

2023년 평가원, 교육청 기출 모음집 해설지

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

1. 막전위	1번	2번			
	ㄱ	ㄱㄴㄷ			
	3번	4번	5번		
	ㄴㄷ	ㄴㄷ	ㄱ		

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

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

4. 여러 가지 유전	1번	2번			
	1/8	1/8			
	3번	4번	5번		
	ㄱㄷ	ㄱ	3/16		

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

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

1. 막전위

1. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 12번 (답: ㄱ)

① 전체 시간이 4이므로 자극점의 막전위는 -70이다. 즉 I이 자극점이다. 자극점(I)은 $d_2 \sim d_4$ 중 하나인데, A의 자극점이 d_2 나 d_4 인 경우 II와 III에서 모두 막전위가 +30이 되는 것은 불가능하므로, 자극점(P)은 d_3 이다. 즉 I은 d_3 이다.

② A의 II와 III, 즉 d_2 와 d_4 에서의 막전위가 모두 +30이므로 (가)에는 시냅스가 없다. 따라서 시냅스는 (나)와 (다)에 있다. A의 d_2 와 d_4 에서의 막전위는 +30, 즉 2/2이므로, A의 흥분 전도 속도인 ⑥는 1이다.

③ (다)에 시냅스가 있으므로 C의 d_2 에서의 막전위는 -70이다. 따라서 II가 d_2 이고, III이 d_4 이다. 이때 C의 d_4 (III)에서의 막전위는 -80, 즉 1/3이므로, C의 흥분 전도 속도인 ③는 2이다.

ㄱ. II는 d_2 이다. (○)

ㄴ. ③는 2이다. (x)

ㄷ. 표에서 B의 d_4 (III)에서의 막전위는 +30, 즉 2/2이고 B의 흥분 전도 속도는 2이므로 B의 d_5 에서 앞 시간은 3이다. 즉 전체 시간이 5일 때 B의 d_5 는 3/2로, 막전위가 +30이다. (x)

2. 2023년 3월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄱ ㄴ ㄷ)

① 전체 시간이 4일 때 d_3 에서의 막전위가 +30, 즉 2/2이므로, d_2 에서 d_3 까지 자극이 전달되는 데 걸리는 시간은 2이다.

② B의 흥분 전도 속도는 2이므로, d_2 에서 d_4 까지 자극이 전달되는 데 걸리는 시간은 3이다. 따라서 전체 시간이 ③일 때 d_4 에서의 막전위 -80은 3/3이므로, ③는 6이다.

ㄱ. ③는 6이다. (○)

ㄴ. 전체 시간이 5일 때, d_4 는 3/2로, 막전위는 +30이다. (○)

ㄷ. 전체 시간이 3일 때 d_1 과 d_3 는 모두 2/1로, 탈분극이 일어나고 있다. (○)

3. 2023년 4월 교육청 모의고사 15번 (답: ㄴ ㄷ)

① (가)의 d_1 에서의 막전위가 -80, 즉 1/3이므로 A의 흥분 전도 속도는 1이다.

② (나)에서 자극점(d_3)으로부터 가까울수록 오른쪽에 있어야 하므로, d_1 에서의 막전위가 -60, 즉 3/1이다. 따라서 ㉠은 2이다.

③ (가)에서 d_2 와 d_4 사이의 거리는 2보다 크므로, d_4 에서의 막전위는 -60, 즉 3/1이다. 따라서 ㉡은 1이다.

ㄱ. ㉡은 1, ㉠은 2로, ㉡이 ㉠보다 작다. (x)

ㄴ. A의 흥분 전도 속도는 1이다. (○)

ㄷ. 자극점이 d_1 이고 전체 시간이 5일 때, d_4 는 4/1로, 탈분극이 일어나고 있다. (○)

4. 2023년 7월 교육청 모의고사 18번 (답: ㄴ ㄷ)

① ㉠이 1이고 ㉡이 2이면 전체 시간이 5일 때 A의 d_3 과 C의 d_6 이 모두 2/3으로 막전위가 -80인데, 전체 시간이 5일 때 막전위가 -80인 지점은 하나뿐이므로, ㉠이 2이고 ㉡이 1이다. 즉 전체 시간이 5일 때 A의 d_3 은 1/4로 막전위가 -70이고, C의 d_6 는 2/3으로 막전위가 -80이며, C의 d_6 은 4/1로 막전위가 -60이다. 따라서 전체 시간이 5일 때 B의 d_5 에서의 막전위는 -50이다.

② 전체 시간이 4일 때 A의 d_3 은 1/3으로 막전위가 -80이므로, ㉠은 -80이다. 전체 시간이 4일 때 C의 d_6 는 2/2로 막전위가 0이고, C의 d_6 은 4/0으로 막전위가 -70이다. 따라서 전체 시간이 4일 때 B의 d_5 에서의 막전위는 +10이다.

ㄱ. ③는 2이다. (x)

ㄴ. ㉠은 -80이다. (○)

ㄷ. B의 d_5 에서의 막전위는 전체 시간이 4일 때 +10이고, 전체 시간이 5일 때 -50이다. 따라서 이 +10과 -50은 뒤 시간의 차이가 1이어야 하므로, +10은 탈분극(/)이고, -50은 재분극(\)이다. 따라서 전체 시간이 4일 때 B의 d_5 에서는 탈분극이 일어나고 있다. (○)

5. 2023년 10월 교육청 모의고사 15번 (답: ㄱ)

① A의 d_2 에서의 앞 시간은 1이고, d_4 에서의 앞 시간은 3이다. B의 d_2 와 d_4 에서의 앞 시간은 모두 1이다.

② B의 ㉡에서 t_1 일 때 막전위가 -80, 즉 1/3이므로 t_1 은 4ms이다. 또한 B의 ㉡에서 t_2 일 때 막전위가 -70이므로, t_2 는 1ms 또는 5ms이다.

③ t_3 는 1ms, 2ms, 5ms 중 하나인데, 만약 A의 ㉠에서의 앞 시간이 1이라면 t_3 일 때 막전위가 +20이 될 수 없다. 따라서 ㉠은 d_4 이고, A의 ㉠(d_4)에서의 앞 시간은 3이며, 남은 ㉡은 d_2 가 된다. 즉 t_3 는 5ms이고, 자동으로 t_2 는 1ms, t_4 는 2ms가 된다.

ㄱ. t_3 는 5ms이다. (○)

ㄴ. ㉡은 d_2 이다. (x)

ㄷ. t_2 (1ms)일 때 A의 ㉠(d_4)은 3/-2이므로 ㉠은 -70이고, t_4 (2ms)일 때 B의 ㉡(d_2)은 1/1이므로 ㉡은 -70이 아니다. (x)

2. 근수축

1. 2024학년도 6월 평가원 모의고사 15번 (답: L C)

① 한쪽 액틴 필라멘트의 길이는 1.0으로 일정한데, t_1 일 때 X의 길이는 3.2이므로 t_1 일 때 ㉔의 길이는 1.2이다. 따라서 t_1 일 때 ㉓의 길이는 0.8이다.

② ㉓와 ㉔는 각각 ㉑과 ㉒ 중 하나이므로 ㉓의 길이와 ㉔의 길이의 합은 1.0으로 일정하다. 즉 t_1 일 때 ㉔의 길이는 0.2이다. 따라서 t_2 일 때 ㉔의 길이는 0.6이었고, t_2 일 때 ㉓의 길이는 0.4이다. 따라서 t_2 일 때 ㉔의 길이는 0.4이다.

