A}{B}||\frac{a}{b}$, Dd 이다.

7. III에서 A와 B는 모두 9번 염색체에 있다. (○)
 ㉔. I은 2i0, 1i0, II는 2i0, 1i1 이다. 이를 통해 자손에게서 나타날 수 있는 표현형과 그 비율을 구하면 $(6) : (5) : (4) : (3) : (2) : (1) = 1 : 1 : 2 : 2 : 1 : 1$ 이다. 따라서 ㉔은 6이다. (○)
 ㉔. 자손의 표현형이 (5)일 확률은 위의 계산 결과를 참고하면, $1/8$ 이다. 따라서 ㉔은 $1/8$ 이다. (○)

13. 2021년 4월 교육청 모의고사 16번 (답: 1/4)

① P는 1i0, H(1)|H*(0) 이고, Q는 1i1, H(1)|H*(0) 이다. 이를 바탕으로 도수분포표를 그려 보면 다음과 같다.

		1	1
		(2)	(1)
1	HH(2)	HH(4)	HH(3)
2	HH*(1)	HH*(3)	HH*(2)
1	H*H*(0)	H*H*(2)	H*H*(1)

- ② ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형이 6가지이려면, 위 표의 HH(4), HH(3), HH*(3), HH*(2), H*H*(2), H*H*(1)의 표현형이 모두 달라야 한다. 즉, ㉔의 우열 관계는 $H = H^*$ 이다.
 ③ ㉔에서 ㉔과 ㉔의 표현형이 모두 Q(1i1, H(1)|H*(0))와 같은 HH*(3)일 확률은 위 도수분포표를 참고하면, $1/4$ 이다.

14. 2018학년도 9월 평가원 모의고사 17번 (답: ㄱ)

※ 해설의 편의를 위해, A/a와 B/b가 연관되어 있는 염색체를 1번 염색체, D/d와 E/e가 연관되어 있는 염색체를 2번 염색체라고 표현함.

- ① P는 A(0)|a(1), 2i0 이고, Q의 표현형은 P와 같은 Aa(3)이다.
 ② ㉔의 부모가 모두 Aa이므로, ㉔의 A/a에 대한 유전자형이 AA일 때와 aa일 때, ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수와 같다. 한편, ㉔의 A/a에 대한 유전자형이 Aa일 때는, ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수가 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수보다 크거나 같다.
 ③ ㉔에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 최대 10가지인데, ㉔의 A/a에 대한 유전자형이 AA일 때와 aa일 때 ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수가 2라면, Aa일 때 ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 6이어야 한다. 다시 말해서, 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수가 2여야 한다. 이때 조건을 만족하려면 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손 중 A/a에 대한 유전자형이 Aa인 자손의 표현형 가짓수가 최소 3은 되어야 하므로, 모순이다. 따라서 ㉔의 A/a에 대한 유전자형이 AA일 때와 aa일 때 ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 3이고, Aa일 때 ㉔에게서 나타날 수 있는 표현형 가짓수는 4이다. 다시 말해서, 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수는 3이고, 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손 중, A/a에 대한 유전자형이 Aa인 두 자손의 표현형은 서로 다르다.

④ 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수가 3이므로, 부모의 2번 염색체의 기본 부정형은 2i0, 2i0 또는 1i0, 1i0 인데, P의 2번 염색체가 2i0 이므로 부모의 2번 염색체의 기본 부정형은 2i0, 2i0 이다. 즉, Q의 2번 염색체는 2i0 이다. Q의 표현형은 Aa(3)인데, Q의 2번 염색체가 2i0 이므로 Q의 1번 염색체는 A(1)|a(0) 또는 A(0)|a(1) 이다. 그런데 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손 중, A/a에 대한 유전자형이 Aa인 두 자손의 표현형이 서로 다르므로, Q는 A(1)|a(0) 이다.

