

2022학년도 대학수학능력시험  
과학탐구영역 생명과학 I 정답 및 해설

01. ⑤ 02. ④ 03. ① 04. ⑤ 05. ④ 06. ③ 07. ② 08. ③ 09. ③ 10. ④  
11. ② 12. ② 13. ⑤ 14. ① 15. ② 16. ⑤ 17. ① 18. ④ 19. ④ 20. ①

### 1. 생물의 특성

- [정답맞히기] ㄱ. 서식 환경에 맞춰 벌새의 날개 구조가 공중에서 정지한 상태로 꿀을 빨아먹기에 적합한 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.  
ㄴ. 생물은 물질대사를 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다. 벌새가 꿀을 섭취하여 활동에 필요한 에너지는 얻는 과정(㉠)에서 물질대사가 일어난다.  
ㄷ. 세포 분열을 통해 개구리알이 올챙이를 거쳐 개구리가 되는 것은 발생과 생장에 해당하므로 ‘개구리알은 올챙이를 거쳐 개구리가 된다.’는 ㉡의 예에 해당한다. 정답⑤

### 2. 사람의 물질대사

- [정답맞히기] ㄱ. 아미노산이 단백질로 되는 과정은 작은 물질로부터 큰 물질을 합성하는 과정이므로 (가)에서 동화 작용이 일어난다.  
ㄴ. 간에서 암모니아(㉠)가 요소로 전환되는 (나)가 일어난다. 정답④

#### [오답피하기]

- ㄷ. 포도당이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 이산화 탄소와 물이 있다. 암모니아(㉠)는 아미노산이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물 중 하나이다.

### 3. 체세포 분열과 세포 주기

ⓐ는 분열기의 중기 세포, ⓑ는 분열기의 전기 세포이다.

- [정답맞히기] ㄱ. I은 간기 중 G<sub>1</sub>기, II는 G<sub>2</sub>기와 분열기이다. 뉴클레오솜은 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 구조로 모든 시기의 세포에 있다. I과 II 시기의 세포에는 모두 뉴클레오솜이 있다. 정답①

- [오답피하기] ㄴ. ⓐ는 체세포 분열 과정에서 관찰되는 중기 세포이므로 상동 염색체의 접합이 일어나지 않는다. 감수 분열 과정에서 상동 염색체의 접합이 일어난다.  
ㄷ. 분열기의 전기 세포(ⓑ)는 II 시기에 관찰된다.

### 4. 기관계

A는 배설계, B는 소화계이다.

- [정답맞히기] ㄱ. 배설계(A)에 속하는 기관에는 콩팥, 방광 등이 있다.  
ㄴ. 소화계(B)에는 부교감 신경이 작용하는 기관인 위, 소장, 이자 등이 있다.  
ㄷ. ㉠은 순환계에서 조직 세포로 이동에 해당한다. 호흡계를 통해 몸 속으로 들어온 O<sub>2</sub>는 순환계를 통해 조직 세포에 공급되므로 ㉠에는 O<sub>2</sub>의 이동이 포함된다. 정답⑤

## 5. 질병과 병원체

[정답맞히기] ㄴ. 결핵의 병원체는 세균이고, 결핵과 같은 세균에 의한 질병은 항생제를 사용하여 치료한다. ‘치료에 항생제가 사용한다.’는 (가)에 해당한다.

ㄷ. 헌팅턴 무도병은 유전병에 의한 것이므로 비감염성 질병이고, 병원체에 의한 감염성 질병이 아니다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 말라리아는 말라리아 원충에 감염되어 발생하므로 말라리아의 병원체는 바이러스가 아니고, 원생생물이다.

## 6. 생명 과학의 탐구 방법

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 가설을 세우는 과정이 있으므로 자료의 탐구는 연역적 탐구 방법에 따라 수행되었다. ⑦(바다 달팽이가 잡아 먹은 갈조류에서 바다 달팽이가 기피하는 물질 X의 생성이 촉진될 것)은 관찰한 현상을 설명할 수 있는 잠정적인 결론(잠정적인 답)에 해당하는 가설이다.

ㄴ. 연역적 탐구 방법에서는 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 해야 탐구 결과의 타당성이 높아진다. (다)에서 갈조류를 ⑧와 ⑨로 나눠 한 집단만 바다 달팽이가 잡아 먹도록 한 것은 대조군과 실험군을 비교하는 대조 실험을 수행한 것이다. 정답 ③

[오답피하기] ㄷ. (라)에서 X의 양은 ⑩에서가 ⑪에서보다 많았고, (마)에서 바다 달팽이가 잡아 먹은 갈조류에서 X의 생성이 촉진된다는 결론을 내렸으므로 (라)의 ⑩는 바다 달팽이가 잡아 먹은 갈조류 집단으로 실험군이고, ⑪는 바다 달팽이가 잡아 먹지 않은 갈조류 집단으로 대조군이다.

## 7. 감수 분열과 염색체

표에서 이 사람은 염색체 ⑦~⑩을 모두 갖는 사람임을 알 수 있다. I, III, IV에서는 ⑦~⑩ 중 일부 염색체가 없으므로 핵상은 모두 n이다. III을 통해 ⑦은 ⑪과 상동 염색체가 아니고, IV를 통해 ⑦은 ⑫과 상동 염색체가 아님을 알 수 있다. 따라서 ⑪은 ⑫과 상동 염색체이고, 각각 ⑪와 ⑫ 중 하나이므로 나머지 ⑦은 ⑬이다. II에서 상동 염색체인 ⑭과 ⑮이 모두 있으므로 II의 핵상은 2n이다.