③ t_1 에서 t_2 로 될 때 ㉔의 길이는 1.2에서 0.4로 줄어든 것으로, 길이가 0.8에서 0.4로 줄어든 ㉓는 ㉑이고, 길이가 0.2에서 0.6으로 늘어난 ㉔는 ㉒이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.8	0.2	1.2	0.2	0.8	3.2
t_2	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	2.4
	㉑ =㉓	㉒ =㉔	㉔			

- ㄱ. ㉔는 ㉒이다. (x)
 ㄴ. t_1 일 때 A대의 길이는 1.6이다. (○)
 ㄷ. X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 0.8 길다. (○)

2. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 10번 (답: C)

① $l_1 \sim l_3$ 은 모두 X의 길이의 절반을 넘지 않으므로, t_1 에서 t_2 로 될 때 X가 수축한다면 구간은 ㉑에서 ㉒으로만 변할 수 있고, 이완한다면 구간은 ㉒에서 ㉑으로만 변할 수 있다. l_2 에서의 구간이 t_1 일 때 ㉒, t_2 일 때 ㉓이므로, ㉒와 ㉓는 각각 ㉑과 ㉒ 중 하나이다. 즉 남은 ㉔는 ㉒이다.

② ㉔(㉓)의 길이가 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 짧으므로, t_1 에서 t_2 로 될 때 X는 이완한다. 즉 X는 Q의 원섬유 마디이다. 따라서 l_2 에서 t_1 일 때의 구간인 ㉒가 ㉒이고, t_2 일 때의 구간인 ㉓가 ㉑이다.

- ㄱ. t_1 일 때의 구간이 l_1 에서 ㉑(㉓), l_2 에서 ㉒(㉔)이므로, $l_1 < l_2$ 이다. (x)
 ㄴ. X는 Q의 원섬유 마디이다. (x)
 ㄷ. l_1 에서 t_1 일 때의 구간이 ㉑이므로, t_2 일 때의 구간도 ㉑이다. (○)

3. 2023년 3월 교육청 모의고사 15번 (답: L C)

① t_1 에서 t_2 로 될 때 X의 변화량이 -0.2이므로, ㉑의 변화량은 -0.1, ㉒의 변화량은 +0.1이다. t_1 일 때는 (가)와 (나)의 길이가 ㉓로 같은데 t_2 일 때는 (가)의 길이가 0.6, (나)의 길이가 0.4가 되었으므로, ㉓는 0.5이고, (가)는 ㉒이며, (나)는 ㉑이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5
t_2	0.4	0.6	0.3	0.6	0.4	2.3
	㉑ =(나)	㉒ =(가)				

- ㄱ. (가)는 ㉒이다. (x)
 ㄴ. t_1 일 때 ㉒과 H대의 길이는 같다. (○)
 ㄷ. t_2 일 때 A대의 길이는 1.5이다. (○)

4. 2023년 4월 교육청 모의고사 10번 (답: C)

① ㉔의 변화량은 ㉑의 변화량의 2배이므로, ㉓가 0.8, ㉒가 0.4, ㉑가 0.6이거나, ㉓가 0.4, ㉒가 0.8, ㉑가 0.6이다. 즉 ㉔는 0.6이다.

② ㉓와 ㉔는 0.4와 0.8 중 하나인데, t_1 일 때 ㉑과 ㉒의 길이가 각각 ㉓와 ㉔이므로, 한쪽 액틴 필라멘트의 길이는 1.2로 일정하다. 따라서 t_2 일 때 ㉔의 길이는 X의 길이인 2.8에서, 양쪽 액틴 필라멘트의 길이인 2.4를 뺀 0.4이다. 즉 ㉔는 0.4이고, 남은 ㉓는 0.8이다. (㉑가 0.6이므로 A대의 길이가 1.6으로 일정함을 이용해서 ㉓와 ㉔를 구해도 된다.) 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	3.2
t_2	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	2.8
	㉑	㉒	㉔			

- ㄱ. t_1 일 때 H대의 길이는 0.8이다. (○)
 ㄴ. X의 길이는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 0.4 짧다. (x)
 ㄷ. t_1 에서 t_2 로 될 때 ATP에 저장된 에너지가 사용된다. (○)

5. 2023년 7월 교육청 모의고사 14번 (답: L C)

① ㉑+㉒과 ㉒+㉔의 길이는 모두 일정하다. 따라서 길이가 일정하지 않은 ㉓+㉔는 ㉑+㉒인데, ㉓에는 액틴 필라멘트가 있으므로, ㉓는 ㉑이고, ㉔는 ㉒이며, 남은 ㉕는 ㉒이다.

② t_1 에서 t_2 로 될 때 X의 변화량을 -2k라고 하면, ㉓+㉔(㉑+㉒)의 변화량도 -2k이므로, k는 0.1이다.

- ㄱ. ㉔는 ㉒이다. (x)
 ㄴ. ㉕(㉒)는 A대의 일부이다. (○)
 ㄷ. k가 0.1이므로, X의 길이는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 0.2 길다. (○)

6. 2023년 10월 교육청 모의고사 10번 (답: ㄱ, ㄴ)

① ㉠의 변화량은 ㉡의 변화량의 2배인데, t_2 에서 t_3 로 될 때 ㉡의 길이는 0.7에서 ㉢로 바뀌었고, ㉠의 길이는 ㉢에서 0.4로 바뀌었으므로 ㉢은 0.6이다. 또한 t_1 에서 t_2 로 될 때 ㉡의 길이는 ㉠에서 0.7로 바뀌었고, ㉠의 길이는 ㉠에서 0.6(㉢)으로 바뀌었으므로 ㉠은 0.8이다.
 ② t_1 일 때 ㉡과 ㉢의 길이가 모두 0.8(㉠)이므로, I과 III 중 하나는 ㉣이고, t_1 일 때 ㉣의 길이는 0.4이다. 표를 채우면 다음과 같다.

t_1	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	3.2
t_2	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	3.0
t_3	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	2.8
	㉠	㉣	㉡			

t_2 에서 I+II가 1.3이므로 I과 II는 각각 ㉡과 ㉢ 중 하나이며, III은 ㉣이다. 또한 t_3 에서 I+II와 I+III이 모두 ㉢이므로, I은 ㉢이고, II는 ㉡이며, ㉣는 1.0이다.

- ㄱ. t_1 일 때 ㉣의 길이는 0.4이다. (○)
 ㄴ. ㉢는 1.0이다. (○)
 ㄷ. II는 ㉡이다. (x)

3. 세포 분열

1. 2024학년도 6월 평가원 모의고사 14번 (답: ㄴ)

① 그림에서 (가)~(라)의 핵상은 순서대로 n , $2n$, n , n 이다. (나)는 암컷 I의 세포이고, (라)는 Y 염색체를 갖는 수컷 II의 세포이다.
 ② 표에서 핵상이 $2n$ 인 (나)에는 b 가 없는데 (다)에는 b 가 있으므로 (다)는 수컷 II의 세포이다. 자동으로 (가)는 암컷 I의 세포가 된다. 이때 수컷 II의 세포인 (다)에는 A가 있고 수컷 II의 세포인 (라)에는 a 가 있으므로, A와 a 는 상염색체에 존재한다.
 ③ 표에서 (라)에는 B와 b 가 모두 없는데, (라)는 Y 염색체를 가지므로 (또는 암컷의 세포인 (나)가 B를 가지므로) B와 b 는 X 염색체에 존재한다.

- ㄱ. (가)는 암컷 I의 세포이다. (x)
 ㄴ. 암컷 I의 세포인 (가)에 A가 있고, 암컷 I의 핵상이 $2n$ 인 세포인 (나)에 a 가 있고 B와 b 중 B만 있으므로, I의 유전자형은 AaBB이다. (○)
 ㄷ. (다)에서 b 는 X 염색체에 있다. (x)

2. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 11번 (답: ㄱ)

① ㉠은 합이 홀수이므로 $2n(2)$ 또는 $n(1)$ 인데, $2n(2)$ 에서 합이 1이면 4가 나올 수 없으므로 (또는 $2n(2)$ 에서 $A+a$ 와 $B+b$ 가 각각 0과 1 중 하나인 경우는 불가능하므로) ㉠은 $n(1)$ 인 IV이다. 즉 ㉠ 위의 $n(2)$ 에서 합은 2이다.
 ② ㉡(IV)에서 합이 1이므로 $A+a$ 와 $B+b$ 중 하나는 0이어서, A/a 와 B/b 중 최소 하나는 상염색체에 있다. 즉 $2n(2)$ 에서 합은 2 또는 3이다.
 ③ 합이 4인 ㉢은 $2n(4)$ 또는 $n(2)$ 인데, $2n(4)$ 에서 합이 4라면 $2n(2)$ 인 I과 $n(2)$ 인 III에서 모두 합이 2가 되므로 ㉢가 ㉡보다 작을 수 없다. 따라서 $n(2)$ 인 III에서 합이 4가 되어야 한다. 즉 ㉢은 III이다. 따라서 $2n(4)$ 인 II에서 합은 6이고, $2n(2)$ 인 I에서 합은 3이다. 즉 ㉡은 I이고 ㉢는 3이며, ㉣은 II이고 ㉤는 6이다.

- ㄱ. ㉢는 3이다. (○)
 ㄴ. ㉣은 II이다. (x)
 ㄷ. ㉤(III)의 염색체 수는 23이다. (x)

3. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 15번 (답: ㄱㄴ)

- ① (가)~(다)의 핵상은 순서대로 $n, 2n, n$ 이다.
- ② (가)를 α 종의 세포, (나)를 β 종의 세포라고 하면, (다)는 α 종의 세포이다.
- ③ (나)에 크기와 모양이 같은 상동 염색체가 3쌍 있으므로, (나)는 암컷의 세포이고, A~C 중 C만 다른 종의 개체이니 (나)는 C의 세포이다.
- ④ (가)와 (다)는 같은 종의 핵상이 n 인 세포인데, (가)에는 염색체가 4개 있고 (다)에는 염색체가 3개 있으므로, (가)와 (다) 중 (가)에만 ㉠이 나타나 있고, 두 세포는 모두 $n=4$ 이다.
- ⑤ α 종의 세포가 $n=4$ 이므로, β 종의 세포인 (나)는 $2n=8$ 이 아니라 $2n=6$ 이 되어야 한다. 즉 ㉠은 X 염색체이다. 따라서 ㉠(X 염색체)이 나타나지 않은 (다)는 수컷의 세포인데, B는 암컷이므로, (다)는 수컷 A의 세포이고, 남은 (가)는 암컷 B의 세포이다.

- ㄱ. ㉠은 X 염색체이다. (○)
- ㄴ. (가)와 (나)는 모두 암컷의 세포이다. (○)
- ㄷ. C는 $2n=6$ 인 암컷이므로, 체세포 분열 중기의 세포 1개당 X 염색체 수는 2, 상염색체 수는 4이다. 즉 구하는 분수 값은 2이다. (x)

4. 2023년 3월 교육청 모의고사 14번 (답: ㄱㄴㄷ)

- ① ㉠~㉣은 I~III 중 하나이므로, 1이 있는 ㉡은 $2n(2)$ 인 I이고, 4가 있는 ㉢은 $2n(4)$ 인 II이다. 남은 ㉠은 $n(2)$ 인 III이 된다.
- ② ㉡($2n(4)$, II)에서 a가 4이므로 P는 aa이고, ㉠($2n(2)$, I)에서 B가 1이므로 P는 Bb이다. 즉 P의 유전자형은 aaBb이고, ㉣는 2이다. 남은 ㉢는 0이 된다.

- ㄱ. ㉠은 III이다. (○)
- ㄴ. P의 유전자형은 aaBb이다. (○)
- ㄷ. P가 Bb인데, 세포 III(㉠)에 B가 없으므로, 세포 IV에 B가 있다. (○)

5. 2023년 3월 교육청 모의고사 20번 (답: ㄱ)

- ① (가)~(다)의 핵상은 순서대로 $n, n, 2n$ 이다.
- ② (가)를 α 종의 세포, (나)를 β 종의 세포라고 하면, (다)는 α 종의 세포이다.
- ③ (다)에는 총 5개의 염색체가 있으므로, (다)는 ㉠이 하나 있는 $2n=6$ 인 세포, 즉 수컷 B의 세포이다. A와 B의 성은 다르므로 A는 암컷이다.
- ④ (가)~(다)는 A와 B의 세포로 구분되므로, (다)와 같은 종의 세포인 (가)는 수컷 B의 세포이다. 자동으로 (나)는 암컷 A의 세포가 된다.
- ⑤ (가)는 수컷 B의 핵상이 n 인 세포이므로 $n=3$, (나)는 암컷 A의 핵상이 n 인 세포이므로 $n=4$ 이다. 즉 (가)와 (나)에는 모두 ㉠이 있어야 하는데, 암컷 A의 세포인 (나)에 ㉠이 있으므로 ㉠은 X 염색체이다.

- ㄱ. ㉠은 X 염색체이다. (○)
- ㄴ. (가)는 $n=3$ 이므로, 상염색체의 수는 2이다. (x)
- ㄷ. (나)는 암컷 A의 세포이다. (x)

6. 2023년 4월 교육청 모의고사 7번 (답: ㄱ)

- ① (가)~(다)의 핵상은 순서대로 $2n, 2n, n$ 이다.
- ② 핵상이 $2n$ 인 (가)에 염색체가 5개 있으므로, (가)는 수컷의 세포이고, A와 B는 모두 $2n=6$ 이다.
- ③ 핵상이 $2n$ 인 (나)에는 염색체가 4개 있으므로, 2개의 염색체가 나타나지 않았다. 따라서 (나)는 암컷의 세포이고, ㉡는 Y 염색체이다.
- ④ 핵상이 n 인 (다)에는 염색체가 3개 있으므로, 모든 염색체가 나타났다. 즉 (다)는 Y 염색체를 가지므로, 수컷의 세포이다. 따라서 (가)와 (다)는 수컷 B의 세포이고, (나)는 암컷 A의 세포이다.

