2027학년도 대학수학능력시험 대비

2027학년도 JUSTICE OVERDOSE 시즌1 1회 정답 및 해설

• 과학탐구 영역 •

생명과학Ⅰ 정답

1	⑤	2	③	3	④	4	⑤	5	④
6	③	7	③	8	②	9	①	10	③
11	②	12	④	13	②	14	④	15	①
16	③	17	⑤	18	②	19	④	20	⑤

해 설

1. [출제의도] 생물의 특성을 이해한다.

생물의 특성 (가)에 대해 주변 온도가 낮아질 때 근육의 떨림이 증가한다고 설명하였다. 이때 근육의 떨림이 증가하면 체온이 높아지므로, (가)는 항상성에 해당한다. 생물의 특성 (나)에 대해 갈라파고스 섬의 핀치 새가 부리 모양이 다양하다고 하였으므로, (나)는 적응과 진화에 해당한다.

ㄴ. 주변 온도가 낮아지면 갑상샘에서 티록신이 분비되어 체온이 높아진다.

ㄷ. 파리지옥의 먹이가 파리지옥의 감각모를 자극하였을 때 파리지옥의 입이 닫히는건 자극에 대한 반응에 해당한다.

[오답] ㄱ. (가)는 항상성이다.

2. [출제의도] 핵형을 이해한다.

(다)의 핵상이 2n이고 나타난 염색체 수가 5개이므로 (다)는 수컷의 세포이고, 2n=6이다. 이때 (나)에서 나타난 염색체 수가 6개이므로 (나)는 암컷의 세포이고 ⓐ는 Y 염색체이다. 이때 (가)에 나타난 염색체 수가 2개이므로 (가)는 수컷의 세포이고 Ⅰ의 세포의 개수가 Ⅱ의 세포보다 더 많으므로 Ⅰ은 수컷의 세포, Ⅱ는 암컷의 세포이다.

ㄱ. ⓐ는 Y 염색체이다.

ㄴ. (가)는 수컷의 세포이다.

[오답] ㄷ. 2n=6이므로 감수 1분열 중기의 세포 1개당 염색분체는 총 12개이다. 이때 Ⅰ의 X 염색체는 감수 1분열 중기에서 1개이므로 감수 1분열 중기 세포 1개 당 (염색 분체 수)+(X 염색체 수)는 13이다.

3. [출제의도] 물질대사와 건강을 이해한다.

사람 C의 체중이 일정하였으므로, C의 하루 평균 에너지 섭취량과 하루 평균 에너지 소비량은 같다. 따라서 1800+ⓐ=2200이므로 ⓐ는 400이다. 이때 B의 체중은 감소하였으므로 1100+2ⓑ는 2300보다 작다. 따라서 ⓑ는 600보다 작다.

ㄱ. ⓐ는 400이다.

ㄷ. A의 하루 평균 에너지 섭취량은 2850이고, A의 하루 평균 에너지 소비량은 2150이므로, 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많다. 이러한 섭취량과 소비량이 지속되면 대사성 질환 중 하나인 고지혈증이 유발될 수 있다.

[오답] ㄴ. ⓑ는 600보다 작아야하므로 650은 될 수 없다.

4. [출제의도] 세포 주기를 이해한다.

(나)는 염색체 형태로 나타나므로 M기 세포에 해당한다. 이때 체세포의 세포 주기는 G_1기 → S기 → G_2기 → M기 순서로 진행되므로 ㉠은 G_2기, ㉡은 M기에 해당한다. ⓐ는 S기이다.

ㄴ. 사람 P는 X 염색체가 1개이고 Y 염색체가 존재하지 않으므로 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.

ㄷ. S기에서 DNA 복제가 일어나고, ⓐ는 S기이므로 ⓐ 시기에 DNA 복제가 일어난다.

[오답] ㄱ. A는 ㉡, 즉 M기이다.

5. [출제의도] 신경계를 이해한다.

동공과 연결된 신경에서 신경절 이전의 길이가 신경절 이후의 길이보다 짧으므로, 교감 신경에 해당한다. 이때 동공의 교감 신경은 신경 세포체가 척수와 연결되어있기 때문에 X는 척수이다. 이때 심장과 연결된 신경은 교감 신경일 때 신경 세포체가 척수에, 부교감 신경일 때 신경 세포체가 연수에 연결되어있기 때문에, 교감 신경에 해당한다. 방광과 연결된 신경에서 신경절 이후의 말단, 즉 [C]에서 아세틸콜린이 분비되기 때문에, 이 신경은 부교감 신경이다.

ㄱ. X는 척수이다.

ㄷ. 심장과 연결된 신경은 교감 신경, 방광과 연결된 신경은 부교감 신경이므로, ⓐ와 ⓑ의 신경절의 위치는 서로 다르다.

[오답] ㄴ. 동공과 연결된 신경은 교감 신경이므로 신경절 이후, 즉 [A]에서는 노르에프네프린이 분비되지만, 신경절 이전, 즉 [B]에서는 아세틸콜린이 분비되므로 [A]와 [B]의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 서로 다르다.

6. [출제의도] 세포 주기를 이해한다.

단백질, 지방으로부터 포도당이 만들어지는데에는 당질 코르티코이드가 관여한다. 포도당이 글리코젠으로 바뀌는 과정에서 인슐린이 관여하고, 글리코젠이 포도당으로 바뀌는 과정에서는 글루카곤이 관여한다. 따라서 ㉡은 β세포, 인슐린이, ㉢은 α세포, 글루카곤이 적절하다.

ㄱ. ㉠ 과정에서 당질 코르티코이드가 관여한다.

ㄴ. 당뇨병 환자는 이자의 β세포가 파괴되어 포도당이 글루카곤으로 바뀌지 못하거나, β세포가 표적 기관에 관여하지 못하여 포도당이 글루카곤으로 바뀌지 못한다. 따라서 ㉡ 과정이 제대로 이루어지지 않는다.

[오답] ㄷ. ㉢ 과정에서는 이자의 α세포가 관여한다.

7. [출제의도] 물질 대사를 이해한다.

세포 호흡 과정에서 산소가 부족하면 무산소호흡인 젖산 발효가 일어난다. 따라서 학생 C가 세포 호흡 과정에서 산소가 부족하면 젖산 발효가 일어날 수 있다고 한 것은 타당하다.

[오답] 학생 A: 포도당이 세포 호흡에 사용되는 과정에서 생긴 에너지 중 일부는 열에너지로 빠져나가므로, 모두 ATP로 저장된다고 한 것은 타당하지 않다.

학생 B: 지방이 분해되는 과정에서는 CO_2와 H_2O가 생성된다. 따라서 질소 노폐물은 생성되지 않기에, 지방이 분해되는 과정에서 생기는 산물로 질소 노폐물이 있다고 한 것은 타당하지 않다.

8. [출제의도] 생물 사이의 상호 작용을 이해한다.

상호 작용 Ⅱ에서 종 B는 이익도, 손해도 받지 않고, 상리 공생, 편리 공생, 기생 중 이익도, 손해도 받지 않는 종이 있는 상호 작용은 편리 공생이므로 상호 작용 Ⅱ는 편리 공생에 해당한다. 편리 공생에서 다른 한 종은 이익을 받기 때문에 ㉠은 이익으로 적절하다. 또한 상호 작용 Ⅰ에서 종 A는 손해를 보고, 상리 공생과 기생 중 손해를 보는 종이 있는 상호 작용은 기생이므로 상호 작용 Ⅰ은 기생에 해당한다. 문제에서 상호 작용 Ⅰ~Ⅲ은 상리 공생, 편리 공생, 기생을 순서 없이 나타냈다고 하였으므로, 상호 작용 Ⅲ은 상리 공생에 해당한다.

① ㉠은 '이익'으로 적절하다.

③ 흰동가리는 포식자를 발견하면 말미잘의 촉수로 숨음으로써 말미잘이 흰동가리를 보호해줌에 따라 흰동가리는 이익을 얻고, 말미잘 역시 흰동가리에게 먹이를 제공받기 때문에 말미잘도 이익을 얻기 때문에, 흰동가리와 말미잘 간 상호 작용은 상리 공생에 해당한다.

④ 상호 작용 Ⅰ은 기생이다.