가. (나)의 유전은 다인자 유전이다. (○)

나. Q는 A(1)|a(0) 이므로 A와 B, a와 b가 연관되었다. (x)

다. P는 A(0)|a(1), 2i0 이고 Q는 A(1)|a(0), 2i0 이므로 ②의 표현형은 부모와 같은 Aa(3)이 될 수 없다. 따라서 구하는 확률은 0이다. (x)

※ 이해를 돕기 위해 도수분포표를 그려 보면 다음과 같다.

		1	2	1
		(4)	(2)	(0)
1	AA(1)	AA(5)	AA(3)	AA(1)
1	Aa(2)	Aa(6)	Aa(4)	Aa(2)
1	Aa(0)	Aa(4)	Aa(2)	Aa(0)
1	aa(1)	aa(5)	aa(3)	aa(1)

→ ②에게서 나타날 수 있는 표현형은 AA(5), AA(3), AA(1), Aa(6), Aa(4), Aa(2), Aa(0), aa(5), aa(3), aa(1)의 10가지이다.

15. 2022학년도 9월 평가원 모의고사 15번 (답: 10)

① ②의 표현형은 유전자형이 AABBDDEE인 사람과 같을 수 있으므로, P와 Q 각각은 ②에게 A, B, D, E를 줄 수 있어야 한다. 따라서 P와 Q는 모두, A, B, D, E를 가진다. 이때 P와 Q의 (나)의 표현형은 서로 다르므로 P와 Q 중 한 명은 EE이고, 한 명은 Ee이다.

② ②의 (나)의 표현형이 P와 같을 확률은 P가 EE든, Ee든, 1/2이다. 따라서 ②의 (가)의 표현형이 P와 같을 확률은 3/8이다.

③ P와 Q의 (가)의 표현형은 같은데, P와 Q 모두 A, B, D를 가지므로 P와 Q 각각의 (가)에 대한 유전자형에서 이형 접합 개수는 서로 같아야 한다. 즉, ②의 부모의 (가)에 대한 유전자형에서 이형 접합의 수는 짝수이다. 따라서 3/8의 분모는 2의 짝수 제곱, 즉 2^{2n} (n은 2 또는 3), 분자는 ${}_{2n}C_k$ (k는 0 이상 2n 이하의 자연수)의 형태로 표현되어야 한다. 이를 만족하는 n은 2이고, k는 2이다. 즉, ②의 부모의 (가)에 대한 유전자형에서 이형 접합은 총 4개이다.

④ ②의 부모의 (가)에 대한 유전자형에서 이형 접합은 총 4개이므로 ②에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 5가지, ②의 부모가 EE와 Ee이므로 ②에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 2가지이다. 따라서 ②에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 10가지이다.

16. 2022학년도 6월 평가원 모의고사 14번 (답: 1/4)

① (가)의 유전자의 연관/독립 상태는 2연관 1독립이고, ②에게서 나타날 수 있는 표현형은 5가지이므로, ②의 부모의 기본 부정형은 2i0, 1i0, 1i0 또는 1i0, 1i0, 1i0, 1i0 이다.

② ②에게서 나타날 수 있는 표현형의 비율은 ②의 부모의 기본 부정형이 2i0, 1i0, 1i0 일 때 1 : 2 : 2 : 2 : 1 이고, 1i0, 1i0, 1i0, 1i0 일 때 1 : 4 : 6 : 4 : 1 이다. 2i0, 1i0, 1i0 의 경우 특정 표현형이 나올 확률이 3/8일 수 없으므로, 부모의 기본 부정형은 1i0, 1i0, 1i0, 1i0 이다.

③ ②의 유전자형이 AABbDD일 수 있으므로, P를 2i?, 1i? (7번 염색체, 9번 염색체 순)이라고 하면, Q는 1i?, 1i? 이다. 그런데 부모의 기본 부정형은 1i0, 1i0, 1i0, 1i0 이므로 P는 2i1, 1i0 이어야 하고, Q는 1i?, 1i0 이어야 한다. 이때 P와 Q의 표현형은 같으므로, Q는 1i2, 1i0 이 되어야 한다.