[정답맞히기] ㄴ. ⑦~⑩은 ⑪~⑬를 순서 없이 나타낸 것이다. 그림에서 7번 염색체인 ⑪와 ⑫, 표에서 ⑭과 ⑮은 각각 상동 염색체이므로 ⑭과 ⑮은 모두 7번 염색체이다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. I의 핵상은 n, II의 핵상은 2n으로 I과 II의 핵상은 서로 다르다. ㄷ. I에서 ⑭이 있고, H와 r의 DNA 상대량이 1이므로 ⑭에는 H와 r 중 하나가 있다. III에서 ⑭이 없음에도 H의 DNA 상대량이 2이므로 ⑭에는 H가 아닌 r가 있고, ⑭의 상동 염색체인 ⑮에는 R가 있다. ⑦에는 H와 h 중 하나가 있다. 만약 ⑦에 h가 있다면 III(n)에서 H의 DNA 상대량이 2라는 조건을 만족하지 않는다. 따라서 ⑦에는 H가 있고, 이 사람은 유전자형으로 HHRr를 갖는다. I(n)에는 ⑦(H가 존재하는 염색

---

체)이 없고, ⑦의 상동 염색체가 있다. ⑦의 상동 염색체에도 H가 있으므로, 표의 조건처럼 H의 DNA 상대량으로 1이 될 수 있다.

## 8. 혈당량

[정답맞히기] ㄱ. 이자의  $\alpha$  세포에서는 글루카곤이 분비되고,  $\beta$  세포에서는 인슐린이 분비된다.

ㄴ. 운동 시작 후 세포 호흡이 활발해져 혈중 포도당 소비가 증가하므로 혈중 포도당 농도를 증가시키는 글루카곤의 혈중 농도는 증가하고, 혈중 포도당 농도를 감소시키는 인슐린의 혈중 농도는 낮아져야 한다. 따라서 ⑦은 인슐린이다. ⑦(인슐린)은 세포로의 포도당 흡수를 촉진하여 혈당량을 감소시키는 데 관여한다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. 간에서 단위 시간당 생성되는 포도당의 양은 혈중 ⑦(인슐린)의 농도가 높은 운동 시점일 때가 혈중 ⑦의 농도가 낮은  $t_1$ 일 때보다 적다.

## 9. 방어 작용

[정답맞히기] ㄱ. 체액성 면역은 형질 세포가 생산하는 항체가 항원과 결합함으로써 더 효율적으로 항원을 제거할 수 있는 면역 반응이다. 따라서 X에 대한 체액성 면역 반응에서는 X에 대한 항체가 생성되는 (가) 가 일어난다.

ㄴ. 세포독성 T 림프구가 X에 감염된 세포를 파괴하는 세포성 면역은 특이적 방어 작용에 해당한다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. ⑦(형질 세포)은 분화가 일어난 세포로 이 사람이 X에 다시 감염되었을 때 기억 세포로 분화할 수 없다.

## 10. 중추 신경계의 구조

[정답맞히기] ⑦은 간뇌, ⑧은 중간뇌, ⑨은 소뇌, ⑩은 대뇌이다.

ㄴ. ⑨(소뇌)은 평형 감각 기관으로부터 오는 정보에 따라 몸의 자세와 균형 유지를 담당하는 몸의 평형 유지 역할을 하여 몸의 평형(균형) 유지에 관여한다.

ㄷ. ⑩(대뇌)은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분되고, 감각령에서는 시각 기관으로부터 오는 정보를 받아들이는 영역이 포함된다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. ⑦은 간뇌이고, ⑧은 중간뇌이다.

## 11. 염색체 구성

[정답맞히기] (가)~(라) 중 2개는 A의 세포이고, (나)와 (라)의 염색체 종류가 같으므로 (나)와 (라)는 A의 세포이다. A의 (나)와 (라)에서 흰색 염색체의 크기가 다르므로 A의 성염색체는 XY이다. 성염색체 구성으로 (가)는 XX를, (다)는 XY를 갖는다. A와 B의 성은 서로 다르므로 (가)는 성염색체 XX를 갖는 B의 세포이고, 나머지 (다)는 C의 세포이다.

ㄴ. (나)와 (라)에서 ⑦과 회색 염색체는 모두 상염색체이고, 흰색 염색체는 성염색체

이다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 B의 세포, (다)는 C의 세포이다.

ㄷ. (다)의 성염색체 수는 2, (나)의 염색 분체 수는 6이므로  $\frac{(다)\text{의 성염색체 수}}{(나)\text{의 염색 분체 수}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$  이다.

## 12. 질소 순환

[정답맞히기] ㄴ. 질산화 세균은 ⑬(암모늄 이온,  $\text{NH}_4^+$ )가 ⑩(질산 이온,  $\text{NO}_3^-$ )로 전환되는 과정에 관여한다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )이 질소 기체로 전환되는 과정 (가)는 탈질산화 작용이다. 질소 고정 작용이 일어나면 대기 중의 질소 기체가 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이 되거나, 공중 방전에 의해 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )으로 전환된다.

ㄷ. 탈질산화 작용에 관여하는 ⑦은 탈질산화 세균이고, ⑩은 질소 고정 세균이다. ⑦과 ⑩은 모두 생태계의 구성 요소 중 생물적 요인에 해당한다.

## 13. 골격근의 수축과 이완

[정답맞히기]  $t_2$ 에서  $t_3$ 로 시간이 흐르면서 X의 길이가 감소했으므로  $t_1 \sim t_3$ 에서 X는 수축했음을 알 수 있다. X의 길이가 d만큼 감소할 때 ⑦의 길이는 d만큼 감소, ⑩의 길이는  $\frac{1}{2}d$ 만큼 증가, ