2025년 교육청/2026학년도 평가원 기출 모음집 해설지

- 문제의 조건을 반드시 숙지한 후 해설을 보세요. 문제 조건을 정확히 숙지했다는 전제 하에 해설을 씁니다.

1. 막전위	1번	2번	3번	4번
	ㄱ	ㄴ	ㄴㄷ	ㄴ
	5번	6번		
	ㄱ	ㄴ		

2. 근수축	1번	2번	3번	4번
	ㄱ	ㄴㄷ	ㄱ	ㄱㄴ
	5번	6번		
	ㄱㄷ	ㄱ		

3. 혈액형	1번			
	ㄱㄷ			

4. 세포 분열	1번	2번	3번	4번
	ㄴ	ㄷ	ㄱㄷ	ㄱㄷ
	5번	6번	7번	8번
	ㄱㄴ	ㄱㄴㄷ	ㄱㄷ	ㄱㄴ
	9번	10번		
	ㄴㄷ	ㄷ		

5. 여러 가지 유전	1번	2번	3번	4번
	1/4	ㄱ	ㄱ	ㄴㄷ
	5번	6번		
	9/32	1/8		

6. 가계도 분석	1번	2번	3번	4번
	ㄱㄷ	ㄴ	ㄱㄷ	ㄱ
	5번	6번		
	ㄴㄷ	ㄱ		

7. 돌연변이	1번	2번	3번	4번
	ㄱㄷ	ㄱㄴㄷ	ㄱ	ㄴ
	5번	6번		
	ㄱㄴ	ㄴ		

1. 막전위

1. 2025년 3월 교육청 모의고사 14번 (답: ㄱ)
① A의 d_1에서의 막전위는 -80이므로 A의 d_1은 1/3이고, C의 d_1에서의 막전위는 +30이므로 C의 d_1은 2/2이다. 따라서 A의 흥분 전도 속도는 2이고, C의 흥분 전도 속도는 1이다. 즉 ㉮는 C이고, ㉯와 ㉰는 각각 A와 B 중 하나이며, v는 1이다. 따라서 B의 흥분 전도 속도는 2이다.

ㄱ. v는 1이다. (○)
ㄴ. B의 흥분 전도 속도는 2이므로, B의 d_1은 1/3이다. 따라서 ⓐ는 -80이다. (×)
ㄷ. C에서 흥분은 오른쪽 뉴런에서 왼쪽 뉴런으로만 전달된다. 따라서 C의 d_2에 자극을 주었을 때, C의 d_3으로는 자극이 전달되지 않는다. 즉 전체 시간이 5일 때 C의 d_3은 분극 상태이다. (×)

2. 2025년 5월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄴ)
① 자극점이 d_3인데 d_1에서의 막전위가 ⓐ이고 d_2에서의 막전위가 ⓑ이므로, ⓐ가 +30이고, ⓑ가 -80이다. A의 흥분 전도 속도는 2이므로 A의 d_2는 1.5/3이다. 즉 t_1은 4.5이다. 따라서 막전위가 +30인 A의 d_1은 2.5/2이므로, ㉠은 2이다. 자동으로 ㉡은 1이 된다.
② B의 d_5에서의 막전위는 +30, 즉 2.5/2이다. d_4는 d_5보다 자극점으로부터 가까이 있으므로, d_4에서의 막전위은 재분극(↘), 즉 2/2.5이다. 따라서 B의 d_4에서 d_5까지 가는 데 0.5ms가 걸렸으므로, B의 흥분 전도 속도는 2이다.

ㄱ. ㉠은 2이다. (×)
ㄴ. B의 흥분 전도 속도는 2이다. (○)
ㄷ. t_1(4.5)일 때 d_4에서의 막전위는 0↘이므로, 재분극이 일어나고 있다. (×)

3. 2025년 7월 교육청 모의고사 17번 (답: ㄴㄷ)
① 전체 시간이 5일 때, 막전위가 +30인 지점의 시간은 3/2이고, 막전위가 -80인 지점의 시간은 2/3이다. 각 지점이 2cm씩 떨어져 있으므로, 흥분 전도 속도가 1인 A에서 +30이라는 막전위는 나타날 수 없다. 따라서 A에 있는 ㉠과 ㉡은 각각 -80과 -60 중 하나이고, 자동으로 ㉢은 +30이 된다. 이때 P(A, B의 자극점)가 d_3이라면 A에서 d_2와 d_4가 대칭인데, A에서는 I~III 중 서로 같은 막전위가 없으므로, P는 d_3이 아니다.
② B와 C에는 모두 막전위가 +30인 지점이 있고, 두 뉴런의 흥분 전도 속도는 각각 1과 2 중 하나이다. 각 지점이 2cm씩 떨어져 있으므로, 흥분 전도 속도가 1인 뉴런에서 시간이 3/2인 +30이라는 막전위가 나타나려면, 자극점과 막전위가 +30인 지점 사이의 거리는 2cm이면서, 그 사이에 전달 가능한 방향으로 시냅스가 있어야 한다. 가능한 경우는 'd_1이 자극점이면서 (가) 또는 (다)에 시냅스가 있고 d_2에서의 막전위가 +30인 경우'(이하 '전자')와, 'd_3이 자극점이면서 (나) 또는 (라)에 시냅스가 있고 d_4에서의 막전위가 +30인 경우'(이하 '후자')뿐이다.
③ P는 d_3이 아니므로, B에서는 '후자'가 불가능하다. 따라서 '전자'가 가능한지 확인해보면, 이 경우 d_2에서의 앞 시간이 3이라서 d_3, d_4에서의 앞 시간이 5와 7, 즉 막전위가 -70일 수밖에 없으므로 불가능하다. 따라서 B의 흥분 전도 속도(ⓐ)는 2이고, C의 흥분 전도 속도(ⓑ)는 1이다. C에서도 같은 이유로 '전자'가 불가능하므로, C의 자극점인 Q는 d_3이고, (라)에 시냅스가 있다. 즉 C의 d_2, d_3, d_4에서의 막전위는 순서대로 -80, -70, +30이 되므로, ㉡은 -80, ㉠은 -60이고, I, II, III은 각각 d_3, d_4, d_2이다.
④ 흥분 전도 속도가 2인 B의 III(d_2)에서의 막전위가 -80이고 I(d_3)에서의 막전위가 +30이므로, 자극점인 P는 d_1이고, B에서 시냅스는 (가)에 있다.

ㄱ. ⓐ는 2이다. (×)
ㄴ. (가)에는 시냅스가 있다. (○)
ㄷ. C의 d_4(II)에서의 앞 시간이 3이므로, 흥분 전도 속도가 1인 C의 d_5에서의 앞 시간은 5이다. 따라서 전체 시간이 7일 때, C의 d_5는 5/2로, 막전위는 +30(㉢)이다. (○)

4. 2025년 10월 교육청 모의고사 10번 (답: ㄴ)
① 전체 시간이 3이므로 자극점의 막전위는 -80이다. 따라서 P는 d_1이고 Q는 d_2이거나, P는 d_3이고 Q는 d_1이다.
② A의 d_2와 d_3 사이에 시냅스가 없고 A의 흥분 전도 속도가 2 또는 3이므로, A의 d_2와 d_3의 뒷 시간은 1 또는 1.5 차이이다. 전체 시간이 3이어서 뒷 시간도 최대 3임을 고려하면, 가능한 경우는 뒷 시간이 1일 때의 막전위인 -60과 뒷 시간이 0 이하일 때의 막전위인 -70의 조합뿐이다. 따라서 ⓐ는 -80이므로, P는 d_1이고 Q는 d_2이다. 또한 자극점으로부터 더 가까운 A의 d_2에서의 막전위인 ⓑ가 -60이고, 남은 ⓒ가 -70이다.

③ Q가 d_2이므로 시냅스가 없다면 B와 C의 d_1은 2/1 또는 $1\frac{1}{3}/1\frac{2}{3}$ 이므로, 막전위가 -70이 될 수 없다. 따라서 ㉡과 ㉢에 모두 시냅스가 있고, ㉠에 시냅스가 없다. 이때 A의 d_2에서의 막전위가 -60이 되려면 A의 흥분 전도 속도가 3일 수는 없다. 따라서 A의 흥분 전도 속도는 2이다. 즉 x는 2이고, y는 3이다.
④ 흥분 전도 속도가 3인 C에서 ㉤에 시냅스가 없다면 C의 d_3은 1/2로, 막전위가 0이다. 따라서 ㉤에 시냅스가 있고, ㉣에 시냅스가 없다.

ㄱ. x는 2이다. (×)
ㄴ. ㉤에 시냅스가 있다. (○)
ㄷ. 전체 시간이 3일 때 B의 d_3은 1.5/1.5로, 탈분극이 일어나고 있다. (×)

5. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 13번 (답: ㄱ)
① 전체 시간이 5이므로, 자극점의 막전위는 A~C에서 모두 -70이다. 따라서 I~IV 중 II가 자극점(P)이다. 이때 d_3이 자극점이라면, 흥분 전도 속도가 1 또는 2임을 고려할 때, A의 d_4에서의 막전위도 -70이 되어야 하는데, A는 자극점인 II를 제외하면 -70을 갖지 않으므로, 자극점 II(P)는 d_2이다.
② d_1과 d_2 사이에 시냅스가 없는 A나 C에서, d_1은 속도가 1이면 4/1로, 막전위가 -60이고, 속도가 2이면 2/3으로, 막전위가 -80이다. B의 d_1도 시냅스가 없으면 막전위가 -60 또는 -80이고, ㉡에 시냅스가 있으면 d_1에서의 막전위가 -70이다. ⓐ~ⓒ가 -80, 0, +30 중 하나라는 점과, 위에서 정리된 내용을 고려하면, ⓐ와 ⓑ를 막전위로 가질 수 있는 I과, 0을 막전위로 가질 수 있는 III은 d_1이 아니다. 따라서 IV가 d_1이다.
③ A, B, C의 d_1(IV)에서의 막전위가 -60, -70, ⓑ이므로, A의 흥분 전도 속도는 1이고, B는 ㉡에 시냅스가 있으며, C의 흥분 전도 속도는 2이고 ⓑ는 -80이다. 이때 C에는 막전위가 -80, 즉 2/3인 지점이 하나 더 있으므로, ㉣에는 시냅스가 있고, III은 d_4이다. 자동으로 I은 d_3이 된다.
④ C의 흥분 전도 속도가 2이므로, A와 B의 흥분 전도 속도는 모두 1이다. B의 I(d_3)에서의 막전위가 -80(ⓑ), 즉 2/3이므로, ㉢에는 시냅스가 없다. 남은 ㉠에는 시냅스가 있다. 또한 B의 III(d_4)은 3/2로, 막전위가 +30이다. 즉 ⓒ는 +30이고, 남은 ⓐ는 0이다.

ㄱ. ⓐ는 0이다. (○)
ㄴ. ㉢에는 시냅스가 없다. (×)
ㄷ. A의 흥분 전도 속도는 1, C의 흥분 전도 속도는 2로, 서로 다르다. (×)

6. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 15번 (답: ㄴ)
※ 해설의 편의상 막 투과도를 다음과 같이 표기함.

	0ms	1ms	2ms	3ms	4ms
Na^+	1	4	2	1	1
K^+	1	2	3	2	1

① Na^+의 막 투과도는 자극점(0/4)에서 1이다. 자극점이 d_4라면 d_1~d_3은 흥분이 전달되지 않아서 Na^+의 막 투과도가 모두 1이므로 자극점은 d_4가 아니다. 즉 자극점은 d_1~d_3 중 하나인데, 자극점으로부터 1cm 떨어진 지점(1/3)에서도 Na^+의 막 투과도가 1이므로, ⓒ는 1이다. 즉 자극점과, 자극점으로부터 1cm 떨어진 지점을 제외하고 Na^+의 막 투과도가 1인 지점이 더 이상 나오면 안 되는데, 자극점이 d_1이면 d_4(앞 시간 4 초과)에서 Na^+의 막 투과도가 1이고, 자극점이 d_2이면 d_1과 d_3(모두 1/3)에서 Na^+의 막 투과도가 모두 1이므로, 자극점(P)은 d_3이다. 즉 II와 IV는 각각 d_2와 d_3 중 하나이다.
② K^+의 막 투과도는 자극점인 d_3(0/4)에서 1이다. 또한 d_2(1/3)에서 K^+의 막 투과도는 2이고, d_1(2/2)에서 K^+의 막 투과도는 3이다. 따라서 ⓓ는 3, ⓔ는 2, ⓕ는 1이다. 즉 I은 d_1, II는 d_3, III은 d_4, IV는 d_2가 된다. 즉 d_4(III)에서 K^+의 막 투과도는 2인데, d_4의 앞 시간은 2보다 크므로, d_4는 3/1이다. 남은 ⓐ는 4, ⓑ는 2이다.

ㄱ. I은 d_1이다. (×)
ㄴ. 전체 시간이 5일 때, d_4는 3/2로, K^+의 막 투과도는 ⓓ(3)이다. (○)
ㄷ. Na^+-K^+ 펌프는 항상 작동하므로, 세포막을 통한 Na^+의 이동은 항상 일어난다. 또한 분극 상태에서 Na^+의 막 투과도가 1이라는 것(0이 아니라는 것)도, Na^+의 세포막을 통한 이동이 항상 일어난다는 것을 보여준다. (×)

2. 근수축

1. 2025년 3월 교육청 모의고사 8번 (답: ㄱ)

① t_1일 때 ㉠의 길이를 x라고 하면, ㉡의 길이는 1.4-x이고, ㉢의 길이는 x-0.4이다. t_1일 때 X의 길이는 3.1인데 이는 ㉠+2㉡+②㉢, 즉 2.0+x와 같으므로, x는 1.1이다. 즉 t_1일 때 ㉠, ㉡, ㉢의 길이는 순서대로 1.1, 0.3, 0.7이다. ((㉠+㉡)-(㉠-㉢)=㉡+㉢ 이므로, 축끼리 빼서 한쪽 액틴의 길이가 1.0임을 먼저 구할 수도 있다.)

② t_1에서 t_2로 될 때 X의 변화량을 -2k라고 하면, ㉠+㉡의 변화량은 -k이다. 따라서 k는 0.2이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.7	0.3	1.1	0.3	0.7	3.1
t_2	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	2.7
			㉠	㉡	㉢	

ㄱ. t_2일 때 ㉠-㉢=0.2 이므로, ⓐ는 0.2이다. (○)

ㄴ. t_1일 때 A대의 길이는 1.7이다. (×)

ㄷ. t_1일 때 ㉡의 길이와 t_2일 때 ㉢의 길이는 서로 다르다. (×)

2. 2025년 5월 교육청 모의고사 9번 (답: ㄴㄷ)

① ㉠+ⓑ의 길이가 일정하므로, ⓑ는 ㉡이다. 자동으로 ⓐ는 ㉢이 된다. 이를 이용하여 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	2d	d	2d	d	2d	8d
t_2	1.5d	1.5d	d	1.5d	1.5d	7d
	㉠	㉡ =ⓑ	㉢ =ⓐ			

ㄱ. ⓐ는 ㉢이다. (×)

ㄴ. t_1일 때, ㉢의 길이는 2d이다. (○)

ㄷ. t_2일 때, ㉠과 ㉡의 길이는 1.5d로, 서로 같다. (○)

3. 2025년 7월 교육청 모의고사 12번 (답: ㄱ)

① t_1일 때 X의 길이가 16d인데 A대의 길이는 8d이므로 ㉠의 길이는 4d이다. t_1일 때 ㉡의 길이를 x라고 하면 ㉢의 길이는 8d-2x이다. 즉 t_1일 때 (㉠+㉢)/㉡ = (12d-2x)/x = 4 이고, 방정식을 풀면 x는 2d이다.

② t_1에서 t_2로 될 때 X의 변화량을 -2k라고 하면, ㉠+㉢의 변화량은 -3k이고, ㉡의 변화량은 +k이다. t_1일 때 (㉠+㉢)/㉡ = 8d/2d 이므로, t_2일 때 (㉠+㉢)/㉡ = (8d-3k)/(2d+k) = 1 이고, 방정식을 풀면 k는 1.5d이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	4d	2d	4d	2d	4d	16d
t_2	2.5d	3.5d	d	3.5d	2.5d	13d
	㉠	㉡	㉢			

ㄱ. t_2일 때 X의 길이는 13d이다. (○)

ㄴ. t_1일 때 H대의 길이는 4d, t_2일 때 H대의 길이는 d이므로, 구하는 분수 값은 4이다. (×)

ㄷ. t_2일 때 Z_1로부터 Z_2 방향으로 거리가 5d인 지점은 ㉡에 해당한다. (×)

4. 2025년 10월 교육청 모의고사 14번 (답: ㄱㄴ)

① t_2에서 t_3으로 될 때 ㉮의 길이는 ⓐ만큼 감소하고, ㉯의 길이는 ⓑ만큼 감소하므로, ㉮와 ㉯는 ㉠과 ㉢ 중 하나이다. 즉 ㉰는 ㉡이다.

② ㉮가 ㉠, ㉯가 ㉢이라고 가정해보자. t_1에서 t_3으로 될 때 k=0.3이므로, ㉯(㉢)의 t_3에서의 길이인 ⓐ는 0.1이다. 또한 ㉰(㉡)의 t_3에서의 길이는 0.7이다. t_2에서 t_3으로 될 때 ㉮(㉠)의 길이는 ⓐ(0.1)만큼 감소했으므로, ㉯(㉢)의 길이는 0.2만큼 감소해야 한다. 즉 ⓑ는 0.2이다. 정리하면 t_3일 때 ㉠, ㉡, ㉢의 길이가 각각 0.2, 0.7, 0.1이므로, X의 길이가 2.4가 아니다. 따라서 ㉮는 ㉢이고, ㉯는 ㉠이다.

③ t_1에서 t_3으로 될 때 k=0.3이므로, ㉯(㉠)의 t_3에서의 길이인 ⓐ는 0.4이다. t_2에서 t_3으로 될 때 ㉮(㉢)의 길이는 ⓐ(0.4)만큼 감소했으므로, ㉯(㉠)의 길이는 0.2만큼 감소해야 한다. 즉 ⓑ는 0.2이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.7	0.4	0.8	0.4	0.7	3.0
t_2	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	2.8
t_3	0.4	0.7	0.2	0.7	0.4	2.4
	㉠ =㉯	㉡ =㉰	㉢ =㉮			

ㄱ. ⓑ는 0.2이다. (○)
ㄴ. t_2일 때 X의 길이는 2.8이다. (○)
ㄷ. t_1일 때 ㉠의 길이는 0.7, t_2일 때 ㉮(㉡)의 길이는 0.5로, 서로 다르다. (×)

※ t_1일 때 X의 길이가 3.0인데, ㉢의 길이가 0.7이면 한 쪽 액틴 필라멘트의 길이가 1.15가 된다. 이를 눈치채고 실전에서는 ② 과정 없이, ㉮를 ㉢, ㉯를 ㉠으로 가정하고 풀이를 진행했어야 한다.

5. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 15번 (답: ㄱㄷ)
① t_1에서 t_2로 될 때 X의 변화량을 -2k라고 하면, ㉠, ㉡, ㉢의 변화량은 각각 -k, +k, -2k이다. t_1에서 t_2로 될 때 ⓐ-ⓑ는 0.3 감소하고, ⓒ-ⓑ는 0.2 감소하므로 변화량의 비는 3 : 2 이다. 따라서 ⓐ-ⓑ는 변화량이 -3k인 ㉢-㉡, ⓒ-ⓑ는 변화량이 -2k인 ㉠-㉡이고, k는 0.1이다. 즉 ㉠, ㉡, ㉢은 각각 ⓒ, ⓑ, ⓐ이다.
② t_1일 때 ㉡(ⓑ)의 길이를 x라고 하면, ㉠(ⓒ)의 길이는 x+0.4, ㉢(ⓐ)의 길이는 x+0.7이다. t_1일 때 X의 길이는 2㉠+2㉡+㉢, 즉 5x+1.5인데, 이는 ㉢의 길이인 x+0.7의 3배이므로, x는 0.3이다. (t_1일 때 X의 길이가 ㉢의 길이의 3배라고 주어졌으므로, ㉢의 길이를 x, X의 길이를 3x로 두어도 좋다.) 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.7	0.3	1.0	0.3	0.7	3.0
t_2	0.6	0.4	0.8	0.4	0.6	2.8(=L)
	㉠ =ⓒ	㉡ =ⓑ	㉢ =ⓐ			

ㄱ. X의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 0.2 길다. (○)
ㄴ. t_1일 때 ㉠의 길이는 t_2일 때 H대의 길이보다 짧다. (×)
ㄷ. t_2일 때 Z_1로부터 Z_2 방향으로 거리가 1/4L, 즉 0.7인 지점은 ㉡에 해당한다. (○)

6. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 14번 (답: ㄱ)
① t_1일 때 ⓑ : ㉡ = 3 : 1 이고, t_2일 때 ⓐ : ⓑ : ㉡ = 2 : 3 : 3 이다. t_1일 때 ⓑ, ㉡의 길이를 각각 3x, x라고 하고, t_2일 때 ⓐ, ⓑ, ㉡의 길이를 각각 2y, 3y, 3y라고 하자. 만약 ⓐ가 ㉠이고 ⓑ가 ㉢이라면, 분수 조건에 의해 9x=10y이다. 이 경우 ㉢이 (10/3)y에서 3y로, ㉡이 (10/9)y에서 3y로 변하게 되므로 ㉢과 ㉡의 변화량 비인 '-2 : 1'에 맞지 않는다. 따라서 ⓐ가 ㉢이고 ⓑ가 ㉠이다.
② t_2일 때 A대의 길이인 '2㉡+㉢'은 8y이므로, y=0.2이다. 또한 ㉠+㉡의 길이가 일정해야 하므로, 4x=6y=1.2, 즉 x는 0.3이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.9	0.3	1.0	0.3	0.9	3.4
t_2	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	2.8
	㉠ =ⓑ	㉡	㉢ =ⓐ			

ㄱ. H대의 길이는 t_1일 때가 t_2일 때보다 0.6 길다. (○)
ㄴ. t_1일 때 ㉠의 길이는 t_2일 때 ㉡의 길이보다 0.3 길다. (×)
ㄷ. t_2일 때, Z_1로부터 Z_2 방향으로 거리가 0.7인 지점은 ㉡에 해당한다. (×)

※ A대의 길이가 1.6인데, ⓑ가 ㉢이라면 t_2일 때 ㉡과 ㉢의 길이가 같으므로, 각각의 길이가 1.6/3이 된다. 이 상황을 빠르게 눈치채고, ⓑ를 ㉠으로 두고 푸는 것이 가장 현명한 풀이이다. 설사 이 상황이 눈에 안 보였다고 해도, ⓐ, ⓑ와 ㉠, ㉢만 매칭하면 끝나는 문제이므로 막혔을 때 빠르게 귀류를 활용했어야 한다.

3. 혈액형

1. 2025년 10월 교육청 모의고사 13번 (답: ㄱㄷ)
① III의 적혈구는 ㉠, ㉢과 모두 응집하므로, III의 혈장은 ㉡이다.
② AB형의 혈장을 섞으면 응집 반응이 일어나지 않는데 ㉠~㉢은 모두 응집 반응이 일어나므로, I~III은 모두 AB형이 아니다. 즉 I~III은 A형, B형, O형 중 하나이다. 또한 O형의 적혈구를 섞으면 응집 반응이 일어나지 않는데 I의 적혈구와 III의 적혈구는 응집 반응이 일어나므로, II가 O형이다.
③ I의 혈장에 응집소 α가 있으므로 I이 B형이고, 남은 III이 A형이다. III의 혈장이 ㉡이므로 ㉡은 A형의 혈장이다. O형의 혈장은 O형의 적혈구와 섞었을 때를 제외하면 항상 응집해야 하므로 ㉠이 O형(II)의 혈장이고, ⓐ는 '+'이다. 남은 ㉢은 B형(I)의 혈장이 된다.

ㄱ. ⓐ는 '+'이다. (○)
ㄴ. ㉢은 I(B형)의 혈장이다. (×)
ㄷ. III의 ABO식 혈액형은 A형이다. (○)

4. 세포 분열

1. 2025년 3월 교육청 모의고사 12번 (답: ㄴ)
① ㉠에서 F와 f가 모두 1이므로 ㉠은 2n(2)인 I이다. 남자의 2n(2)에서 F와 f의 합이 2이므로, F와 f는 상염색체에 있다.
② ㉡은 1이 있으므로 n(1)인 IV이고, H와 h가 모두 0이므로 H와 h는 성염색체에 있다.
③ ㉣에서 F와 f가 모두 2이므로 ㉣은 2n(4)인 II이다. 남은 ㉢은 n(2)인 III이 된다.
④ ㉠(I, 2n(2))에서 F와 f가 모두 1인데 ㉡(IV, n(1))에 f가 있으므로, 반대 방향의 ㉢(III, n(2))에는 F가 있다. 따라서 ⓑ는 2이다. 또한 ㉢(III)에 H가 있으므로 I에도 H가 있는데, 남자의 2n(2)에서 성염색체 유전자인 H와 h의 합은 1이므로, ㉠(I, 2n(2))에서 H는 1이고 h는 0이다. 따라서 ㉣(II, 2n(4))에서 H는 2이고 h는 0이다. 즉 ⓐ는 1이고, ⓒ는 0이다.

ㄱ. ㉢은 III이다. (×)
ㄴ. ⓐ+ⓑ+ⓒ=3 이다. (○)
ㄷ. (나)의 유전자는 성염색체에 있다. (×)

2. 2025년 5월 교육청 모의고사 8번 (답: ㄷ)
① I(2n(4))과 III(n(1))에서 a가 각각 2와 0 중 하나이므로, I에서 a는 2이고, III에서 a는 0이다. 따라서 II가 a를 가지므로, ㉠은 2이고, ㉡은 0이다. 즉 (가)는 III이고, (나)는 I이다.
② 2n(4)인 I에서 a의 DNA 상대량이 2이고, A와 a는 상염색체 유전자이므로, P의 ㉮의 유전자형은 Aa이다.

ㄱ. ㉠은 2이다. (×)
ㄴ. (가)는 III이다. (×)
ㄷ. P의 ㉮의 유전자형은 Aa이다. (○)

3. 2025년 5월 교육청 모의고사 12번 (답: ㄱㄷ)
① (가)~(라)의 핵상은 순서대로 n, 2n, n, 2n이다.
② Y 염색체를 가지는 세포는 수컷의 세포이므로, (가), (나), (라)에 모두 있는 ㉠과 ㉡은 Y 염색체가 될 수 없다. 따라서 ㉢은 Y 염색체이다. ㉢(Y 염색체)을 갖는 (나)와 (다)가 수컷 A의 세포이고, 남은 (가)와 (라)가 암컷 B의 세포이다.

ㄱ. (가)는 B의 세포이다. (○)
ㄴ. ㉢은 Y 염색체이다. (×)
ㄷ. A는 2n=6이다. 따라서 체세포 분열 중기의 세포 1개당 상염색체 수는 4이고, 상염색체의 염색 분체 수는 8이다. (○)

4. 2025년 7월 교육청 모의고사 15번 (답: ㄱㄷ)
① ㉠~㉣은 각각 2n(2), 2n(4), n(2), n(1) 중 하나이다. I은 AaBbDd이고, II는 aaBbdd이므로, I과 II의 2n(2)와 2n(4)에서 A+B와 a+D를 정리해보면 다음과 같다.

		2n(2)	2n(4)
I	A+B	2	4
	a+D	2	4
II	A+B	1	2
	a+D	2	4

② 위의 표와 비교하면, ㉠은 핵상이 2n이라면 I의 2n(2)이다. ㉠이 n(1)이라면 ㉠에서 A, a, B, D가 모두 1이 되어 모순이므로, ㉠의 핵상이 n이라면 ㉠은 n(2)이다. 위의 표와 비교하면, ㉡은 핵상이 n이다.
③ ㉣에서, ⓑ가 1이라면 A+B가 홀수이고, a+D가 n(1)의 최댓값보다 크므로 ㉣은 2n(2)가 되어야 하는데, 위의 표와 비교하면 모순이다. ⓑ가 2라면, ㉢에 1과 4가 모두 존재하게 되므로 같은 이유로 모순이다. 따라서 ⓑ는 4이다. ㉠~㉢은 위의 표와 비교하면 2n(4)가 될 수 없으므로, ㉣은 I의 2n(4)이다.
④ ㉢은 A+B와 a+D가 1과 2 중 하나이므로, 핵상이 2n이라면 II의 2n(2)이고, 핵상이 n이라면 합이 홀수인 것이 있으므로 n(1)이다.
⑤ 구해놓은 정보를 종합하자. ㉣이 I의 세포이므로, ㉠이 I의 2n(2)라면 ㉢은 II의 n(1)이 되어야 하는데, II의 유전자형은 aaBbdd여서, n(1)에서 A+B와 a+D가 모두 2가 될 수 없으므로, ㉠은 n(2)이다. 자동으로 ㉡은 n(1), ㉢은 II의 2n(2)가 된다. 따라서 ⓐ는 1이고, ⓒ는 2이다. 이때 n(1)인 ㉡의 유전자형은 abD이므로, ㉡은 I의 세포이다. 자동으로 ㉠은 II의 세포가 된다.

ㄱ. ⓒ는 2이다. (○)
ㄴ. ㉠은 II의 세포이다. (×)
ㄷ. ㉢(II의 2n(2))에서 d는 2이고, ㉣(I의 2n(4))에서 b는 2이다. 따라서 ㉢에서 d의 DNA 상대량과 ㉣에서 b의 DNA 상대량은 서로 같다. (○)

5. 2025년 10월 교육청 모의고사 11번 (답: ㄱㄴ)
① II에는 A, ㉠, ㉡이 모두 있으므로 II는 핵상이 2n이다. III에서 A+b가 6인데, 이 값은 2n(2)나 n(2)의 최댓값인 2k(=4)보다 크므로 III은 2n(4)이다. (6은 4+2이므로 III은 2n(4)라고 해도 된다.) III에는 ㉡이 없는데 II와 IV에는 ㉡이 있으므로 I과 III은 P의 세포이고, II와 IV는 Q의 세포이다.
② P의 2n(4)인 III에 ㉡이 없으므로 I에도 ㉡이 없다. 또한 III에서 A+b는 6인데 I에서 A+b는 3이나 6이 아니므로 I의 핵상은 n이고, A+b의 값이 n(1)의 최댓값인 k(=2)보다 크므로 I은 n(2)이다. 즉 I은 A"b"인데, I에 ㉠이 있으므로 ㉠은 b이다.
③ II에는 A와 b(㉠)가 있는데 A+b가 2이므로, II는 2n(2)이고, Q의 유전자형은 AaBb이다. II에는 A가 있는데 IV에는 A가 없고, IV에서 A+b가 홀수인 1이므로 IV는 n(1)이다. 그런데 IV에 A가 없으므로, IV는 ab이다. 따라서 ⓐ는 ○이고, ㉡은 a이다.

ㄱ. ⓐ는 ○이다. (○)
ㄴ. II의 유전자형은 AaBb이므로, II에서 a, B, b의 DNA 상대량을 더한 값은 3이다. (○)
ㄷ. P의 2n(4)인 III에서 a가 없으므로, P에게서 a와 b를 모두 갖는 생식 세포는 형성될 수 없다. (×)

6. 2025년 10월 교육청 모의고사 18번 (답: ㄱㄴㄷ)
① 그림을 보면 A/a와 D/d는 같은 상염색체에 연관되어 있고, B/b는 X 염색체에 있다. (가)는 a와 B를 갖는 n(1)이고, (나)는 d를 갖는 수컷 P의 2n(2)이다.
② 표를 보고 해석할 수 있는 것이 없으므로, 바로 그림과 연결하자. (가)는 A/a, B/b 중 a, B만 있는데, I에는 A가 있고, III에는 B가 없으며, IV는 a가 없으므로 (가)는 II이다. (나)는 수컷 P의 2n(2)인데, IV는 X 염색체 유전자인 b가 2이므로 (나)가 아니다. III은 A, B가 0인데 I과 II에는 B가 있고 IV에는 A가 있으므로, III이 (나)가 된다면 수컷 P의 세포가 I~IV 중에 2개 있을 수 없다. 따라서 (나)는 I이다.
③ I은 수컷 P의 2n(2)이므로 ㉠은 2이다. I에서 D가 0인데 II에 D가 있으므로(또는 I에서 d가 2인데 II에서 d가 0이므로) II는 암컷 Q의 n(1)이고, I에서 b가 0인데 IV에서 b가 2이므로 IV도 암컷 Q의 세포이다. 자동으로 III은 수컷 P의 세포가 된다. I에서 A가 1인데 III에서 A가 0이므로 III은 수컷 P의 n(2)이고, I에서 b가 0이므로 III에서도 b가 0이다. 즉 ㉡은 0이다. 또한 II((가))에는 a가 있는데 IV에는 a가 없으므로 IV는 암컷 Q의 n(2)이다.

ㄱ. (나)는 I이다. (○)
ㄴ. ㉠+㉡은 2이다. (○)
ㄷ. II는 a, B, D를 갖고, IV는 A, b, d를 갖는다. 따라서 암컷 Q의 유전자형은 AaBbDd이다. (○)

7. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 16번 (답: ㄱㄷ)
① 자녀 1은 $\frac{B}{d}||Y$ 이고, 자녀 2는 BbDd이다. 어머니인 Q는 $\frac{B}{d}|$ 와 b를 가지므로 $\frac{B}{d}||^{b}$ 이다.
② I~IV 중 유전자의 유무가 같은 세포가 없으므로, I~IV는 각각 남자 P의 핵상이 2n인 세포와 n인 세포, 여자 Q의 핵상이 2n인 세포와 n인 세포 중 하나이다. 여자 Q는 $\frac{B}{d}||^{b}$ 이므로 여자 Q의 핵상이 2n인 세포는 II와 IV 중 하나이다. 이 세포가 II라면 II에는 D가 있는데 III과 IV에는 D가 없으므로 I과 II가 여자 Q의 세포, III과 IV가 남자 P의 세포가 되는데, 이 경우 III이 $|^{b}_{D}$, IV가 $\frac{B}{D}|$ 를 가져야 해서 모순이다. 따라서 여자 Q의 2n인 세포는 IV이다. 즉 여자 Q는 aa, $\frac{B}{d}||^{b}_{D}$ 이다.
③ 여자 Q가 aa, $\frac{B}{d}||^{b}_{D}$ 이므로, 여자 Q의 핵상이 n인 세포는 a, $\frac{B}{d}|$ 또는 a, $|^{b}_{D}$ 를 가져야 한다. 따라서 여자 Q의 핵상이 n인 세포는 III이고, ⓐ는 ×이다. 남은 I과 II는 모두 남자 P의 세포인데, I에는 B가 없고 II에는 B가 있으므로 남자 P의 핵상이 2n인 세포는 II이고, 핵상이 n인 세포는 I이다. 즉 남자 P는 A_, $\frac{B}{d}||Y$ 이다.

ㄱ. ⓐ는 ×이다. (○)
ㄴ. III은 여자 Q의 세포이다. (×)
ㄷ. 여자 Q의 ㉣의 유전자형은 BbDd이다. (○)

8. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 18번 (답: ㄱㄴ)
① (가)~(라)의 핵상은 순서대로 2n, n, n, 2n이다. A와 a는 X 염색체 유전자이고, B와 b는 상염색체 유전자이다.
② 이 동물 종은 2n=6인데, 핵상이 2n인 (가)에 6개의 염색체가 있고, 핵상이 n인 (나)에 2개의 염색체가 있다. 따라서 ㉠은 X 염색체이고, (가)는 암컷의 세포이며, (라)는 수컷의 세포이다. 또한 (나)는 Y 염색체를 가져야 하므로 수컷의 세포이다.
③ (가)~(라) 중 I의 세포가 2개, III의 세포가 1개인데, I과 III의 성별이 같으므로 (가)~(라) 중 3개의 세포는 같은 성별의 세포이다. 그런데 (가)가 암컷이고, (나)와 (라)가 수컷이므로, I과 III은 수컷이고, (가)는 암컷 II의 세포이며, (다)도 수컷의 세포이다.
④ 암컷 II는 AA, Bb이다. (다)에는 a가 있고, (라)는 AY, BB인데, (라)가 수컷 I의 세포라면 I~III이 모두 a를 가질 수 없으므로 (라)는 수컷 III의 세포이다. 남은 (나)와 (다)는 모두 수컷 I의 세포가 되므로, 수컷 I은 aY, Bb이다.

ㄱ. ㉠은 X 염색체이다. (○)
ㄴ. (다)는 수컷 I의 세포이다. (○)
ㄷ. III은 BB이므로, III에는 b가 없다. (×)

9. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 11번 (답: ㄴㄷ)
① (가)는 염색체 수가 46이므로 핵상이 2n이다. 핵상이 2n인 세포에 6번 염색체와 X 염색체는 반드시 존재해야 하므로, ⓒ는 Y 염색체이고, (가)는 여자 Q의 핵상이 2n인 세포이다. ⓒ(Y 염색체)를 가지는 (나)와 (다)는 남자 P의 세포가 된다. 남은 (라)는 여자 Q의 핵상이 n인 세포이다.
② (다)는 염색체 수가 23이므로 남자 P의 핵상이 n인 세포이다. (다)는 Y 염색체(ⓒ)를 가지므로, X 염색체를 가질 수 없다. 따라서 ⓐ는 X 염색체이고, ⓑ는 6번 염색체이다. 남은 (나)는 남자 P의 핵상이 2n인 세포가 된다.

ㄱ. ⓐ는 X 염색체이다. (×)
ㄴ. (가)는 여자 Q의 세포이다. (○)
ㄷ. (다)와 (라)의 핵상은 n으로 같다. (○)

10. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 16번 (답: ㄷ)
① ㉠과 ㉣은 대립 유전자이고, ㉡과 ㉢도 대립 유전자이다. I~III은 2n(4)가 아니므로, 각 세포에서 ㉠+㉣과 ㉡+㉢은 4가 될 수 없다. 따라서 ⓑ와 ⓒ는 4가 아니므로, ⓐ가 4이다.
② (가)에서 ㉠+㉡이 4인데, (가)는 2n(4)가 아니므로 ㉠과 ㉡이 모두 2이다. 따라서 ⓑ는 2이고, 남은 ⓒ는 0이다. ㉢+㉣이 (가)에서 0이고 (나)에서 1이므로 (가)는 n(2)인 II이고, ㉠+㉡이 (다)에서 0이고 (나)에서 2이므로 (다)는 n(1)인 III이다. 남은 (나)는 2n(2)인 I이 된다.
③ I과 III에서 ㉠~㉣의 DNA 상대량을 재배치하면 다음과 같다.

	㉠	㉡	㉢	㉣
(가)=II	2	2	0	0
(나)=I				
(다)=III	0	0	0	

II(n(2))와 III(n(1))은 서로 반대 방향에 있으므로, I에서 ㉠, ㉡, ㉢의 DNA 상대량은 각각 1, 1, 0이다. 재배치를 마무리하면 다음과 같다.

	㉠	㉡	㉢	㉣
(가)=II	2	2	0	0
(나)=I	1	1	0	1
(다)=III	0	0	0	1

④ 2n(2)인 I에서 ㉠+㉣이 2이고 ㉡+㉢이 1이므로, P는 남자이고, ㉠과 ㉣은 상염색체 유전자이며, ㉡과 ㉢은 X 염색체 유전자이다. (나)와 (다)에 모두 A가 있으므로 ㉣은 A이고, 자동으로 ㉠은 a가 된다. 또한 (가)와 (나)에 모두 B가 있으므로 ㉡은 B이고, 자동으로 ㉢은 b가 된다.

ㄱ. ⓐ+ⓑ=6이다. (×)
ㄴ. ㉠은 a이다. (×)
ㄷ. III은 X 염색체 유전자인 B와 b를 모두 갖지 않으므로, III에는 Y 염색체가 있다. (○)

5. 여러 가지 유전

1. 2025년 3월 교육청 모의고사 18번 (답: 1/4)

① AA와 AD의 표현형이 같고, BB와 BD의 표현형이 같으며, (가)의 표현형은 4가지이므로 (가)의 우열 관계는 A = B > D 이다.

② I은 A(1)|D(?), 1|1 이고, II는 D(0)|?(0), 1|0 이다. 편의상 (가)와 (나)의 유전자가 연관되어 있는 염색체를 1번 염색체, (나)의 유전자만 있는 염색체를 2번 염색체라고 하자. 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수가 2이므로, 도수분포표를 고려하면 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 (가)의 표현형 가짓수는 2 이하이다. II가 DB이면 자손의 (가)의 표현형 가짓수가 4가 되므로, II는 DB가 아니다.

③ II가 DD인 경우, 자손의 (가)의 표현형이 A일 때와 D일 때의 표현형 가짓수가 같다. ⓐ의 (가)와 (나)의 표현형은 5가지가 나와야 하므로, 대칭성에 의해 II는 DD일 수 없다. 따라서 II는 DA이다.

④ I이 A(1)|D(1)이면, 부모의 1번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 (나)의 표현형이 (1)로 고정되므로, 1번 염색체 사이에서 나오는 자손의 표현형은 A(1)과 D(1)뿐이다. 이 경우 ⓐ의 (가)와 (나)의 표현형을 5가지로 만들 수 없으므로, I은 A(1)|D(0)이다.

⑤ 도수분포표를 그려보면 다음과 같다.

		1	1
		(2)	(1)
2	A(1)	A(3)	A(2)
1	A(0)	A(2)	A(1)
1	D(0)	D(2)	D(1)

따라서 ⓐ의 (가)와 (나)의 표현형이 I과 같은 A(3)일 확률은 1/4이다.

2. 2025년 5월 교육청 모의고사 15번 (답: ㄱ)

① X 염색체 유전자인 D와 d를 모두 갖는 III은 여자 Q의 핵상이 2n인 세포이다. III(여자 Q의 핵상이 2n인 세포)에는 a가 없는데 II와 IV에는 모두 a가 있으므로, II와 IV는 남자 P의 세포이다. II에는 d가 있는데 IV에는 d가 없으므로, IV의 핵상은 n이다. (IV는 D와 d가 모두 없으므로 남자의 핵상이 n인 세포라고 해도 된다.)

② II와 IV를 참고하면 남자 P는 $\frac{?}{B}||\frac{a}{b}$, dY(핵상이 n인 IV에 a와 b가 모두 있으므로, a와 b는 연관된 상태로 존재한다.)이고, III을 참고하면 여자 Q는 $\frac{A}{?}||\frac{A}{?}$, Dd이다. 따라서 ⓐ에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형이 2가지이므로, ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형도 2가지이다.

③ 남자 P와 여자 Q의 ㉠의 합이 4인데, 만약 남자 P가 aa이고 여자 Q가 Bb이면 남자 P는 1|0, 여자 Q는 2|1 이 되어 ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 3가지가 되므로, 남자 P는 Aa이고 여자 Q는 bb이다. 즉 남자 P는 $\frac{A}{B}||\frac{a}{b}$, dY 이고, 여자 Q는 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}$, Dd 이다. 그런데 남자 P의 세포인 II에 a와 B가 모두 존재하므로, II의 핵상은 2n이다. 또한 A는 존재하고 B는 존재하지 않는 세포 I은 남자 P의 세포가 될 수 없으므로, 여자 Q의 세포이고, d가 없으므로 핵상은 n이다.

ㄱ. I은 여자 Q의 세포이다. (○)

ㄴ. 여자 Q가 bb이므로, III은 B와 b 중 b만 갖는다. (×)

ㄷ. II의 핵상은 2n, IV의 핵상은 n으로, 서로 다르다. (×)

3. 2025년 7월 교육청 모의고사 16번 (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 (가)의 우열 관계는 A > a 이다. Q가 aa인 경우, 자손의 (가)의 표현형이 우성일 때와 열성일 때의 표현형 가짓수가 같다. 자손에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 9가지이므로, 대칭성에 의해 Q는 aa일 수 없다. 따라서 Q는 Aa이다.

② 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수를 x라고 하자. 부모가 모두 Aa이므로, 자손의 (가)의 표현형이 열성일 때 나타날 수 있는 표현형의 가짓수는 x이고, 자손의 (가)의 표현형이 우성일 때 나타날 수 있는 표현형의 가짓수는 x~3x이다. 이때 자손에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 9가지이므로, x로 가능한 값은 3과 4이다. 즉 P와 Q는 2번 염색체를 부정형으로 가져야 한다(확정형으로 가질 수 없다).

③ 남자 P는 ㉠과 ㉡을 모두 가지므로 Bb이다. 그런데 남자 P의 (나)의 표현형은 (4)이므로, 남자 P의 2번 염색체는 2|1 이다. 여자 Q는 ㉡만 2개 가지므로 BB 또는 bb이다. 여자 Q의 (나)의 표현형은 (2)이므로, 여자 Q의 2번 염색체가 부정형이려면, ㉡은 b가 되어야 한다. 자동으로 ㉠은 B가 된다. 또한 여자 Q의 2번 염색체는 2|0 이 되어야 한다. 즉 남자 P와 여자 Q의 2번 염색체가 각각 2|1 과 2|0 이므로, x는 4이다.

ㄱ. ㉠은 B이다. (○)
ㄴ. Q의 (가)의 유전자형은 Aa로, 이형 접합성이다. (×)
ㄷ. P는 A(1)|a(0), 2|1 이고, Q는 A(0)|a(0), 2|0 이다. 도수분포표를 그려보자.

		1	1	1	1
		(4)	(3)	(2)	(1)
2	우성(1)	×	○	×	×
1	우성(0)	○	×	×	×
1	열성(0)	×	×	×	×

따라서 P와 Q 사이에서 태어난 자손의 표현형이 P와 같은 우성(4)일 확률은 3/16이다. (×)

4. 2025년 10월 교육청 모의고사 19번 (답: ㄴㄷ)
① (나)의 우열 관계는 E = F > G 이다. ⓐ의 (가)와 (나)의 표현형이 P와 같은 E(3)이 될 확률이 1/16이다. (나)의 유전자가 9번 염색체에 있다면 11번 염색체는 Dd × Dd이므로 (2) : (1) : (0) = 1 : 2 : 1 이고, (나)의 유전자가 11번 염색체에 있다면 분모가 16이어서 9번 염색체는 $\frac{A}{B}||\frac{a}{b} \times \frac{A}{B}||\frac{a}{b}$ 이므로 (4) : (2) : (0) = 1 : 2 : 1 이다 (이형 염색체 논리). 후자의 경우 11번 염색체에서 E(3)이 나올 수 없으므로 모순이다.
② 즉 전자가 정답인데, 이 경우 9번 염색체에서 E(3)이 나올 수는 없으므로 E(1)이 나와야 1/16을 만들 수 있다. 따라서 P는 E(1)|G(1), 1|0 이고, Q에게서 A, B, F를 모두 갖는 난자가 형성될 수 있으므로 Q는 F(2)|G(0), 1|0 이다. 도수분포표를 그리면 다음과 같다.

		1	2	1
		(2)	(1)	(0)
1	E(1)	E(3)	E(2)	E(1)
1	G(1)	G(3)	G(2)	G(1)
1	EF(3)	EF(5)	EF(4)	EF(3)
1	F(3)	F(5)	F(4)	F(3)

※ 해설의 편의를 위해 표 내부(E(3)~F(3))를 채웠지만, 실전에서는 채우지 않아도 무방하다.

ㄱ. (나)의 유전자는 9번 염색체에 있다. (×)
ㄴ. (가)에 대해서 P는 1|1, 1|0 이고 Q는 2|0, 1|0 이므로, ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 최대 5가지이다. (○)
ㄷ. 유전자형이 AaBbddGG인 사람, 즉 표현형이 G(2)인 사람과 ⓐ의 표현형이 같을 확률은 1/8이다. (○)

5. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 14번 (답: 9/32)
① P는 1|0, 1|0, 1|0, EF이고, Q는 1|?, ?|0, 1|0, FG이다. ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 10가지이므로, ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 5가지이고, (나)의 표현형은 2가지이다.
② ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 5가지이므로, 부모의 기본 부정형은 1|0, 1|0, 1|0, 1|0 인데, P와 Q에 이미 1|0 이 4개 있으므로, 나머지는 확정형이 되어야 한다. 따라서 Q는 1|1, 이0, 1|0 이다. 즉 ㉠는 A이고, ㉡은 b이다. 또한 ⓐ에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형이 2가지이므로, 부모에서 겹치는 유전자인 F는 최열성 유전자가 아니다.
③ ⓐ의 표현형이 aaBBddEE와 같을 확률, 즉 ⓐ의 표현형이 (2), E일 확률이 1/16인데, ⓐ의 (가)의 표현형이 (2)일 확률은 ${}_4C_1/2^4$, 즉 1/4이므로, ⓐ의 (나)의 표현형이 E일 확률도 1/4이다. E가 최우성 유전자라면 확률이 최소 1/2이었어야 하므로 E는 최우성 유전자가 아니고, ⓐ의 (나)의 유전자형이 EE가 될 수 없으므로 E는 최열성 유전자도 아니다. 그런데 F도 최열성 유전자가 아니므로, (나)의 우열 관계는 F > E > G 이다.
④ P는 1|0, 1|0, 1|0, EF이고, Q는 1|1, 이0, 1|0, FG이다. 따라서 ⓐ의 (가)의 표현형이 Q와 같은 (3)일 확률은 ${}_4C_2/2^4$, 즉 3/8이고, ⓐ의 (나)의 표현형이 Q와 같은 F일 확률은 3/4이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 9/32 이다.

6. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 18번 (답: 1/8)

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

① EG와 EE의 표현형이 같고, FG와 FF의 표현형이 같으며, (나)의 표현형은 4가지이므로 (나)의 우열 관계는 E = F > G 이다. P는 ㉠(1)이㉡(0), 1이0 이고, Q는 F(1)이㉠(0), 1이0 이다. 즉 부모의 2번 염색체 사이에서 나올 수 있는 자손의 표현형 가짓수는 3이다.

② 1번 염색체에서, (나)의 표현형이 같은 자손끼리의 다인자 간격은 최대 2이다. 또한 부모가 모두 Aa임을 고려하면, 자손 중 다인자 간격이 2가 될 수 있는 (나)의 표현형은 최대 1가지이다. 즉 1번 염색체에서 자손의 (나)의 표현형이 2가지만 나온다면, 5+5도 불가능하고, 7+3도 불가능하므로 ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형 가짓수를 10으로 만들 수 없다. 또한 1번 염색체에서 자손의 (나)의 표현형이 4가지 나온다면, 겹치는 것이 없으므로 ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형 가짓수는 4×3=12이다. 따라서 1번 염색체에서 자손의 (나)의 표현형은 3가지이다. 이 경우 4+3+3으로 ⓐ에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형 가짓수를 10으로 만들 수 있다.

③ 1번 염색체에서 자손의 (나)의 표현형이 3가지가 되려면, 부모는 모두 (나)에 대해서 이형 접합이어야 하는데, EG×FG는 자손의 (나)의 표현형이 4가지가 되는 교배이므로, 가능한 조합은 EF×EF 또는 EF×EG 또는 EF×FG이다. 4+3+3에서 4가 나오려면 2 : 1 : 1 중 2의 비율로 나오는 (나)의 표현형에 대해서 다인자 간격이 1이어야 하는데, EF×EF의 경우 P와 Q가 모두 Aa이기에 불가능하다. 즉 가능한 조합은 EF×EG 또는 EF×FG인데, 부모는 ㉠㉡×F㉠이므로, ㉠은 E이고, ㉡은 G이다.

④ 도수분포표를 그리면 다음과 같다.

		1	2	1
		(2)	(1)	(0)
1	E(1)	E(3)	E(2)	E(1)
1	E(0)	E(2)	E(1)	E(0)
1	EF(2)	EF(4)	EF(3)	EF(2)
1	F(1)	F(3)	F(2)	F(1)

※ 해설의 편의를 위해 표 내부(E(3)~F(1))를 채웠지만, 실전에서는 채우지 않아도 무방하다.

따라서 ⓐ가 유전자형이 AAbbFF인 사람, 즉 (가)와 (나)의 표현형이 F(2)인 사람과 표현형이 같을 확률은 1/8이다.

6. 가계도 분석

1. 2025년 3월 교육청 모의고사 19번 (답: ㄱㄷ)
① (가)에 대해서 4(엄마)는 병인데 6(아들)은 정상이므로 (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이 아니다. (4와 6의 관계 대신 5와 3의 관계를 봐도 된다.) 또한 (나)에 대해서 6(아들)은 병인데 4(엄마)는 정상이므로 (나)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다.
② (가)에 대해서 병인 1과 (가)에 대해서 정상인 6이 모두 hh가 될 수 없으므로, (가)는 우성 일반 유전도 아니고 열성 일반 유전도 아니다. 따라서 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이다. 자동으로 (나)는 일반 유전이 된다.
③ 1은 HY이고, 4는 Hh이며, 6은 hY이다. 따라서 1, 4, 6에서 ㉠의 DNA 상대량은 각각 1, 1, 0이다. 6은 ㉠을 갖지 않는데 (나)에 대해서 병이므로 ㉠은 정상 유전자이고, 1과 4는 (나)의 유전자형이 이형 접합인데 (나)에 대해서 정상이므로 (나)는 열성 형질이다. 따라서 ㉠은 T이다.
④ 2가 hh이므로 ⓐ는 h를 갖는다. 따라서 ⓐ는 h가 1이고, ㉠(T)이 0이다. 즉 ⓐ는 hY, tt이다.

ㄱ. (나)의 유전자는 상염색체에 있다. (○)
ㄴ. 이 가계도 구성원 중 H와 T를 모두 갖는 사람, 즉 (가)에 대해서는 병이고 (나)에 대해서는 정상인 사람은 1, 4, 7의 3명이다. (×)
ㄷ. ⓐ는 hY, tt이고, 3이 hY이므로 5는 Hh, tt이다. 따라서 ⓐ와 5 사이에서 태어난 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 1/2, (나)가 발현될 확률은 1이므로 구하는 확률은 두 확률을 곱한 1/2이다. (○)

2. 2025년 5월 교육청 모의고사 19번 (답: ㄴ)
① ㉠에 대해서 3과 4(부모)는 모두 정상인데 8(자손)은 병이고, 2(엄마)는 병인데 5(아들)는 정상이므로, ㉠은 열성 일반 유전이다. 자동으로 ㉡은 X 염색체 반성 유전이 되는데, ㉡에 대해서 2(엄마)는 병인데 5(아들)는 정상이므로, ㉡은 우성 X 염색체 반성 유전이다.
② 4와 7은 ㉠의 표현형이 서로 같고 ㉡의 표현형이 서로 다른데, 4와 7에서 우성 유전자인 A의 유무가 서로 다르므로, (가)는 ㉡이고, (나)는 ㉠이다. (가)(㉡)에 대해서 4는 aa이고, 7은 Aa이므로, I은 4이고, II는 7이다. 또한 (나)(㉠)에 대해서 8이 bb여서 4는 Bb이므로, ⓐ는 1이다.
ㄱ. ⓐ는 1이다. (×)
ㄴ. (가)(㉡)의 유전자는 X 염색체에 있다. (○)
ㄷ. 6의 (가)(㉡)의 유전자형은 aY이고, (나)(㉠)의 유전자형은 bb이다. 7(II)의 (가)(㉡)의 유전자형은 Aa이고, (나)(㉠)의 유전자형은 표에 의해 Bb이다. 따라서 6과 7 사이에서 태어난 아이에게서 (가)(㉡)가 발현될 확률은 3/4이고, (나)(㉠)가 발현될 확률은 1/2이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 3/8이다. (×)

3. 2025년 7월 교육청 모의고사 11번 (답: ㄱㄷ)
① (가)에 대해서 5(아빠)는 병인데 6(딸)은 정상이므로 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다. (나)에 대해서 1(아빠)은 병인데 4(딸)는 정상이므로 (나)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다. (1과 4의 관계 대신 3과 2의 관계를 봐도 된다.)
② 1은 a=1, b=0이거나 a=0, b=1이다. 그런데 1은 4와 (나)의 표현형이 달라서 BB(우성 동형 접합)가 될 수 없다. 또한 1이 BY이더라도 4에게 B를 물려주어서 1과 4의 (나)의 표현형이 같았어야 하므로, 1은 a=0, b=1이다.
③ 1은 3와 (가)의 표현형이 달라서 AA(우성 동형 접합)가 될 수 없다. 따라서 1은 AY이고, (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이다. 이때 (나)도 X 염색체에 있었다면, ㉠~㉢의 후보인 3과 7에서 (a+b)+B는 최대 2이다. 그런데 ㉡과 ㉢에서 (a+b)+B는 3이므로, (나)는 일반 유전이다. 1에서 b=1이므로 1은 Bb이고, 따라서 (나)는 우성 일반 유전이다.
④ 2가 aa, bb이므로 3은 aY, Bb이고, 4는 Aa, bb이다. 또한 7은 AY, bb이다. 따라서 ㉠은 7, ㉡은 3, ㉢은 4이다.

ㄱ. ㉢은 4이다. (○)
ㄴ. 7이 bb이므로 5는 aY, Bb이다. 따라서 5에게서 A와 b를 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다. (×)
ㄷ. 4는 Aa, bb이고, 5는 aY, Bb이다. 따라서 4와 5 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 1/2, (나)가 발현될 확률도 1/2이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 1/4이다. (○)

4. 2025년 10월 교육청 모의고사 17번 (답: ㄱ)
① (나)에 대해서 4(엄마)는 병인데 5(아들)는 정상이므로 (나)는 열성 X 염색체 반성 유전이 아니다.
② 2가 T를 가지므로, (나)는 우성 형질이다. 따라서 (나)에 대해서 정상인 5는 T를 갖지 않으므로, ㉢은 0이다. 5는 h가 0(㉢)이므로 H만 갖는데, HH(우성 동형 접합)가 아니므로 HY이다. 즉 (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이고, (나)는 우성 X 염색체 반성 유전이다. 2가 hh이므로 ㉠은 2이고, ㉡은 1이다.
③ ⓐ는 T를 가지는데, 6이 tt이므로 ⓐ는 Tt이다. 즉 ⓐ가 여자이고, ⓑ가 남자이다.

ㄱ. ㉡은 1이다. (○)
ㄴ. 1이 $\frac{H}{t}||Y$ 이고 2가 hh이므로 ⓐ는 $\frac{h}{T}||\frac{H}{t}$ 이다. 또한 5가 $\frac{H}{t}||Y$ 이므로 4는 $\frac{H}{t}||\frac{h}{T}$ 인데, 6이 tt라서 ⓑ는 tY이므로, ⓑ는 $\frac{H}{t}||Y$ 이다. 따라서 6은 ⓐ와 ⓑ에게 모두 $\frac{H}{t}|$를 물려받으므로, HH이다. 따라서 6의 (가)의 유전자형은 동형 접합성이다. (×)
ㄷ. ⓐ는 $\frac{h}{T}||\frac{H}{t}$ 이고, ⓑ는 $\frac{H}{t}||Y$ 이다. 따라서 ⓐ와 ⓑ 사이에서 (가)만 발현된 자손이 태어날 확률은 0이다. (×)

5. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 19번 (답: ㄴㄷ)
① (가)에 대해서 1(아빠)은 병인데 3(딸)은 정상이므로 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다.
② 2와 ⓐ중 1명은 H+㉮가 0, 즉 (나)에 대해서 동형 접합인데, 2와 ⓐ는 모두 (나)에 대해서 TT(우성 동형 접합)가 될 수 없으므로, ㉮는 T이다.
③ 2와 ⓐ에서 H+T(㉮)가 0 또는 2인데, 2와 ⓐ는 부모-자손 관계이므로, 특정 유전자의 DNA 상대량이 2-0 관계가 될 수 없다. 2와 ⓐ 중 한 명은 H, T가 모두 0이므로, 따라서 나머지 한 명은 H, T가 모두 1이다. 이때 2와 ⓐ는 H와 T(우성 유전자)의 유무가 서로 다르므로, (가)와 (나)의 표현형이 모두 다르다. 즉 ⓐ는 (가)와 (나)에 대해서 모두 병이다.
④ ⓐ(엄마)는 (가)와 (나)에 대해서 모두 병인데 5(아들)는 (가)와 (나)에 대해서 모두 정상이므로, (가)와 (나)는 모두 열성 X 염색체 반성 유전이 아니다. 그런데 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니므로 일반 유전이고, 자동으로 (나)는 X 염색체 반성 유전이 되는데, 열성 X 염색체 반성 유전이 아니므로 우성 X 염색체 반성 유전이다.
⑤ 2는 tt이고, 3과 ⓐ는 Tt이므로 ㉠은 0이고, ㉡은 2이다. 따라서 H의 DNA 상대량은 2, 3, ⓐ에서 각각 0, 0, 1이므로, (가)는 우성 일반 유전이다.

ㄱ. ㉮는 T이다. (×)
ㄴ. ㉡은 2이다. (○)
ㄷ. ⓐ에게서 (가)와 (나)가 모두 발현되었다. (○)

※ 좋은 문제이고, 반드시 논리적인 풀이를 할 수 있어야 한다. 다만 실전에서는 그냥 ㉠과 ㉡ 중 누가 0이고 누가 2인지에 대해서 귀류를 쓰는 것이 더 빠를 수도 있는 문제이다.

6. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 19번 (답: ㄱ)
① (나)에 대해서 1과 2(부모)는 정상인데 6(자손)은 병이므로 (나)는 열성 형질이고, 7(딸)은 병인데 3(아빠)은 정상이므로 (나)는 열성 X 염색체 반성 유전이 아니다. 따라서 (나)는 열성 일반 유전이다. (가)에 대해서 2(엄마)는 병인데 5(아들)는 정상이므로 (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이 아니다.
② 5, 6, 7의 (나)의 유전자형은 각각 T_, tt, tt이고, ⓐ와 ⓑ는 (나)의 발현 여부가 서로 다르므로 (나)의 유전자형이 각각 T_와 tt 중 하나이다. ⓑ가 T_이면 분수 조건에서 분모가 최대 3, 분자는 최소 4가 되므로, ⓑ가 tt이고, ⓐ가 T_이다. 이때 분모는 4이므로, 분자가 4가 되려면 5와 ⓐ는 모두 Tt가 되어야 한다. 또한 ⓐ가 T_이고 ⓑ가 tt이므로, ⓐ는 (가)와 (나) 중 (가)만 발현되었고, ⓑ는 (가)와 (나) 중 (나)만 발현되었다.
③ ㉠~㉣의 혈액형 표현형이 모두 다른데, ㉣만 동형접합성이므로, ㉣은 OO이고, 남은 ㉠~㉢은 각각 AO, BO, AB 중 하나이다. 부모-자손의 AB형-O형 관계는 불가능하므로, ⓐ, 3, 4는 AB형이 아니다. 따라서 ㉢이 AB이다. 또한 ⓐ의 혈액은 항 A 혈청에 응집 반응을 나타내므로, ㉡이 AO이고, 남은 ㉠이 BO이다.
④ ABO식 혈액형의 유전자형을 가계도에 모두 써두고, 유전자의 이동을 관찰하자. 2-6-ⓐ-8이 모두 O를 공유한다. 만약 (나)가 ABO식 혈액형과 연관이라면 이 O에 연관된 유전자는 t인데, ⓑ가 tt이고 8이 Tt라서 ⓐ는 8에게 T를 주어야 하므로, (가)가 ABO식 혈액형과 연관이다.
⑤ 2와 5의 (가)의 표현형이 다르므로, 2와 5는 $\frac{A}{h}|$ 를 공유한다. 1과 6의 (가)의 표현형이 다르므로, 1과 6은 $\frac{B}{h}|$ 를 공유한다. 그런데 이 $\frac{B}{h}|$ 를 5도 가지므로, 5는 $\frac{A}{h}||\frac{B}{h}$ 이다. 5에게서 (가)가 발현되지 않았으므로, (가)는 우성 일반 유전이다.

ㄱ. (가)는 우성 형질이다. (○
ㄴ. 이 가계도 구성원 중 H를 갖는 사람, 즉 (가)에 대해서 병인 사람은 2, 3, 6, ⓐ, 7, 8의 6명이다. 이 중 6과 7은 tt이고, 6이 tt이므로 2는 t를 갖고, 7이 tt이므로 3은 t를 가지며, ⓑ가 tt이므로 8은 t를 갖고, ⓐ는 Tt라고 구해두었다. 따라서 이 가계도 구성원 중 H와 t를 모두 갖는 사람은 6명이다. (x)
ㄷ. ⓑ는 $\frac{O}{h}||\frac{O}{h}$, tt이고, 8이 $\frac{O}{H}||\frac{O}{h}$ 이고 1이 hh이므로 ⓐ는 $\frac{A}{h}||\frac{O}{H}$, Tt이다. 따라서 ⓐ와 ⓑ 사이에서 태어난 아이에게서 ABO식 혈액형과 (가)와 (나)의 표현형이 모두 ⓐ와 같은, 즉 A형이고 (가)와 (나) 중 (가)만 발현된 아이가 태어날 확률은 0이다. (x)

※ 2017학년도 9평, 수능에서 나온 혈액형 가계도 문제와 유사한 논리를 사용할 수 있다. 만약 ㉡이 ABO식 혈액형과 연관이면, ㉠은 열성 X 염색체 반성 유전이 아니라는 것 외에는 특별한 정보가 없어서 ㉠을 결정할 수 없기에, 실전에서는 바로 ㉠이 ABO식 혈액형과 연관이라고 구하면 된다.

7. 돌연변이

1. 2025년 3월 교육청 모의고사 10번 (답: ㄱㄷ)
① 적록 색맹은 열성 X 염색체 반성 유전이다. 따라서 6은 aY이고, 클라인펠터 증후군인 7은 aaY이다.
② 비분리는 6에게서 일어났으므로, 6은 7에게 감수 1분열 비분리를 통해 aY를 주었고, 5는 7에게 정상적으로 a를 주었다. 즉 5는 Aa이다.

ㄱ. ㉠에는 a가 있다. (○)
ㄴ. 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. (x)
ㄷ. 1이 AY이고 5가 Aa이므로 2는 Aa이다. 또한 6이 aY이므로 4는 Aa이다. 따라서 2와 4의 적록 색맹에 대한 유전자형은 서로 같다. (○)

2. 2025년 5월 교육청 모의고사 17번 (답: ㄱㄴㄷ)
① (가)의 우열 관계는 D(㉠) > E(㉡) > F(㉢) 이다.
② (나)에 대해서 부모는 모두 정상인데 자녀 1은 (나)에 대해서 병이고, 자녀 1(딸)은 병인데 아버지는 정상이므로 (나)는 열성 일반 유전이다. 자동으로 (다)는 X 염색체 반성 유전이 된다. 이때 (다)에 대해서 동형 접합인 어머니가 자녀 3에게 정상적으로 (다)의 유전자를 물려주는데, 어머니와 자녀 3의 (다)의 표현형이 서로 다르므로, 어머니는 TT(우성 동형 접합)가 아니라 tt이다. 어머니는 (다)에 대해서 정상이므로, (다)는 우성 X 염색체 반성 유전이다.
③ 자녀 1이 hh이므로, 부모는 모두 Hh이다. 핵형이 정상인 자녀 2도 hh인데, 만약 자녀 2가 부모로부터 (가)와 (나)가 연관된 상염색체를 정상적으로 받았다면 자녀 1과 (가)와 (나)의 표현형과 유전자형이 같았어야 하므로, 자녀 2는 (가)와 (나)가 연관된 상염색체를 부모 중 1명으로부터 감수 2분열 비분리를 통해 비정상적으로 받았다. 한편 아버지가 TY이고, 어머니가 tt인데 자녀 3(남자)에게서 (다)가 발현되었으므로, 자녀 3은 감수 1분열 비분리를 통해 아버지에게서 T와 Y를 모두 받은 TtY이다.
④ 자녀 3은 (가)와 (나)가 연관된 상염색체를 부모로부터 정상적으로 받았으므로 (가)의 유전자형은 FF이고, 부모도 모두 F를 갖는다. 즉 아버지는 DF이고, 어머니는 EF이다. 이때 자녀 1은 (가)의 표현형이 E이고, (나)의 유전자형이 hh이므로, 아버지는 $\frac{D}{H}||^{F}_{h}$, TY이고, 어머니는 $\frac{F}{H}||^{E}_{h}$, tt이다. 따라서 자녀 1(여자)은 $\frac{E}{h}||^{F}_{h}$, Tt이고, 자녀 2(여자)는 $\frac{F}{h}||^{F}_{h}$, Tt이며, 자녀 3(남자)은 $\frac{F}{H}||^{F}_{h}$, TtY이다.