④ P와 Q는 각각 2i1, 1i0 과 1i2, 1i0 이다. 따라서 ②에게서 나타날 수 있는 표현형과 그 비율은 (6) : (5) : (4) : (3) : (2) = 1 : 4 : 6 : 4 : 1 이다. 따라서 ②가 유전자형이 AaBbDd인 사람과 동일한 표현형을 가질 확률, 즉 ②의 표현형이 (3)일 확률은 1/4이다.

17. 2019학년도 6월 평가원 모의고사 19번 (답: 나, 다)

① ㉠과 aabbDD를 교배하면 자손은 D/d에 대해 무조건 우성이다. 이때 흰색과 자주색이 1 : 1로 나왔다는 것은, 자손에서 A/a와 B/b 중 하나는 무조건 우성이고, 하나는 1/2 확률로 우성이 나온다는 것이다. 따라서 ㉠의 A/a와 B/b에 대한 유전자형은 AABb 또는 AaBB이다.

② ㉠과 aaBBdd를 교배하면 자손은 B/b에 대해 무조건 우성이다. 이때 흰색과 자주색이 3 : 1로 나왔다는 것은, 자손에서 A/a와 D/d 모두 1/2 확률로 우성이 나온다는 것이다. 따라서 ㉠의 A/a와 D/d에 대한 유전자형은 AaDd이다. 따라서 ㉠의 유전자형은 AaBBDD이다.

가. ㉠의 유전자형은 AaBBDD이다. (x)

나. ③는 ㉠(AaBBDD)과 aaBBdd를 교배해서 나올 수 있는 자손 중 표현형이 A_B_D_가 아닌 자손이기 때문에, 유전자형이 AaBBdd, aaBBDD, aaBBdd 중 하나이다. 따라서 이들로부터 나올 수 있는 생식 세포의 유전자형은 ABd, aBD, aBd의 3가지이다. (○)

다. ⑥는 ㉠(AaBBDD)과 aaBBdd를 교배해서 나올 수 있는 자손 중 표현형이 A_B_D_인 자손이기 때문에, 유전자형이 AaBBDD이다. AaBBDD와 aabbdd를 교배해서 중자 겸질 색이 자주색인 자손이 나올 확률은 1/4이다. (○)

18. 2020학년도 수능 12번 (답: 5/8)

- ① (가)~(다) 중 2가지 형질은 일반 유전이고, 1가지 형질은 중간 유전이 포함된 일반 유전이다. 일반 유전의 경우, 임의의 교배에서, 자손에서 나타날 수 있는 표현형은 1가지 또는 2가지이고, 중간 유전이 포함된 일반 유전의 경우, 임의의 교배에서, 자손에서 나타날 수 있는 표현형은 1가지 또는 2가지 또는 3가지이다.
- ② 따라서 ②에게서 나타날 수 있는 표현형이 8가지가 되려면, ②에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형, (나)의 표현형, (다)의 표현형이 모두 각각 2가지여야 한다. 그런데 ②의 부모가 Bb와 BB여서, (나)가 일반 유전이라면 ②에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형이 1가지가 되므로, (나)가 중간 유전이 포함된 일반 유전이다.
- ③ ㉠의 표현형은 A_BbD_이다. (가)에 대해서 ②의 표현형이 A_일 확률은 3/4, aa일 확률은 1/4이다. (나)에 대해서 ②의 표현형이 Bb일 확률은 1/2, Bb가 아닐 확률은 1/2이다. (다)에 대해서 ②의 표현형이 D_일 확률은 1/2, dd일 확률은 1/2이다. 따라서 ②가 ㉠과 적어도 2가지 형질에 대한 표현형이 같을 확률은, 3가지 형질에 대한 표현형이 모두 같을 확률인 $3/4 \times 1/2 \times 1/2$, (가)만 다를 확률인 $1/4 \times 1/2 \times 1/2$, (나)만 다를 확률인 $3/4 \times 1/2 \times 1/2$, (다)만 다를 확률인 $3/4 \times 1/2 \times 1/2$ 를 모두 더한 5/8이다.