- ㄱ. A는 암컷이다. (○)
- ㄴ. (나)의 핵상은 $2n$, (다)의 핵상은 n 으로, 서로 다르다. (x)
- ㄷ. (가)의 상염색체 수는 4, (다)의 염색 분체 수는 6이다. 따라서 구하는 분수 값은 $3/2$ 이다. (x)

7. 2023년 4월 교육청 모의고사 18번 (답: ㄱㄷ)

- ① P가 TT이므로 I에서 T는 4이고, II에서 T는 1이다. 또한 Q가 Tt이므로 III에서 T는 1이고, IV에서 T는 2 또는 0이다. 그런데 ㉠~㉣는 1~4 중 하나이므로, IV에서 T는 2이다. 또한 ㉡과 ㉢에서 모두 T가 ㉢이므로, ㉡과 ㉢은 각각 II와 III 중 하나이고, ㉢는 1이다. 남은 ㉠과 ㉣은 I과 IV 중 하나이고, 이때 ㉠의 T는 ㉣, ㉢의 T는 ㉢이므로 ㉡와 ㉣는 각각 2와 4 중 하나이다. 자동으로 ㉣는 3이 된다.
- ② ㉡에서 8번 염색체 수와 X 염색체 수의 합이 1이므로, ㉡은 $n(1)$ 인 II이고, ㉡(II)은 X 염색체를 갖지 않아야 하므로 Y 염색체를 갖는다. 남은 ㉢은 III이 되는데, 여자 Q의 $2n(2)$ 인 III에서 8번 염색체 수와 X 염색체 수의 합은 4이므로, ㉣는 4이다. 자동으로 ㉢는 2가 된다. ㉣가 4이므로, T의 DNA 상대량이 ㉣(4)인 ㉠이 I이고, 남은 ㉢은 IV이다.

- ㄱ. ㉢은 III이다. (○)
- ㄴ. ㉡+㉢=5 이다. (x)
- ㄷ. II(㉡)에 Y 염색체가 있다. (○)

8. 2023년 10월 교육청 모의고사 9번 (답: L C)

- ① (가)~(라)의 핵상은 순서대로 $n, 2n, n, n$ 이고, (가)~(라)에는 각각 3개, 4개, 2개, 2개의 염색체가 나타나 있다. 그런데 (가)~(라)는 모두 같은 종의 세포이므로, 이 종은 $2n=6$ 이다. 즉 (가)는 Y 염색체를 갖는 수컷의 세포이고, (나)는 X 염색체를 2개 갖는 암컷의 세포이며, (다)와 (라)는 모두 X 염색체를 갖는다.
- ② (가)가 수컷 A의 세포이므로 (나)는 암컷 B의 세포이다. (나)(암컷 B의 $2n$ 인 세포)는 $\frac{E}{e}||\frac{g}{g}, \textcircled{1}\textcircled{1}$ 이므로 $\frac{E}{e}$ 을 갖는 (라)는 수컷 A의 세포이고, 남은 (다)는 암컷 B의 세포이다.
- ③ (나)와 (다)는 모두 암컷 B의 세포인데, (나)는 $\frac{E}{e}||\frac{g}{g}, \textcircled{1}\textcircled{1}$ 이고 (다)는 $\frac{?}{?}||\frac{?}{?}, F$ 이므로 $\textcircled{1}$ 은 F이고, $\textcircled{2}$ 은 g이다. 자동으로 $\textcircled{3}$ 은 G가 된다.

- ㄱ. (가)는 $n=3$ 이다. 즉 (가)의 염색체 수는 3이다. (x)
 ㄴ. (다)는 B의 세포이다. (O)
 ㄷ. $\textcircled{2}$ 은 g이다. (O)

9. 2023년 10월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄱ)

- ① F+g가 홀수이면 $2n(2)$ 또는 $n(1)$ 인데, $n(1)$ 에서 F+g의 최대값은 2이므로, F+g가 3인 $\textcircled{2}$ 은 $2n(2)$ 이다. $\textcircled{2}$ 에서 F가 1이고 g가 2이면 III도 g를 가져야 하므로, $\textcircled{2}$ 은 F가 2이고 g가 1이다. 즉 이 사람은 FFGg 또는 FFgY이다. 이때 I~III 중 하나는 $2n(2)$ 인 $\textcircled{2}$ 인데, I과 II에는 G가 없고 III에는 g가 없으므로, 이 사람은 FFgY이다. 즉 E/e와 F/f는 상염색체에 있고, G/g는 X 염색체에 있다.
- ② $2n(2)$ 에서 F+g가 3이므로 F+g가 2인 $\textcircled{1}$ 과 $\textcircled{3}$ 의 핵상은 모두 n이다. 이때 $\textcircled{3}$ 에는 X 염색체가 있으므로 $\textcircled{3}$ 은 $n(1)$ 이며, F와 g를 모두 갖는다.
- ③ II에는 e가 있고 III에는 E가 있으므로 이 사람의 유전자형은 EeFFgY이다. 즉 $2n(2)$ 인 $\textcircled{2}$ 은 II이고, 남은 I과 III의 핵상은 모두 n이다. $\textcircled{1}$ 이 g를 가지므로, g를 갖지 않는 III은 $\textcircled{1}$ 이고, 남은 I은 $\textcircled{3}$ 이다. 이때 I($\textcircled{3}$)은 E와 e 중 하나는 가져야 하므로, $\textcircled{3}$ 은 O이다.

- ㄱ. $\textcircled{3}$ 은 O이다. (O)
 ㄴ. $\textcircled{3}$ 은 I이다. (x)
 ㄷ. II($\textcircled{2}$)의 유전자형은 EeFFgY이므로, II에서 e, F, g의 DNA 상대량을 더한 값은 4이다. (x)

4. 여러 가지 유전

1. 2024학년도 6월 평가원 모의고사 19번 (답: 1/8)

- ① P는 AaBbDdEe인데, P와 Q의 (가)와 (나)의 표현형은 서로 같으므로 Q의 (가)의 표현형은 (3)이고, (나)의 표현형은 Ee이다.
- ② \textcircled{a} 에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 15가지이므로, \textcircled{a} 에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 5가지이고, (나)의 표현형은 3가지이다. \textcircled{a} 에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 5가지이려면 P와 Q의 (가)의 유전자형에서 이형 접합의 수가 4여야 하는데, P가 AaBbDd이므로 Q는 (가)에 대해서 이형 접합을 1개 갖는다. 그런데 Q의 (가)의 표현형은 (3)이므로, Q는 대문자 동형 접합과 소문자 동형 접합을 각각 1개씩 갖는다.
- ③ 유전자형이 AabbDdEe인 사람의 (가)의 표현형은 (2)이고, (나)의 표현형은 Ee이다. \textcircled{a} 의 (가)의 표현형이 (2)일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 즉 $\frac{1}{4}$ 이고, (나)의 표현형이 Ee일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하는 확률은 두 확률을 곱한 $\frac{1}{8}$ 이다.

2. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 13번 (답: 1/8)

- ① A/a와 B/b가 독립이면 \textcircled{a} 에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 4가지이므로, A/a와 B/b가 연관이다. \textcircled{a} 의 유전자형으로 AABBFF가 가능하므로 P는 $\frac{A}{a}||\frac{a}{a}, _F$ 이고, Q는 $\frac{A}{a}||\frac{a}{a}, _F$ 이다.
- ② \textcircled{a} 의 (가)와 (나)의 표현형이 모두 Q와 같을 확률은 P가 $\frac{A}{a}$ 를 \textcircled{a} 에게 물려줄 확률과 같은 $\frac{1}{2}$ 이므로, \textcircled{a} 의 (다)의 표현형이 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. Q가 DF이거나 FF이면 \textcircled{a} 의 (다)의 표현형이 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이상이 되므로 Q는 EF이다. 이때 P가 EF이면 \textcircled{a} 의 (다)의 표현형이 Q와 같을 확률은 $\frac{3}{4}$ 이고, P가 FF이면 \textcircled{a} 의 (다)의 표현형이 Q와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 P는 DF이다.
- ③ \textcircled{a} 의 (가)와 (나)의 표현형이 P와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, \textcircled{a} 의 (다)의 표현형이 P와 같을 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하는 확률은 두 확률을 곱한 $\frac{1}{8}$ 이다.

3. 2023년 3월 교육청 모의고사 13번 (답: ㄱ)

① 대립 유전자가 A, B, D의 3가지인데, 표현형이 4가지이므로, (가)는 우열 관계가 분명하지 않은 복대립 유전이다. 이때 AA와 AB의 표현형이 같으므로 $A > B$ 이고, AD와 DD의 표현형이 다르므로 $A > D$ 또는 $A = D$ 이다. 따라서 (가)의 우열 관계는 $A > B = D$ 또는 $A = D > B$ 이다.

② AB(아버지)와 BD(어머니) 사이에서 나올 수 있는 자손은 AB, AD, BB, BD이다. 이 중 표현형이 아버지와 같은 A인 자손은 AB, AD, BB, BD 중 AB뿐이어야 하므로, AD의 표현형은 A가 아니라 AD이다. 따라서 (가)의 우열 관계는 $A = D > B$ 이다.

③ BD와 AD 사이에서 나올 수 있는 자손은 BA, BD, DA, DD이다. 이들의 표현형은 순서대로 A, D, AD, D이므로, ③은 3이다.

- ㄱ. (가)는 복대립 유전 형질이다. (○)
- ㄴ. A는 D에 대해 완전 우성이 아니다. (x)
- ㄷ. ③은 3이다. (○)

4. 2023년 4월 교육청 모의고사 16번 (답: ㄱ)

① ③에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형이 9가지이므로, ②에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 3가지, (나)의 표현형도 3가지이다. ③에게서 (가)의 표현형이 3가지 나타나려면, 즉 A, B, D가 모두 나타나려면, 부모는 각각 AD와 BD 중 하나여야 한다. 따라서 P와 Q는 각각 II와 III 중 하나이다.

② P와 R는 I과 II 중 하나이고, Q와 S는 III과 IV 중 하나이므로, P는 II, Q는 III이고, 남은 R는 I, S는 IV이다. 따라서 ⑥에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형은 2가지, (나)의 표현형은 4가지이므로, ⑥에게서 나타날 수 있는 (가)와 (나)의 표현형은 8가지이다. 즉 ㉠은 8이다.

- ㄱ. (가)의 유전은 복대립 유전으로, 단일 인자 유전이다. (○)
- ㄴ. ㉠은 8이다. (x)
- ㄷ. R(I)은 AB, EeFf이고, S(IV)는 DD, EeFF이다. 따라서 ⑥의 (가)의 표현형이 R(I)과 같은 A일 확률은 $1/2$, (나)의 표현형이 R(I)과 같은 (2)일 확률은 $3C_1/2^3$ 이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 $3/16$ 이다. (x)

5. 2023년 10월 교육청 모의고사 13번 (답: 3/16)

① ③에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 8가지가 될 수는 없으므로, ②에게서 나타날 수 있는 표현형의 최대 가짓수인 8은 4×2 로 분해된다.

② (나)의 우열 관계는 $E = F > G$ 이다. ③에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형이 4가지가 되려면 부모가 EG와 FG여야 하는데, P는 EF이므로, ③에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 4가지이고, (나)의 표현형이 2가지이다. 즉 부모의 (가)의 유전자형에서 이형 접합의 수는 3인데, P가 AaBbDd이므로, Q의 (가)의 유전자형은 모두 동형 접합이다.

③ ②가 유전자형이 AABBDEEG인 사람, AABBDDEG인 사람과 같은 표현형을 가질 확률이 각각 0보다 크다는 것은, ②의 (가)의 표현형은 (6)이 될 수 있고, ④의 (나)의 표현형은 E와 F가 모두 될 수 있다는 의미이다. ②의 (가)의 표현형이 (6)이 될 수 있는데 P는 AaBbDd이고 Q의 (가)의 유전자형은 모두 동형 접합이므로 Q는 AABBDd이다. 또한 ④의 (나)의 표현형이 E와 F가 모두 될 수 있는데, ②에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 2가지이므로, ④에게서 나타날 수 있는 (나)의 표현형은 E와 F뿐이다. 이때 P는 EF이므로, Q는 GG가 되어야 한다.

④ P는 AaBbDdEF이고, Q는 AABBDdGG이다. 따라서 ②가 유전자형이 AaBbDdFG인 사람과 표현형이 같은 확률은 ②의 (가)의 표현형이 (4)일 확률인 $3C_1/2^3$, 즉 $3/8$ 과 ④의 (나)의 표현형이 F일 확률인 $1/2$ 을 곱한 $3/16$ 이다.

5. 가계도

1. 2024학년도 6월 평가원 모의고사 16번 (답: Γ L C)

① (가)는 우성 형질인데, a를 1개만 갖는 1은 (가)에 대해서 정상이므로, (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이다. 자동으로 (나)는 우성 일반 유전이 된다.

② 6이 aa이므로 2는 Aa이고, 5는 AY이다. 따라서 \ominus 은 1이고, $\omin�$ 은 0이다. 남은 $\omin�$ 은 2이다.

※ 다음과 같이 풀어도 된다.

① $\omin� \sim \omin�$ 이 0, 1, 2 중 하나이므로, 2, 5, 8 중 한 명은 (나)에 대해서 우성 동형 접합이다. 그런데 5와 8은 (나)에 대해서 우성 동형 접합이 될 수 없으므로, 2가 (나)에 대해서 우성 동형 접합이다. 즉 $\omin�$ 은 2이다. 또한 (나)는 우성 형질이므로 (나)에 대해서 병인 5는 B를 갖는다. 즉 $\omin�$ 은 1이고, 남은 $\omin�$ 은 0이다.

② 1(남자)과 2(여자)는 모두 a가 1인데, (가)의 표현형이 서로 다르므로, (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이다. (5가 a를 갖지 않는데, 즉 5는 우성 유전자인 A만 갖는데, 5는 (가)에 대해서 우성 동형 접합이 될 수 없으므로 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이라고 해도 된다.) 자동으로 (나)는 우성 일반 유전이 된다.

가. (가)의 유전자는 X 염색체에 있다. (○)

나. $\omin�$ 은 2이다. (○)

다. 1이 bb이므로 6은 aa, Bb이고, 7은 aY, bb이다. 따라서 6과 7 사이에서 태어난 아이에게서 (가)와 (나) 중 (나)만 발현될 확률은 1/2이다. (○)

2. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 19번 (답: L C)

① (나)에 대해서 1과 2(부모)는 병인데 4(자손)는 정상이므로 (나)는 우성 형질이다. (1, 2, 4의 관계 대신 5, 6, 7의 관계를 봐도 된다.) 또한 (가)에 대해서 2(엄마)는 병인데 5(아들)는 정상이므로 (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이 아니다.

② 1은 (나)에 대해서 병이므로 B를 갖는데, 4와 (나)의 표현형이 달라서 BB가 될 수 없으므로 B를 1개만 갖는다. 6도 마찬가지로 (나)에 대해서 병이므로 B를 갖는데, 7과 (나)의 표현형이 달라서 BB가 될 수 없으므로 B를 1개만 갖는다. 즉 1(남자)과 6(여자)은 모두 $\omin�$ 을 1개 갖는데, (가)의 표현형이 다르므로, $\omin�$ 은 a이고, (가)는 X 염색체 반성 유전이다. (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이 아니므로 우성 X 염색체 반성 유전이다. 또한 (가)와 (나)는 독립이므로 (나)는 우성 일반 유전이다.