ㄱ. 자녀 1은 $\frac{E}{h}||^{F}_{h}$, Tt이므로, 자녀 1에게서 F, h, t를 모두 갖는 생식세포가 형성될 수 있다. (○)
ㄴ. 자녀 1과 자녀 2의 (다)의 유전자형은 Tt로 같다. (○)
ㄷ. ㉢의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. (○)

3. 2025년 7월 교육청 모의고사 20번 (답: ㄱ)
① (나)에 대해서 부모는 정상인데 자녀 1은 병이므로 (나)는 열성 일반 유전이고, (다)에 대해서 부모는 병인데 자녀 1은 정상이므로 (다)는 우성 일반 유전이다. 따라서 자녀 1은 (?bd)/(?bd) 이고, 부모는 모두 (?BD)/(?bd) 이다.
② 어머니는 자녀 1과 (가)의 표현형이 다르므로, (abd)를 공유한다. 자녀 2는 (다)에 대해서 정상이므로 dd인데, 아버지로부터는 정상적으로 염색체를 물려받았으므로, 아버지로부터 (?bd)를 물려받았다. 아버지의 (?bd)는 자녀 1도 갖는데, 자녀 1과 자녀 2는 (가)의 표현형이 다르므로, 아버지, 자녀 1, 자녀 2는 (abd)를 공유한다. 따라서 자녀 1은 (abd)/(abd) 인데 (가)에 대해서 정상이므로, (가)는 우성 형질이다.
③ 표현형을 고려하면, 어머니는 (ABD)/(abd) 이고, 자녀 2는 (ABd)/(abd) 이다. 따라서 어머니의 난자 형성 과정에서 (ABD) 의 D가 d로 치환되었다. 즉 ㉠은 D이고, ㉡은 d이다.

ㄱ. ㉡은 d이다. (○)
ㄴ. (가)는 우성 형질이다. (x)
ㄷ. 어머니와 자녀 2는 모두 Bb로, (나)의 유전자형은 서로 같다. (x)

4. 2025년 10월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄴ)
① 자녀 3이 클라인펠터 증후군이므로 비분리는 성염색체에서 일어났다. 이 가족 구성원의 a의 합은 A의 합의 3배인데, 만약 (가)가 일반 유전이라면 모든 구성원을 합쳐서 A+a가 10이므로, a의 합이 A의 합의 3배가 될 수 없다. (치환은 핵형이 정상이라 A+a 값에 영향을 미치지 않는다.) 따라서 (가)는 X 염색체 반성 유전이고, (나)는 일반 유전이다.
② A+a의 값은 아버지가 1, 어머니가 2, 자녀 3(클라인펠터 증후군)이 2이다. 따라서 모든 구성원을 합쳐서 A+a는 최소 7, 최대 9이다. 즉 이 가족 구성원의 a의 합은 6이고, A의 합은 2이다.
③ 이 가족 구성원 중 (가)에 대해서 병인 사람이 3명이고, 정상인 사람이 2명이다. 따라서 (가)에 대해서 정상인 2명이 A를 1개씩 나눠 가져야 한다. 즉 (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이고, (나)는 우성 일반 유전이다. 이때 아버지가 (가)에 대해서 병이면 부모-자녀 2 관계에 의해 (가)가 우성 형질이 되어야 하므로, 아버지가 (가)에 대해서 정상이고, 자녀 1이 (가)에 대해서 병이다(모순 방지 논리). 즉 ⓐ는 x이고, ⓑ는 ○이다. 아버지는 AY이고, 어머니는 aa이다. 자녀 1은 a만 가지므로 aY이고, 자녀 2는 A를 가지므로 Aa이다. 이 가족 구성원에서 a의 합은 6이므로, 자녀 3은 aaY이다.
④ (나)는 우성 일반 유전이므로 부모는 모두 bb인데, 자녀 3이 B를 갖는다. 따라서 부모 중 한 명에게서 b가 B로 바뀌는 돌연변이가 일어났다. 즉 ㉠이 b이고, ㉡이 B이다. 즉 아버지가 AY이고 어머니가 aa인데 자녀 3이 aaY인 것은 비분리에 의해서만 발생한 것이므로, 자녀 3은 어머니에게서 a를 2개 물려받았다. 즉 비분리가 발생한 P는 난자이고, 치환이 발생한 Q는 정자이다.

ㄱ. (가)는 열성 형질이다. (x)
ㄴ. P는 어머니에게서 형성되었다. (○)
ㄷ. ㉡은 B이다. (x)

5. 2026학년도 6월 평가원 모의고사 17번 (답: ㄱㄴ)
① (나)에 대해서 부모는 모두 병인데 자녀 3은 정상이므로 (나)는 우성 형질이다. (가)에 대해서 아버지는 병인데 자녀 1(딸)은 정상이므로 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다. (아버지와 자녀 1의 관계 대신 자녀 3과 어머니의 관계를 봐도 된다.) 또한 (다)에 대해서 자녀 3(아들)은 병인데 어머니는 정상이므로 (다)도 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다. 이때 (가)~(다)가 모두 X 염색체 연관이면 (가)와 (다)가 모두 열성 형질이 되어 모순이므로, (가)~(다)는 상염색체 연관이다.
② (나)의 유전자형을 먼저 써두면, 부모는 모두 Bb이고, 자녀 1과 2는 B를 가지며, 자녀 3은 bb이다. 어머니와 자녀 3은 (가)와 (다)의 표현형이 모두 다르므로, (abd)를 공유한다.
③ 상염색체 연관이지만, 그 명제(열성 공유 명제)를 더 이상 활용할 수 없으므로, ○/x를 써보자. 열성 유전자는 표현형 발현에 영향을 끼치지 못하므로, 어머니는 (xBx)/(abd)이고, 자녀 3은 (○b○)/(abd)이다. 따라서 따라서 아버지는 (○b○)를 갖는다. 자녀 2가 어머니로부터 (xBx)를 받으면 (가)와 (다)가 모두 발현되기 위해 (가)와 (다)가 모두 우성 형질이 되어야 하므로, 자녀 2는 어머니로부터 (abd)를 받는다. 따라서 자녀 2는 (○B○)/(abd)이다. 따라서 아버지는 (○B○)/ (○b○)이다. 즉 아버지는 (가)에 대해서 병 유전자로 우성 동형 접합인데, 자녀 1과 (가)의 표현형이 달라서 우성 동형 접합이 될 수 없으므로, (가)에 대해서 열성 동형 접합이다, 따라서 (가)는 열성 형질이다. 자동으로 (다)는 우성 형질이 된다.
④ 아버지는 (aBD)/(abD)이고, 어머니는 (ABd)/(abd)이다. 그런데 자녀 4는 (가)가 발현되고 (다)가 발현되지 않은 (a?d)/(a?d)이므로, 어머니에게서 감수 2분열 비분리가 일어나서 어머니에게 (abd)를 2개 물려받았다.

ㄱ. (가)는 열성 형질이다. (○)
ㄴ. ⓐ는 ○이다. (○)
ㄷ. ㉠은 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자이다. (x)

※ ① 과정 이후, (가)가 우성 형질이고 (다)가 열성 형질인 경우, (가)가 열성 형질이고 (다)가 우성 형질인 경우의 2개 케이스만 남으므로, 그냥 귀류를 쓰는 것이 더 빠를 수도 있는 문항이다.

6. 2026학년도 9월 평가원 모의고사 17번 (답: ㄴ)
① 아버지와, 여자인 ㉠, ㉢은 모두 정상이다. 아버지는 ⓐ가 0인데 ㉢은 ⓐ가 2이므로, ㉢은 어머니이고, 남은 ㉠은 딸이다. ㉠(딸)은 ⓐ, ⓑ, ⓒ가 모두 1이므로 유전자형이 HhRrTt이다. ㉠(딸)에서는 (나)만 발현되었으므로, (가)는 열성 형질, (나)는 우성 형질, (다)는 열성 형질이다. (부모가 모두 (가)에 대해서 정상인데 자손인 ㉣이 병임을 이용해서 (가)는 열성 형질이라는 것을 찾을 수도 있고, R(우성 유전자)의 유무와 (나)의 표현형이 일치함을 이용해서 R이 ⓒ라는 것을 찾은 후 (나)가 우성 형질이라는 것을 찾을 수도 있다.)
② ㉢(어머니)에서는 (다)만 발현되었으므로, 어머니의 유전자형은 H_rrtt이다. 따라서 ⓐ는 t, ⓑ는 h, ⓒ는 R이고, 어머니는 Hh이다.
③ ㉣은 (다)에 대해서 병이므로 T와 t 중 t만 갖는데, ⓐ(t)가 1이다. 따라서 ㉣은 tY로, 정상 아들이다. 즉 (다)의 유전자는 X 염색체에 있고, (가)와 (나)의 유전자는 7번 염색체에 있다. 자동으로 ㉡은 클라인펠터 증후군인 자녀 3이 된다.
④ ㉡(자녀 3)은 (다)에 대해서 정상이므로 T를 갖는데, ⓐ(t)가 1이므로, ㉡(자녀 3)은 TtY이다. 아버지는 TY이고 어머니(㉢)는 tt인데 자녀 3(㉡)은 TtY이므로, 아버지의 감수 1분열에서 비분리가 일어나서 자녀 3(㉡)에게 TY를 물려준 것이다.

ㄱ. ㉠은 딸이다. (x)
ㄴ. G는 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 정자이다. (○)
ㄷ. ㉣(정상 아들)이 hh이고 ㉡(자녀 3)이 $\frac{H}{r}||\frac{H}{r}$ 이므로 아버지는 $\frac{H}{r}||\frac{h}{R}$, TY이다. 따라서 아버지에게서 h, r, T를 모두 갖는 생식 세포는 형성될 수 없다. (x)