19. 2020학년도 6월 평가원 모의고사 15번 (답: L C)

- ① AD와 BD의 몸 색이 같으므로, $D > A$ 이고 $D > B$ 이다. 또한 BB의 표현형은 B인데 BE와 표현형이 달라야 하므로 $E > B$ 이고, BE의 표현형은 E가 되는데 AE와 표현형이 달라야 하므로 $A > E$ 이다. 이를 종합하면 몸 색 유전자의 우열 관계는 $D > A > E > B$ 이다.
- ② 회색과 검은색을 교배해서 검은색 : 붉은색 = 1 : 1 이 나왔으므로 검은색 > 붉은색 > 회색 이다. 또한 갈색과 붉은색을 교배해서 붉은색 : 회색 : 갈색 = 2 : 1 : 1 이 나왔으므로 붉은색 > 갈색 > 회색 이다. 이를 종합하면 몸 색의 우열 관계는 검은색 > 붉은색 > 갈색 > 회색 이다. 즉 D는 검은색 몸 유전자, A는 붉은색 몸 유전자, E는 갈색 몸 유전자, B는 회색 몸 유전자이다.

- ㄱ. ㉠(BB)의 표현형은 B이므로 몸 색은 회색이다. (x)
- ㄴ. ㉡과 갈색인 개체를 교배해서 자손에 회색인 개체, 즉 BB가 나왔으므로 ㉡도 B를 가져야 한다. 따라서 ㉡의 유전자형은 AB이다. (○)
- ㄷ. ㉢과 교배한 갈색인 개체도 B를 가지므로, 유전자형은 EB이다. 따라서 ③는 AE일 확률이 1/2, AB일 확률이 1/2이다. ③가 AE일 때 자손이 붉은색 몸을 가질 확률은 $1/2 \times 1/2 \times 1/2$ 로 1/8이고, ③가 AB일 때 자손이 붉은색 몸을 가질 확률 역시 $1/2 \times 1/2 \times 1/2$ 로 1/8이다. 따라서 구하는 확률은 두 확률을 더한 1/4이다. (○)

20. 2020학년도 수능 13번 (답: ㄱ)

- ① 종자 껍질 색 유전자의 우열 관계는 $A > B = D > E$ 이다.
- ② 회색(BD)과 녹색의 교배에서 나온 자주색 개체는 EE가 아니므로, 자주색은 가장 열성인 표현형이 아니다.
- ③ ㉡의 표현형이 3종류이므로, 부모의 갈색은 이형 접합이어서, 갈색은 가장 열성인 표현형이 아니다. 따라서 녹색이 가장 열성인 표현형이다. 즉 (다)는 녹색이다.
- ④ 회색(BD)과 녹색(EE)의 교배에서 자주색과 황색이 나왔으므로, 표현형이 D이면 자주색이다. 즉 (나)는 자주색이다. 남은 갈색은 표현형이 A일 때의 종자 껍질 색이다. 즉 (가)는 갈색이다.

ㄱ. (가)는 갈색이다. (○)

- ㄴ. ㉠은 BD와 EE를 교배한 결과 나오는 자손이므로 유전자형이 BB일 수 없다. (x)
- ㄷ. ㉡의 표현형은 3종류이므로, 부모는 모두 이형 접합이다. 또한 ㉡ 중에서 표현형이 회색, 즉 BD인 개체가 있으므로 부모의 유전자형은 BE와 AD이다. 따라서 ②의 개체는 1/2 확률로 AB, 1/2 확률로 AE이고, ㉢의 개체는 DE이므로 ③와 ㉢의 개체를 교배한 자손의 종자 껍질 색이 황색(B)일 확률은 ③가 AB일 때 $1/2 \times 1/2 \times 1/2$, ③가 AE일 때 0이다. 따라서 구하는 확률은 두 확률을 더한 1/8이다. (x)

21. 2019년 10월 교육청 모의고사 17번 (답: 1/8)

- ① ㉠의 유전자의 연관/독립 상태는 3연관 1독립이고, ②와 ③는 모두 AaBbDdEe이므로, ②와 ③ 각각은 3:0, 1:0 또는 2:1, 1:0 이다. 또한 ㉡의 유전자와 ㉢의 유전자는 연관되어 있고 ②와 ③는 모두 FfGg이므로, ②와 ③ 각각은 $F_g || G_f$ 또는 $F_g || G_g$ 이다.
- ② ②와 ③ 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 ㉠의 표현형은 아무리 많아도 9가지이므로, 이 아이에게서 나타날 수 있는 ㉠~㉣의 표현형이 28가지이라면, 이 아이에게서 나타날 수 있는 ㉠의 표현형은 7가지, ㉡, ㉢의 표현형은 4가지여야 한다. 그렇게 되려면 ②와 ③ 중 한 개체는 3:0, 1:0 이고, 나머지 한 개체는 2:1, 1:0 이며, ②와 ③ 중 한 개체는 $F_g || G_f$ 이고, 나머지 한 개체는 $F_g || G_g$ 여야만 한다.
- ③ ㉡과 ㉢이 모두 중간 유전이 포함된 일반 유전이므로, $F_g || G_f$ 와 $F_g || G_g$ 사이에서 나올 수 있는 자손은 모두 1가지 형질의 표현형만 ②(FfGg)와 같다. 따라서 ㉣에서 ㉠~㉣ 중 2가지 형질의 표현형이 ②(AaBbDdEeFfGg)와 같은 FfGg(4)이라면, ㉣의 ㉠의 표현형이 ②와 같은 (4)여야 한다. ㉣의 부모가 각각 3:0, 1:0 과 2:1, 1:0 이므로, 도수분포표를 이용하면, ㉣의 표현형이 (4)일 확률은 1/8이라는 것을 알 수 있다. 따라서 구하는 확률은 1/8이다.

※ 22번부터는 여러 가지 유전 돌연변이 문항입니다.

22. 2021학년도 9월 평가원 모의고사 17번 (답: ㄱ)

- ① 딸은 핵형이 정상이기 때문에 체세포에서 대립 유전자 쌍의 DNA 상대량의 합은 2여야 하므로 V에서 d는 1이고 D는 2이다.
- ② 딸이 d를 가지지 않으므로, ㉠과 ㉡는 d를 가지지 않아야 한다. 따라서 I이 ㉠이고, II가 정상 정자이다. 정상 정자인 II에서 B와 b의 합이 0이므로 B와 b는 성염색체에 존재한다. 따라서 B와 b는 X 염색체에 존재하고, 자동적으로 A와 a, D와 d는 상염색체에 존재하게 된다.
- ③ ㉠(I)에 D가 없으므로, ㉡에서 D는 2여야 한다. 따라서 III이 ㉡이고, ㉢은 2이다. 자동적으로 IV는 정상 난자가 된다. 이때 ㉠(I)에서 D와 d의 합이 0이고, ㉡(III)에서 D와 d의 합이 2이므로, ㉠(I)과 ㉡(III)에서 비분리는 모두 D와 d가 존재하는 상염색체에서 일어났다.
- ④ 성염색체에서는 돌연변이가 일어나지 않았고, ㉠(I)가 수정되어 딸이 태어나므로 ㉠(I)은 X 염색체를 가져야 한다. 따라서 ㉠(I)에서 b가 0이므로 B는 1이고, ㉡(III)에서 B가 0이므로 b는 1이다. 따라서 V에서 B와 b는 모두 1이다. 즉 ㉣은 1이다.