가. $\omin�$ 은 a이다. (x)

나. (나)의 유전자는 상염색체에 있다. (○)

다. 5는 aY이고, 6은 a($\omin�$)를 1개 가지므로 Aa이다. 또한 7이 bb이므로 5와 6은 모두 Bb이다. 따라서 5와 6 사이에서 태어난 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 1/2, (나)가 발현될 확률은 3/4이므로 구하는 확률은 두 확률을 곱한 3/8이다. (○)

3. 2023년 3월 교육청 모의고사 17번 (답: Γ C)

① (가)에 대해서 1(아빠)은 병인데 5(딸)는 정상이고, 4(엄마)는 병인데 8(아들)은 정상이므로, (가)는 일반 유전이다. 또한 남자인 8이 F를 2개 가지므로 (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

② 5가 F를 하나만 갖고, 7이 F를 갖지 않는데, 5와 7의 (나)의 표현형은 같으므로, 5는 EF이고, 7은 EE 또는 EG이다.

③ 6이 FF이므로 5, 6, 7에서 G의 합은 0 또는 1인데, 5, 6, 7의 (가)의 표현형이 모두 같지는 않아서 5, 6, 7에서 A의 합이 0이 될 수는 없으므로, 5, 6, 7에서 A의 합은 1이다. 따라서 7은 EG이고, 5, 6, 7에서 A의 합이 1이 되려면 (가)의 표현형이 5, 7과 다른 6이 Aa, 나머지 5와 7이 aa가 되어야 한다. 즉 (가)는 우성 일반 유전이다.

④ 만약 (가)와 (나)가 연관이면 7이 $\frac{a}{E} || \frac{a}{G}$, 8이 $\frac{a}{F} || \frac{a}{F}$ 라서 3과 4가 각각 $\frac{a}{E} || \frac{a}{F}$ 또는 $\frac{a}{G} || \frac{a}{F}$ 가 되고, 이 경우 3과 4가 모두 (가)에 대해서 정상이 되어야 하므로 모순이다. 즉 (가)와 (나)는 독립이다.

가. (가)는 우성 형질이다. (○)

나. (가)와 (나)는 독립이다. (x)

다. 6은 Aa, FF이고, 7은 aa, EG이다. 따라서 6과 7 사이에서 태어난 아이의 (가)의 표현형이 7과 같은 열성일 확률은 1/2, (나)의 표현형이 7과 같은 E일 확률도 1/2이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 1/4이다. (○)

4. 2023년 4월 교육청 모의고사 19번 (답: L)

① (나)에 대해서 4와 5(부모)는 병인데 6(자손)은 정상이므로 (나)는 우성 일반 유전이다.

② 3은 tt이고, 6이 ttoi므로 4와 5는 모두 Tt이다. 따라서 $\omin�$ 은 0이고, $\omin�$ 과 $\omin�$ 은 각각 1과 2 중 하나이다.

③ $\omin�$ 이 0이므로 3은 hh인데, 3은 (가)에 대해서 병이므로 (가)는 열성 일반 유전이다. 즉 4는 hhi므로 $\omin�$ 은 1이고, 남은 $\omin�$ 은 2이다. $\omin�$ 이 2이므로 5는 Hhi이다.

가. (가)는 열성 형질이다. (x)

나. 3과 4가 hhi이므로 1는 Hhi이다. 따라서 1에서 체세포 1개당 h의 DNA 상대량은 1($\omin�$)이다. (○)

다. 4는 hh, Tt이고, 5는 Hh, Tt이다. 따라서 4와 5 사이에서 태어난 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 1/2, (나)가 발현될 확률은 3/4이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 3/8이다. (x)

5. 2023년 7월 교육청 모의고사 10번 (답: ㄱ)

- ① 자녀 1은 AaBbDd이고, 자녀 2는 AaBBDD이다. 따라서 아버지의 (가)의 표현형은 (3), (나)의 표현형은 우성이고, 어머니의 (가)의 표현형은 (2), (나)의 표현형은 우성이다. 또한 아버지와 어머니는 모두 B를 갖는다.
- ② (가)와 (나)의 유전자는 모두 상염색체에 있으므로 아버지와 어머니에서 A+a, B+b, D+d는 모두 2이다. 따라서 ㉠과 ㉡, ㉢과 ㉣, ㉤과 ㉥이 각각 대립유전자이다.
- ③ 아버지의 (가)의 표현형이 (3)이므로 아버지의 (가)의 유전자형은 '대대', '대소'이다. 따라서 ㉤과 ㉥은 (가)의 유전자이다. 이때 어머니의 (가)의 표현형은 (2)인데, 어머니는 ㉤과 ㉥ 중 ㉥만 2개 가지므로, 어머니의 (가)의 유전자형은 '대대', '소소'이다. 즉 ㉢과 ㉣은 (가)의 유전자가 될 수 없다. 따라서 ㉢과 ㉣은 (나)의 유전자이고, 남은 ㉠과 ㉡은 (가)의 유전자이다.
- ④ 어머니는 B를 가지므로 aa, BB이다. 그런데 자녀 1은 Bb이므로, 아버지는 b를 갖는다. 즉 아버지는 AA, Bb이다. 이를 고려하면, ㉠은 Aa이고, ㉡은 aa이며, ㉢은 b이고, ㉣은 B이다. 또한 아버지와 어머니는 모두 D를 가지므로 ㉤은 Dd이고, 남은 ㉥은 dd이다. 즉 아버지는 Dd이고, 어머니는 Dd이다.

- ㄱ. ㉠은 Aa이다. (○)
- ㄴ. ㉢과 ㉣은 (나)의 대립유전자이다. (○)
- ㄷ. 아버지는 AA, Bb, DD이고, 어머니는 aa, BB, Dd이다. 따라서 아버지와 어머니 사이에서 태어난 아이의 (가)의 표현형이 어머니와 같은 (2)일 확률은 1/2이고, (나)의 표현형이 어머니와 같은 우성일 확률은 1이다. 따라서 구하는 확률은 두 확률을 곱한 1/2이다. (x)

6. 2023년 7월 교육청 모의고사 15번 (답: ㄱ)

- ① ㉠~㉣에 해당하는 2, 3, 4, 7 중 3명이 (가)에 대해서 병이다. 2가 (가)에 대해서 병이면 (가)에 대해서 병인 1과 2 사이에서 (가)에 대해서 정상인 5가 태어난 것이고, 7이 (가)에 대해서 병이면 (가)에 대해서 병인 6과 7 사이에서 (가)에 대해서 정상인 9가 태어난 것인데, 조건에 따라 2와 7 중 최소 한 명은 (가)에 대해서 병이므로, (가)는 우성 형질이다.
- ② 6이 $H_t || T_t^h$ 이므로, 9는 $h_t || h_t$ 이다. 따라서 6의 (나)의 표현형인 ㉠과 9의 (나)의 표현형인 ㉡이 각각 TT와 Tt 중 하나이므로, ㉢은 tt이다. 따라서 1은 $H_t || t_t^h$ 이므로, 6은 $H_t || T_t^h$ 이다. 즉 ㉠은 Tt이고, 남은 ㉡은 TT이다. (1-6-9 관계에서 ㉠이 Tt라는 것을 먼저 구해도 된다.) 이때 1은 $H_t || t_t^h$ 인데, 5는 $h_t || h_t$ 이고 6은 $H_t || T_t^h$ 이므로, 2는 $h_t || t_t^h$ 이다. 따라서 2는 ㉣이다.