⑤ 상호 작용 Ⅱ는 편리 공생으로, 종 A와 종 B를 혼합 배양하였을 때, 종 A는 이익을 얻으므로, 종 A의 개체 수는 단독 배양하였을 때보다 혼합 배양하였을 때 더 많다.

[오답] ② 개체군은 종이 같은 개체들의 집합이므로, ⓐ는 개체군으로 적절하지 않다. (개체군→군집)

9. [출제의도] 생쥐의 방어 작용을 이해한다.

생쥐 Ⅱ에게는 백신 후보 물질 P를 주사한 뒤에 X를 주사하였을 때, X에 대한 항체가 생성되었으므로 백신 후보 물질 P는 X에 대한 백신으로 적합하다. 그러나 생쥐 Ⅲ에게도 백신 후보 물질 P를 주사하였지만, X만을 주사한 생쥐 Ⅱ와 달리 X와 Y를 함께 주사한 생쥐 Ⅲ는 죽었기 때문에, 백신 후보 물질 P는 Y에 대한 백신으로 적합하지 않다. 생쥐 Ⅳ에게는 백신 후보 물질 Q를 주사한 뒤에 X와 Y를 주사하였을 때, X에 대한 항체와 Y에 대한 항체가 모두 생성되었으므로, 백신 후보 물질 Q는 X에 대한 백신, Y에 대한 백신으로 모두 적합하다.

ㄱ. P를 주사한 뒤에 X와 Y를 주사한 생쥐 Ⅲ는 죽었고 Q를 주사한 뒤에 X와 Y를 주사한 생쥐 Ⅳ는 살았다. 이때 생쥐 Ⅲ와 생쥐 Ⅳ 모두 X에 대한 항체가 생성되었고, P를 주사한 생쥐 Ⅲ과 달리 Q를 주사한 생쥐 Ⅳ는 살았으므로, Y에 대한 백신으로 P보다 Q가 더 적합하다.

[오답] ㄴ. 생쥐 Ⅱ와 생쥐 Ⅲ 모두 P를 주사하였고, 생쥐 Ⅱ에게서 X에 대한 항체가 생성되었으므로 ⓐ는 생성됨이다. 따라서 모두 '생성되지 않음'은 적절하지 않다.

ㄷ. 항체는 T 림프구가 아니라 B 림프구가 형질세포로 분화하여 생성된 형질 세포에서 생성되는 것이다.

10. [출제의도] 흥분 전도를 이해한다.

신경 A의 Ⅰ에서 막전위가 −60 mV이고, Ⅱ에서 막전위가 +30 mV이므로, 두 가지 경우를 생각해 볼 수 있다. 첫 번째 경우는 Ⅰ과 Ⅱ의 거리가 2cm이고, 막전위 속도가 2cm/ms인 경우이다. 이때, Ⅱ에서 이동 시간이 2ms이고, Ⅰ에서 이동 시간이 3ms이므로, P는 d_1이고, Ⅰ은 d_3, Ⅱ는 d_2, Ⅲ는 d_4이다. 따라서 ⓐ는 −70이고, ㉠에 시냅스는 존재하지 않는다. 그러나 신경 B에서 막전위 속도가 1cm/ms인 상황에서, d_4의 막전위가 −80 mV가 나올수 없으므로,(d_3에 자극지점이 있다고 가정하더라도 +30 mV가 나와야한다.) 첫 번째 경우는 성립할 수 없다. 두 번째 경우는 P가 d_3이고 ㉠에 시냅스가 있는 경우이다. 자극 지점에서 막전위는 −70 mV이므로 ⓐ는 −70이고, Ⅲ는 d_3이다. 이때 ㉠에 시냅스가 있으므로 전달 시간은 d_2에서가 d_4에서보다 더 길다. 따라서 Ⅰ은 d_2, Ⅱ는 d_4이다. 이때 신경 B의 d_2에서 막전위가 −70 mV, d_3에서 막전위가 −80 mV, d_4에서 막전위가 +30 mV이고, 신경 B의 막전위 속도가 2cm/ms이므로, Q는 d_2이고 ㉢에 시냅스는 없다. ㉠~㉢ 중 두 곳에만 시냅스가 있으므로, ㉡에는 시냅스가 있다.