ㄱ. (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. (○)

ㄴ. ㉠+㉣=3이다. (x)

ㄷ. IV는 정상 난자이므로, IV에서 d는 1이다. I, III, IV를 참고하면, 아버지는 BY, 어머니는 Dd이다. 즉 아버지의 체세포 1개당 B의 DNA 상대량과 어머니의 체세포 1개당 D의 DNA 상대량은 모두 1이므로, 구하는 분수 값은 1이다. (x)

23. 2015학년도 수능 18번 (답: ㄱㄴ)

- ① 색맹은 열성 X 염색체 반성 유전이다. 정상 유전자를 D, 색맹 유전자를 d라고 한다면 아버지, 어머니는 모두 정상이므로 각각 DY, Dd여야 한다. 만약 어머니가 DD라면 비분리가 일어나더라도 색맹인 자손이 나올 수는 없기 때문이다.
- ② DY와 Dd 사이에서 클라인펠터 증후군이면서 색맹인 자손이 나오려면, 어머니의 감수 2분열에서 비분리가 일어나 어머니는 dd를 물려주고, 아버지는 Y를 물려주어 자손이 ddY가 되어야 한다.
- ③ 남자 ㉡는 X 염색체를 2개 가지므로, (나)에서는 왼쪽의 감수 2분열에서 비분리가 일어나서 성염색체가 ㉡으로 물렸다. 한편 정자 ㉢은 Y 염색체만 1개 가져야 하는데, (가)에서도 비분리는 1회 일어나야 하므로, (가)에서는 오른쪽 감수 2분열에서 비분리가 일어났다.

ㄱ. (나)에서 비분리는 감수 2분열에서 일어났다. (○)
ㄴ. ㉠과 ㉣ 모두 정상, 즉 핵상이 n이므로 염색체 수는 같다. (○)

ㄷ. ㉡이 Y 염색체를 가지고, (가)에서는 오른쪽 감수 2분열에서 성염색체 비분리가 일어났으므로, ㉠과 ㉢ 중 하나는 성염색체로 XX를 가지고, 나머지 하나는 성염색체를 가지지 않는다. 따라서 ㉠과 ㉢ 중 하나만 X 염색체를 가진다. (x)

24. 2022학년도 6월 평가원 모의고사 15번 (답: ㄱ)

- ① ㉠에서 T가 1이고 T*가 2이므로, ㉡가 태어날 때 아버지와 어머니 중 한 명의 T와 T*가 존재하는 염색체에서 비분리가 일어났다.
- ② ㉠에서 R가 2이고, 비분리는 T와 T*가 존재하는 염색체에서 일어났으므로 ㉠은 아버지와 어머니로부터 모두 R를 물려받는다. 그런데 ㉠에서 H*가 0이므로, ㉠은 아버지로부터 H*가 결실된 염색체를 물려받아야 한다. 즉 ㉠이 염색체 결실이므로, ㉣은 염색체 비분리이다.
- ③ ㉠은 아버지로부터 T*를 물려받는다. 그런데 ㉠에서 T가 1이고 T*가 2이므로, ㉠은 어머니로부터 T와 T*를 모두 1개씩 물려받아야 한다. 따라서 어머니의 T와 T*가 존재하는 염색체에서 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

ㄱ. 어머니는 ㉠에게 $\frac{H}{R}$ 를 물려주므로, 남자 ㉡는 H가 있다. (○)

ㄴ. 생식세포 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. (x)

ㄷ. ㉠은 비분리로 인해 어머니로부터 상염색체를 정상보다 하나 더 받으므로, ㉠의 체세포 1개당 상염색체 수는 45이다. (x)

25. 2021년 10월 교육청 모의고사 19번 (답: ㄱㄷ)