③ ㉠, ㉢, ㉣에 해당하는 3, 4, 7은 모두 (가)에 대해서 병이다. 그런데 8과 9가 hh이므로, 3, 4, 7은 모두 Hh이다. 이때 3, 4, 7의 (나)의 표현형은 모두 다르므로, 3과 4는 각각 TT와 tt 중 하나이고, 7은 Tt이다. 그런데 3은 h와 T가 연관된 염색체를 가지므로, 3은 TT이고 4는 tt이다. 즉 ㉠은 7이고, ㉢은 4이며, ㉣은 3이다.

- ㄱ. ㉠은 7이다. (○)
- ㄴ. (나)의 표현형이 ㉠인 사람의 유전자형은 Tt이다. (x)
- ㄷ. 6은 $H_t || T_t^h$ 이고, 9가 $h_t || h_t$ 이므로 7은 $H_t || T_t^h$ 이다. 따라서 6과 7 사이에서 태어난 아이의 (가)의 표현형이 3과 같은 우성이고, (나)의 표현형이 3과 같은 TT일 확률은 0이다. (x)

7. 2023년 10월 교육청 모의고사 20번 (답: ㄱ)

- ① (나)에 대해서 2(엄마)는 병인데 5(아들)는 정상이고, 3(아빠)는 병인데 7(딸)은 정상이므로, (나)는 일반 유전이다. 자동으로 (가)는 X 염색체 반성 유전이 되는데, (가)에 대해서 3(아빠)는 병인데 6(딸)은 정상이므로 (가)는 우성 X 염색체 반성 유전이 아니다. 따라서 (가)는 열성 X 염색체 반성 유전이다.
- ② 2는 AA 또는 Aa, 3은 aY, 5는 AY, 7은 aa이다. 3과 7에서 A가 0이므로, ㉠과 ㉡는 모두 3이 아니다. 따라서 ㉢이 3이고, 5는 bb이다. 즉 (나)는 우성 일반 유전이다. 5가 bb이므로 2는 Bb이고, 7은 bb이며, 7이 bb이므로 3은 Bb이다. 즉 ㉠은 2이고, ㉡는 1이며, 2는 Aa이다.

- ㄱ. (나)는 우성 형질이다. (○)
- ㄴ. 1은 aY, bb로, 1의 체세포 1개당 a와 B의 DNA 상대량을 더한 값은 1, 즉 ㉡이다. (x)
- ㄷ. 5는 AY, bb이고, 3이 aY이고 4가 bb이므로 6은 Aa, Bb이다. 따라서 5와 6 사이에서 태어난 아이에게서 (가)가 발현될 확률은 1/4, (나)가 발현되지 않을 확률은 1/2이므로, 구하는 확률은 두 확률을 곱한 1/8이다. (x)

6. 돌연변이

1. 2024학년도 6월 평가원 모의고사 17번 (답: L C)

- ① 어머니가 dd 이므로 자녀 1은 d 를 갖는다. 그런데 자녀 1에서 $A+b+D$ 가 5이므로, 자녀 1은 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}, Dd$ 이다. 이때 자녀 1~3의 (가)의 유전자형은 모두 같으므로, 자녀 2와 자녀 3의 (가)의 유전자형은 AA 이다.
- ② 자녀 2는 AA 이므로 자녀 2에서 $b+D$ 는 1이고, $b+d$ 는 3이다. 따라서 자녀 2에서 b 는 1이고, D 는 0이며, d 는 2이다. 즉 자녀 2는 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}, dd$ 이다.
- ③ 자녀 3은 AA 이므로 자녀 3에서 $b+D$ 는 2이고, $b+d$ 는 1이다. 이때 자녀 3의 체세포 1개당 염색체 수는 47이므로 자녀 3은 비분리에 의해서 염색체를 하나 더 받아야 하는데, 비분리는 13번 염색체에서 일어났으므로, 자녀 3은 13번 염색체를 3개 갖는다. 즉 자녀 3에서 D 와 d 의 합은 3이므로, 자녀 3에서 b 는 0이고, D 는 2이며, d 는 1이다.
- ④ 자녀 3에서 D 가 2이려면 아버지가 감수 2분열 비분리를 통해서 자녀 3에게 D 를 2개 물려주어야 하므로, \textcircled{C} 은 13번 염색체 비분리이고, 남은 $\textcircled{7}$ 은 7번 염색체 결실이다. 자녀 3은 AA 인데 b 를 갖지 않으므로, 어머니는 자녀 3에게, b 가 결실되어 A 만 남은 7번 염색체를 물려주었다. 즉 자녀 3은 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}, DD$ 이다.

- 가. 자녀 2는 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}, dd$ 이므로, 자녀 2에게서 A, B, D 를 모두 갖는 생식세포는 형성될 수 없다. (x)
- 나. $\textcircled{7}$ 은 7번 염색체 결실이다. (○)
- 다. 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다. (○)

2. 2024학년도 9월 평가원 모의고사 17번 (답: ㄱ ㄴ ㄷ)

- ① 어머니가 $\frac{H}{t}||\frac{H}{t}$, 즉 211 이므로, 자손에게서 나타날 수 있는 (가)의 표현형이 2가지이려면 아버지는 확정형, 즉 이0, 111, 212 중 하나여야 한다. 그런데 자손에게서 나타날 수 있는 (가)의 유전자형이 4가지이므로, 아버지는 서로 다른 두 생식세포를 만들 수 있어야 한다. 따라서 아버지는 이0 이나 212 일 수 없고, 111 중에서도 $\frac{H}{t}||\frac{H}{t}$ 가 되어야 한다.
- ② 아버지는 \textcircled{a} 에게 정상적으로 1개의 대문자를 물려주었다. 그런데 \textcircled{a} 의 표현형이 (4)이므로, \textcircled{a} 는 어머니로부터 3개의 대문자를 물려받아야 한다. 따라서 어머니의 난자 형성 과정에서 감수 1분열 비분리가 일어났다.
- 가. 아버지는 $\frac{H}{t}||\frac{H}{t}$ 이므로, 아버지의 (가)의 유전자형에서 대문자로 표시되는 대립 유전자의 수는 2이다. (○)
- 나. 어머니가 $\frac{H}{t}||\frac{H}{t}$ 이고 아버지가 $\frac{H}{t}||\frac{H}{t}$ 이므로 $\textcircled{7}$ 중에는 $\frac{H}{t}||\frac{H}{t}$ 가 있다. (○)
- 다. 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다. (○)

3. 2023년 3월 교육청 모의고사 19번 (답: L)

- ① II에서 상염색체 유전자인 A 와 d 의 합이 1이므로, 중복을 고려하더라도 세포 II는 $n(1)$ 이다. (중복이 일어나도 위에서 0이면 밑에서 0이어서, I에는 a 가 있는데 II에는 a 가 없으므로 II의 핵상은 n 이고, II에 1이 있으므로 중복을 고려하더라도 II가 $n(1)$ 이라고 해도 된다.)
- ② II는 $n(1)$ 인데, $\textcircled{7}$ 과 \textcircled{C} , 즉 1과 2가 모두 있으므로 II는 중복이 일어난 염색체가 있는 세포이다. 따라서 I과 III은 모두 정상 세포이다.
- ③ I은 정상 세포인데, 1과 2가 모두 있으므로 $2n(2)$ 이다. 이때 $2n(2)$ 에서 상염색체 대립 유전자 쌍의 합은 2가 되어야 하므로 A 는 1이다. 즉 $\textcircled{7}$ 은 1이고, 남은 \textcircled{C} 은 2이다. 따라서 P의 유전자형은 $AabbDd$ 이다.
- ④ $n(1)$ 인 II에서 b 가 2이다. 따라서 II에서 중복이 일어난 유전자는 b 이다. 즉 \textcircled{a} 는 b 이다.
- 가. $\textcircled{7}$ 은 1이다. (x)
- 나. \textcircled{a} 는 b 이다. (○)
- 다. P의 유전자형은 $AabbDd$ 이다. (x)