ㄱ. ⓐ는 -70이다.

ㄷ. B의 d_4에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 3.5ms일 때, B의 Ⅲ, 즉 d_3까지의 이동 시간이 1ms이고, 막전위 시간이 2.5ms이다. 즉, 이때 B의 d_3에서는 재분극이 일어난다.

[오답] ㄴ. 시냅스가 존재하지 않는 구간은 ㉢이다.

[다른 풀이] 신경 B에서 Ⅱ의 막전위가 +30 mV, Ⅲ의 막전위가 −80 mV이므로, 신경 B를 통해 막전위 값을 알아낼 때 Ⅱ와 Ⅲ의 거리가 2cm이고 흥분 전도 속도가 2cm/ms인 경우를 생각해볼 수 있다. 이때

Q로 d_1은 될 수 없다. (Q가 d_1이라면, d_2~d_4에서 단 한 곳도 −80 mV의 막전위 값이 나올 수 없다.) 이때 Q가 d_2라면 Ⅰ이 d_2가 되고, ⓐ는 −70이 된다. 이때 Ⅲ는 d_3, Ⅱ는 d_4가 된다. 이 경우에서 P는 d_3가 되고, ㉠에 시냅스가 있다고 설명할 수 있다. 만약 Q가 d_4라면 Ⅰ이 d_4가 되고, ⓐ는 −70이 된다. 이때 Ⅲ는 d_3, Ⅱ는 d_2가 되고, P는 d_3가 된다. 그러나 이 경우는 ㉠에 시냅스가 있던 없던, 같은 거리에서 d_2까지 가는데 걸리는 시간이 d_4까지 가는데 걸리는 시간보다 짧다는 것을 설명할 수 없다.

11. [출제의도] 삼투압 조절을 이해한다.

사람 P, Q, R이 X를 섭취하였을 때, 사람 P, Q, R 모두 오줌 삼투압이 높아졌으므로 X는 소금물이다. 오줌 삼투압은 P에서 가장 높고, R에서 가장 낮다. 따라서 P는 ADH가 과다 분비되는 사람이고, Q는 정상인이며, R은 요붕증(ADH 생성량이 부족하여 생기는 질환) 환자이다.

ㄴ. 혈중 ADH 농도가 높아지면, 오줌 삼투압이 높아지고, 수분 재흡수량이 증가한다. 이때 오줌 삼투압은 X 섭취 시기가 t_1일 때보다 더 낮으므로, 수분 재흡수량 역시도 X 섭취 시기가 t_1일 때보다 더 적다.

[오답] ㄱ. P는 ADH가 과다 분비되는 사람이다.

ㄷ. X가 물이라면 오줌 삼투압이 되려 낮아져야한다. 따라서 X는 소금물이다.

12. [출제의도] 연역적 탐구 방법을 이해한다.

(가)에서 백미를 먹인 닭의 달걀의 노른자가 흰색을 띨 것이라는 가설을 세웠고, (라)에서 가설이 옳다는 결론을 내렸다. 이때 (나)에서 A 집단에서는 닭에게 백미만을 먹였고, B 집단에는 닭에게 백미와 옥수수를 같이 먹였고, C 집단에는 닭에게 옥수수만을 먹였기에, 노른자의 색깔은 A, B, C 순서대로 하얀색에 가깝다. 따라서 ㉠은 A, ㉡은 C, ㉢은 B이다.

ㄴ. ㉡은 C이다.

ㄷ. (라)에서 결론을 내렸기에 (라)는 결론 도출 단계이다.

[오답] ㄱ. 가설을 세우고 대조실험을 하였기에, 연역적 탐구 방법에 해당한다.

13. [출제의도] 군집 천이를 이해한다.

천이 과정 중에 습원이 포함되어있으므로, 이 천이는 습성 천이이다. 습성 천이는 빈영양호→부영양호→습원→초원→관목림→양수림→혼합림→음수림 순으로 진행된다. 따라서 A는 부영양호, B는 초원, C는 양수림이다.

ㄴ. A는 부영양호이다.

[오답] ㄱ. 이 군집의 천이는 습성 천이이다.

ㄷ. C(양수림)에서 더 나아가 음수림에서 극상을 이룬다.

14. [출제의도] 방형구를 이해한다.

Ⅰ에서 B와 D의 상대밀도 합이 50이고, 상대 밀도의 합은 항상 100이므로 A와 C의 상대밀도 합 역시 50이다. 이때 A와 C의 개체 수가 60이므로, 지역 Ⅰ에서 총 개체 수는 120이다. 따라서 A의 상대 밀도는 10, C의 상대 밀도는 40이다. Ⅱ에서 D의 개체 수가 30이고, 상대 밀도는 20이므로 지역 Ⅱ의 총 개체 수는 150이다. 이때 C의 개체 수가 60이므로 C의 상대 밀도는 40이다. 상대 밀도의 합은 항상 100이므로 B의 상대 밀도는 30이다. 따라서 Ⅱ에서 B의 중요치는 98이고, 상대 빈도 역시 합은 항상 100이므로, C의 상대 빈도는 22이다. 따라서 Ⅱ에서 C의 중요치는 97이다. 따라서 Ⅱ는 B가 우점종인 지역이고 Ⅰ은 C가 우점종인 지역이다. C의 상대 밀도가 40이고, C의 중요치는 90보다 커야하므로, C의 상대 피도는 15보다 크고, A의 상대 피도는 30보다 작으며, A와 C의 상대 피도 합은 45이다.

ㄱ. Ⅱ는 B가 우점종인 지역이다.

ㄴ. Ⅰ의 개체 수는 120이고, Ⅱ의 개체 수는 150이므로, 120+150=270. Ⅰ과 Ⅱ의 개체 수 합은 270이다.

[오답] ㄷ. Ⅰ에서 지표를 덮고 있는 면적, 즉 상대 피도는 B 또는 C에서 가장 크다. (A의 상대 피도는 30보다 작기 때문에 A는 될 수 없다.)

15. [출제의도] 염색체 비분리를 이해한다.

자녀 1~자녀 4의 혈액형이 모두 다르고, 자녀 4의 혈장을 자녀 1~자녀 3의 적혈구와 섞었을 때, 자녀 3에게만 응집 반응이 일어나지 않았으므로, 자녀 4는 A형과 B형 중 하나, 자녀 3은 O형이다. (자녀 4가 AB형이면 자녀 1~자녀 3 모두에게 응집 반응이 일어나지 않으며, 자녀 4가 O형이면 자녀 3의 혈액형은 A형, B형, AB형 중 하나이므로 반드시 응집 반응이 일어난다. 또한 자녀 3이 O형이 아니라면 '자녀 3만 응집 반응이 일어나지 않는다'와 상충된다.) 다음은, 유전 형질 (가)~(다)에서 아버지의 유전자형을 $X^{ㄱ정ㄷ}Y$라고 하고, 자녀 1이 아들이므로 자녀 1의 유전자형을 $X^{정ㄴㄷ}Y$라고 임의로 정할 수 있다. (이때 한글 자음은 유전병 유전자, '정'은 정상 유전자이다.) 이때 $X^{정ㄴㄷ}$은 어머니에게 물려받은 유전자이기 때문에(아버지에게는 Y 염색체를 물려받는다.) 어머니의 유전자형은 $X^{정ㄴㄷ}X^{???}$이다. 여기서 어머니에게 (다)가 발현되지 않았으므로, (다)의 유전자형은 정ㄷ이고, 열성 형질이다. 즉 Ff이다. 여기서 자녀 3은 (가)는 발현되지 않고, (나)는 발현되었다. 여기서 자녀 2가 딸이고, 자녀 3이 아들이라면 자녀 3의 유전자형은 $X^{정ㄴ?}Y$이다. 이때, 자녀 3의 유전자형은 자녀 1의 유전자형과 다르기 때문에, 자녀 3의 유전자형은 $X^{정ㄴ정}Y$가 된다. 따라서 어머니의 유전자형은 $X^{정ㄴㄷ}X^{정ㄴ정}$이다. 여기서, 자녀 2가 아들이라면 (나) 형질이 반드시 발현되어야하지만, (나) 형질이 발현되지 않았기에, 자녀 2는 딸이고, (나)는 열성 형질이다. 따라서 어머니의 유전자형은 ee이다. 자녀 4가 태어났을 때, (가), (나), (다)가 모두 발현되었고, 정상적으로 태어난다면 가질수 없는 표현형이다. 만일 ㉠이 아버지에게서 일어난 염색체 비분리라면, 감수 1분열 비분리, 감수 2분열 비분리일 때 모두 절대 (가), (나), (다)가 모두 발현되는 생식세포는 형성될 수 없다. 만일 ㉠이 어머니에게서 일어난 염색체 비분리여도, 감수 1분열 비분리, 감수 2분열 비분리일 때 모두 절대 (가), (나), (다)가 모두 발현되는 생식세포는 형성될 수 없다. 따라서 ㉠은 염색체 결실이다. (아버지에게서 $X^{ㄱ정ㄷ}$ 유전자를 받았으나, '정' 부분이 결실되거나, '정'과 'ㄷ' 부분이 결실된 형태로 나타날 수 있다.) 이때 태어난 자녀 4의 (가)의 유전자형이 ㄱ정이고, (가) 형질이 발현되었으므로, (가)는 우성 형질이다.