- ① 아버지의 세포 ㉠~㉣을 관찰하면 아버지는 H와 R를 모두 갖는데, (가)에 대해서는 병이고 (나)에 대해서는 정상이므로, (가)는 우성 형질이고 (나)는 열성 형질이다.
- ② 아버지는 $\frac{H}{R}||Y$ 이고, 어머니는 $\frac{h}{R}||\frac{h}{r}$ 이다. 이때 아들 ㉠은 (가)와 (나)에 대해서 모두 병이므로 H와 r를 가져야 한다. 따라서 어머니는 $\frac{h}{R}||\frac{h}{r}$ 이고, 아들은 $\frac{h}{r}||Y$ 이면서 전좌로 인해서 H를 가진다. 따라서 ㉡는 H이다.
- ③ 아버지는 $\frac{H}{R}||Y$ 이므로 I은 [H, R]가 [1, 1]이고 II는 [H, R]가 [2, 2]이다. 따라서 ㉣은 I이고 ㉢은 II이다. 이때 아들 ㉠은 III으로부터 형성된 정자가 수정되어 태어났으므로, III은 H를 가져야 한다. 따라서 ㉠은 III이고 ㉡은 IV이다.

ㄱ. ㉠은 III이다. (○)

ㄴ. ㉡는 H이다. (x)

ㄷ. ㉠은 H와 h를 모두 갖는다. (○)

26. 2020학년도 수능 19번 (답: ㄱ)

- ① 아버지와 어머니의 ㉠의 표현형이 모두 (3)인데 비분리가 일어난 정자가 수정되어서 ㉠의 표현형이 (8)인 자녀 1이 태어나려면 아버지는 최소 5개의 대문자를 자녀 1에게 전달해야 한다. 따라서 자녀 1이 태어날 때 수정된 정자는 III이고, III은 5개 이상의 대문자를 가진다.
- ② 정자 II는 A와 a가 모두 1이므로 감수 1분열 비분리에 의해서 형성된 정자이다. 자동으로 I과 III은 모두 Q의 감수 2분열 비분리에 의해서 형성된 정자가 된다.
- ③ 정자 II에 A, B, D가 모두 있으므로 아버지는 AaBbDd이다. 또한 ㉠의 연관/독립 상태는 2연관 1독립이다. 이러한 상황에서 정자 III이 대문자를 5개 이상 가지려면, 아버지가 2I0, 1I0 이고, 2I0 의 '2'쪽에서 감수 2분열 비분리가 일어나서, 2I0 의 '2' 2개, 1I0 의 '1'이 모두 정자 III으로 전달되어야만 한다. 즉 아버지의 2연관 부분에는 대문자 2개가 연관되어 있어야 하는데, I에서 A와 D는 0이고, B는 1이므로, A/a와 B/b는 연관이 아니고, B/b와 D/d도 연관이 아니다. 즉, A/a와 D/d가 연관이다.
- ④ 정자 III이 가지는 대문자는 5개이므로, 어머니는 자녀 1에게 3개의 대문자를 전달해야 한다. 따라서 어머니는 2I0, 1I0 이다.

ㄱ. I은 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 정자이다. (○)

ㄴ. 자녀 1은 아버지로부터 A 2개, B 1개, D 2개를 받았고, 어머니로부터 A 1개, B 1개, D 1개를 받았다. 따라서 자녀 1의 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 3, B의 DNA 상대량은 2이다. 즉 구하는 분수 값은 2/3이다. (x)

ㄷ. 아버지와 어머니는 모두 2I0, 1I0 이므로, 아버지와 어머니 사이에서 태어난 아이에게서 나타날 수 있는 ㉠의 표현형은 최대 7가지이다. (x)

빠른 정답	1번	2번	3번	4번
	L	7	ㄱ L C	L C
	5번	6번	7번	8번
	3/16	ㄱ	L C	ㄱ
	9번	10번	11번	12번
	6	ㄱ C	1/4	ㄱ L C
	13번	14번	15번	16번
	1/4	ㄱ	10	1/4
	17번	18번	19번	20번
	L C	5/8	L C	ㄱ
	21번	22번	23번	24번
	1/8	ㄱ	ㄱ L	ㄱ
	25번	26번		
	ㄱ C	ㄱ		