4. 2023년 4월 교육청 모의고사 17번 (답: ㄱ ㄴ)

- ① $\textcircled{7} \sim \textcircled{9}$ 의 핵형이 모두 정상이므로, 남자인 \textcircled{a} 와 \textcircled{b} 에서의 DNA 상대량이 2인 A 와 남자인 \textcircled{c} 와 \textcircled{d} 에서의 DNA 상대량이 2인 D 는 모두 상염색체 유전자이다. 즉 (가)와 (다)의 유전자는 7번 염색체에 있고, 남은 (나)의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ② \textcircled{C} 에서 b 가 2, D 가 0이고 \textcircled{c} 와 \textcircled{d} 에서 b 가 0, D 가 2이다. b 와 D 는 독립이므로, 돌연변이를 고려하더라도 \textcircled{C} 과 \textcircled{c} , \textcircled{D} 과 \textcircled{d} 은 부모-자손 관계가 아니다. 따라서 \textcircled{C} , \textcircled{c} , \textcircled{D} 은 모두 자손이고, 남은 $\textcircled{7}$ 과 $\textcircled{9}$ 이 부모이다. 즉 $\textcircled{7}$ 은 어머니이고, $\textcircled{9}$ 은 아버지이다.
- ③ 어머니($\textcircled{7}$)가 $AaDd$ 이므로, $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}$ 인 \textcircled{C} 과 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}$ 인 \textcircled{d} 중 하나가 돌연변이가 일어나서 태어난 자녀 3이다. 즉 $\frac{A}{b}||\frac{a}{b}$ 인 \textcircled{c} 은 정상 자손인데, 아버지($\textcircled{9}$)는 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}$ 이므로, 어머니($\textcircled{7}$)는 $\frac{a}{b}$ 를 갖는다. 따라서 어머니($\textcircled{7}$)는 $\frac{A}{b}||\frac{a}{b}$ 이므로, $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}$ 인 \textcircled{c} 이 자녀 3이다. 이때 아버지($\textcircled{9}$)는 $\frac{A}{b}||\frac{A}{b}$ 이므로, 아버지($\textcircled{9}$)에게서 감수 2분열 비분리가 일어나서 $\frac{A}{b}$ 를 2개 갖는 자녀 3(\textcircled{c})이 태어났다.
- 가. (나)의 유전자는 X 염색체에 있다. (○)
- 나. 어머니($\textcircled{7}$)는 $\frac{A}{b}||\frac{a}{b}$, Bb 이므로, 어머니에게서 A, b, d 를 모두 갖는 난자가 형성될 수 있다. (○)
- 다. \textcircled{a} 의 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다. (x)

5. 2023년 7월 교육청 모의고사 20번 (답: ㄱ)

- ① 아버지가 $\begin{smallmatrix} A \\ B \end{smallmatrix} \parallel \begin{smallmatrix} a \\ b \end{smallmatrix}$, Dd인데 세포 I에서 A+b+D가 0이므로 (또는 I이 ㉠과 ㉡를 모두 갖지 않으므로) I의 핵상은 n이다. 이때 I에서 A+b+D가 0이므로 I은 ㉠'와 ㉡를 갖는다. 즉 ㉠은 ㉡이고, 어머니의 세포 II에는 ㉢과 ㉣이 있으므로 ㉣은 ㉠이다.
- ② 어머니의 세포 II는 ㉢과 ㉣, 즉 ㉣'와 ㉣'를 갖는다. 세포 II에서 A+b+D는 3인데, ㉣'에는 B가 있으므로, 세포 II는 n(1)이 아니라 2n(2)이다.
- ③ 자녀 1의 세포 III은 ㉠(㉢)과 ㉣(㉣')을 모두 갖는데 ㉢과 ㉣ 중 하나도 가지므로 n(1)이 아니라 2n(2)이다. 이때 ㉠(㉢)과 ㉣(㉣')에는 A, b, d가 있으므로, 자녀 1은 어머니에게 A, b, D 중 하나만을, 즉 ABd, abd, aBD 중 하나를 물려받아야 한다.
- ④ 자녀 1은 ㉢과 ㉣ 중 하나만 가지므로, 어머니로부터 ㉣'와 ㉣' 또는 ㉣'와 ㉣'를 물려받는다. 그런데 자녀 1은 어머니로부터 A+b+D가 1인 염색체들을 물려받으므로, ㉣'가 B, ㉣'가 d를 갖는 것을 고려할 때, 만약 자녀 1이 어머니로부터 ㉣'와 ㉣'를 물려받으면 어머니에서 A+b+D가 3이 될 수 없다. 따라서 자녀 1은 어머니로부터 ㉣'와 ㉣'를 물려받아야 하므로, ㉢은 ㉣'이고, ㉣은 ㉣'이며, 자녀 1이 어머니로부터 물려받은 것은 ABd이고, ㉣'에는 A가 있다.
- ⑤ 자녀 2의 세포 IV는 d가 있는 ㉠(㉢)과 AB가 있는 ㉣(㉣')을 갖는다. IV가 d가 있는 ㉣'와 aB가 있는 ㉣'를 갖는다고 해도 A+b+D는 1이기 때문에, IV에서 A+b+D가 3이 되기 위해서는 반드시 A와 b가 연관된 ㉣'가 있어야 한다. 자녀 2는 ㉣(㉣)와 ㉣'를 모두 가지므로, 어머니에게서 감수 1분열 비분리가 일어났다. 또한 어머니는 AB가 있는 ㉣'를 가지면서 A+b+D가 3이 되어야 하므로, 어머니는 $\begin{smallmatrix} A \\ B \end{smallmatrix} \parallel \begin{smallmatrix} A \\ b \end{smallmatrix}$, dd이다.

- ㄱ. ㉢은 ㉣'이다. (○)
 ㄴ. 어머니의 (가)~(다)에 대한 유전자형은 AABbdd이다. (x)
 ㄷ. ㉣'는 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 난자이다. (x)

6. 2023년 10월 교육청 모의고사 18번 (답: ㄴ)

- ① ㉠에는 A가, ㉣과 ㉣'에는 a가, ㉢, ㉣, ㉣'에는 B가, ㉠과 ㉢'에는 b가 있으므로 이 사람은 AaBb이다. 또한 ㉣'에서 D가 4이므로, 이 사람은 DD이다. 즉 2n(2)인 I은 AaBbDD, 2n(4)인 II는 A"a"B"b"D"D"이므로, ㉢은 2n(2)인 I이고 ㉣'는 1이며, ㉣은 2n(4)인 II이다.
- ② 2n(2)에서 DNA 상대량이 1인 a와 b는 각각 n(2), n(1)에서 두 방향 중 한 방향에만 존재할 수 있다. 그런데 ㉣'과 ㉣'에 모두 a와 b가 존재하므로, ㉣'과 ㉣'은 각각 III과 V이다. 자동으로 ㉠은 IV가 되는데, n(1)인 IV에서 A와 b가 모두 2이므로, 비분리는 왼쪽 감수 2분열에서 일어나서 1번 염색체가 왼쪽의 IV(㉠)로 물렸다. 즉 ㉣'는 2이다.

- ㄱ. ㉠은 IV이다. (x)
 ㄴ. ㉣'+㉣'=3이다. (○)
 ㄷ. V(㉣')은 정상 세포이므로, 염색체 수는 23이다. (x)