ㄱ. 자녀 3의 혈액형은 O형이다.

[오답] ㄴ. (가)는 우성 형질, (나)와 (다)는 열성 형질이므로, (가)~(다) 중 우성 형질은 총 1개이다.

ㄷ. ㉠은 염색체 결실이다.

16. [출제의도] 감수 분열을 이해한다.

세포 Ⅴ에서 r의 DNA 상대량이 4이므로, 세포 Ⅴ는 복제된 2n 세포이고, H의 DNA 상대량이 2이므로, 세포 Ⅴ에서 h의 DNA 상대량은 2이다. 따라서 사람 B의 유전자형은 Hhrr이고, ⓒ는 2이다. 세포 Ⅰ에서는 H와 r의 DNA 상대량이 2로 주어졌고, ⓐ는 0과 1 중 하나이다. 이때 H의 DNA 상대량이 2이므로 ⓐ는 1이 될 수 없다. 따라서 ⓐ는 1, ⓑ는 0이다. 여기서 세포 Ⅱ의 H, h, R, r의 DNA 상대량이 모두 0이므로, 유전 형질 (가)를 결정하는 2쌍의 대립유전자는 모두 X 염색체에 있다. 세포 Ⅱ에서 성염색체는 Y 염색체만 있고, 사람 A는 남자이며, 사람 A의 유전자형은 $X^{Hr}Y$이다. 세포 Ⅳ에서 H, h, R, r 중 대립 유전자 H와 대립 유전자 r만 가지기 때문에, 사람 B의 유전자형은 $X^{Hr}X^{hr}$이고, 세포 Ⅴ과 달리 대립 유전자 h는 가지고 있지 않으므로 세포 Ⅳ는 M_2기 세포이다.

ㄱ. 사람 A는 Y 염색체를 가지므로 남자이다.

ㄴ. 세포 Ⅳ는 M_2기 세포이기 때문에, 핵상은 n이다.

[오답] ㄷ. A의 유전자형은 $X^{Hr}Y$이고, B의 유전자형은 $X^{Hr}X^{hr}$이다. A와 B 사이에서 아이가 태어날 때 가능한 유전자형은 $X^{Hr}X^{Hr}$, $X^{Hr}X^{hr}$, $X^{Hr}Y$, $X^{hr}Y$ 총 4가지이고, 이 중 부모와 표현형이 같은 유전자형은 총 3가지이다. 따라서, 아이의 표현형이 부모와 같을 확률은 $\frac{3}{4}$이다.

17. [출제의도] 가계도를 이해한다.

낫 모양 적혈구 빈혈증은 대립 유전자 S*을 가질 때 발현되고, 낫 모양 적혈구 빈혈증을 가진 사람은 말라리아에 내성을 가진다. 따라서 내성을 가지지 않는 4와 6의 낫 모양 적혈구 빈혈증 유전자형은 SS이고, 1, 2, ⓐ, 5는 S를 반드시 가진다. 따라서 낫 모양 적혈구 빈혈증을 가지는 구성원들 중 3만 유전자형이 S*S*이고, 1, 2, ⓐ, 5의 유전자형은 SS*이다. 적록색맹은 성염색체 열성 형질로, 6에게서 적록색맹이 발현되었고, 5는 적록색맹이 발현되지 않았으므로, 5의 유전자형은 Bb이다. 또한, 1과 4에게서 적록색맹이 발현되었으므로, 2의 유전자형은 Bb(4의 유전자형이 bY가 나와야하므로)이고, 3의 유전자형은 Bb(1의 유전자형이 bY이므로)이다. (가)의 유전자가 X 염색체에 있다면, 4의 성염색체 유전자형은 $X^{정b}Y$가 되고, 2는 $X^{정b}$를 반드시 가진다. 2는 (가)가 발현되었으므로, (가)는 우성 형질이며, 2의 성염색체 유전자형은 $X^{AB}X^{ab}$가 된다. 1에게서는 (가)가 발현되지 않았으므로, 1의 성염색체 유전자형은 $X^{ab}Y$가 된다. 그러나, 6의 성염색체 유전자형은 $X^{Ab}Y$가 되기에 5는 반드시 A를 가져야하지만, 5는 (가)가 발현되지 않았기에, (가)의 유전자는 X 염색체에 있을 수 없다. (가)의 유전자가 11번 염색체에 있을 때, (가)가 우성 형질이라면 4의 11번 염색체 유전자형은 aS/aS가 되고, 1의 11번 염색체 유전자형은 aS/aS*, 2의 11번 염색체 유전자형은 AS*/aS, 3의 11번 염색체 유전자형은 AS*/aS*이 된다. 그러나 6의 11번 염색체 유전자형이 AS/aS가 되는데, 1과 2 모두 A와 S가 같이 있는 유전자를 지니고 있지 않고, 5 역시도 A와 S가 같이 있는 유전자를 지닐 수 없기 때문에, (5의 (가)의 유전자형은 aa여야한다.) (가)는 열성 형질이고, 이때 2의 유전자형은 aS/aS*, 3의 유전자형은 aS*/aS*, 1의 유전자형은 AS/aS*, 4의 유전자형은 AS/aS이고, 6의 유전자형은 aS/aS, 5의 유전자형은 AS*/aS이고 ⓐ 역시도 유전자형이 aS/aS*이라고 설명할 수 있으므로, (가)는 열성 형질이고, 11번 염색체에 있다.

ㄱ. (가)의 유전자는 11번 염색체에 있다.

ㄴ. ⓐ의 낫 모양 적혈구 빈혈증 유전자형은 SS*이다.

ㄷ. ⓐ의 적록색맹 유전자형은 BY, bY 모두 가능하며, ⓐ의 적록색맹 유전자형이 BY일 확률은 $\frac{1}{2}$, ⓐ의 적록색맹 유전자형이 bY일 확률은 $\frac{1}{2}$이다. 이때, ⓐ의 11번 염색체 유전자형은 aS/aS*이고, 5의 11번 염색체 유전자형은 AS*/aS이므로, 6의 동생이 태어날 때 가능한 11번 염색체 유전자형은 AaSS*, aaSS, AaS*S*, aaSS*로, (가)와 낫 모양 적혈구 빈혈증이 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}$이다. 적록색맹이 발현될 확률은 ⓐ의 유전자형이 BY일 때 $\frac{1}{4}$, bY일 때 $\frac{1}{2}$이므로,

적록색맹이 발현될 확률은 $\frac{1}{4}+\frac{1}{2}=\frac{3}{8}$이다. 따라서, 6의 동생이 태어날 때, (가)와 낫 모양 적혈구 빈혈증, 적록색맹이 모두 발현될 확률은 $\frac{1}{4}\times\frac{3}{8}=\frac{3}{32}$이다.

18. [출제의도] 병원체를 이해한다.

말라리아의 병원체는 원생생물이고, 모기를 매개로 전염되며, 낫 모양 적혈구 빈혈증이 발현된 사람에게는 내성이 있다.

ㄴ. 말라리아는 모기를 매개로 전염된다.

[오답] ㄱ. 말라리아의 병원체는 원생생물이다.

ㄷ. 유전자형이 SS인 사람은 낫 모양 적혈구 빈혈증이 발현되지 않은 사람이고, 유전자형이 SS*인 사람은 낫 모양 적혈구 빈혈증이 발현된 사람으로, 유전자형이 SS*인 사람이 유전자형이 SS인 사람보다 말라리아에 쉽게 걸리지 않는다.

19. [출제의도] 여러 가지 유전을 이해한다.

(가)는 3번 염색체에 있는 2쌍의 대립 유전자에 의해 결정되고, 대문자 수에 따라 표현형이 다르다. 이 경우, (상인)×(상인)에서 표현형은 3가지, (상인)×(상반)에서 표현형은 2가지, (상반)×(상반)에서 표현형은 1가지로 나타난다. 이때, (나)의 유전자형이 F㉠인 아버지와 (나)의 유전자형이 ㉡㉢인 어머니에게서 나타난 표현형이 총 9가지이다. 따라서 아버지와 어머니 사이에서는 (가)의 표현형에서 3가지, (나)의 표현형에서 3가지가 나온다. 즉 아버지와 어머니 모두 (가)의 유전자를 상인 연관으로 가진다. (나)의 유전자는 F가 가장 열성이고 D와 E의 우열 관계가 분명하다. 이때 표현형이 3가지이므로 유전자형이 FF인 자녀가 태어날 수 있다. 따라서 어머니는 대립 유전자 F를 반드시 가진다. 또한 표현형이 3가지가 될려면 자녀가 가질 수 있는 유전자형이 DE, DF, EF, FF가 되어야한다. 이때 태어난 ⓐ의 표현형이 어머니와 같을 확률이 $\frac{1}{8}$이고, (가)의 표현형이 부모와 같을 확률이 $\frac{1}{2}$이므로(부모 모두 (가)의 연관 상태가 상인 연관이기 때문이다.), (나)의 표현형이 어머니와 같을 확률은 $\frac{1}{4}$이다. 만약 우열 관계가 D>E>F라면 어머니의 유전자형은 EF가 되고, 아버지의 유전자형은 DF가 된다. 가능한 4가지 유전자형 중 표현형이 어머니와 같은 유전자형은 EF 1가지, 표현형이 아버지와 같은 유전자형은 DE, DF 2가지이다. 이때, ⓐ의 동생이 태어날 때 표현형이 아버지와 같을 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이다.

[다른 풀이] 만약 우열 관계가 E>D>F라면 어머니의 유전자형은 DF가 되고, 아버지의 유전자형은 EF가 된다. 가능한 4가지 유전자형 중 표현형이 어머니와 같은 유전자형은 DF 1가지, 표현형이 아버지와 같은 유전자형은 ED, EF 2가지이다. 이때, ⓐ의 동생이 태어날 때 표현형이 아버지와 같을 확률은 $\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$이다.

20. [출제의도] 골격근의 수축 원리를 이해한다.

A대의 길이가 1.6㎛이고, 두 시점에서 X의 길이가 각각 2.0㎛, 3.6㎛이므로, 각각 ㉠의 길이가 0.4㎛, ㉡의 길이가 1.6㎛, ㉢의 길이가 0㎛인 경우와, ㉠의 길이가 2.0㎛, ㉡의 길이가 0㎛, ㉢의 길이가 1.6㎛인 경우로 나타낼 수 있다. (㉡, ㉢의 길이는 음수가 나올 수 없다.) 이때 Z_1에서 Z_2까지의 거리가 0.3㎛인 지점에서 t_1이 ㉡에 속하므로, t_1에서 X의 길이는 2.0㎛, t_2가 ㉠에 속하므로, t_2에서 X의 길이는 3.6㎛이다.

ㄴ. t_1일 때 ㉡의 길이는 1.6㎛, t_2일 때 ㉢의 길이는 1.6㎛이므로, t_1일 때 ㉡의 길이는 t_2일 때 ㉢의 길이와 같다.

ㄷ. Z_1으로부터 1.1㎛ 떨어진 부분에서 t_1은 ㉡에 속하지만(0.2−0.8−0−0.8−0.2), t_2는 ㉢에 속하므로(1.0−0−1.6−0−1.0), ㉠~㉢ 중 t_1과 t_2는 속한 부분이 다르다.

[오답] ㄱ. t_2일 때 X의 길이는 3.6㎛이다.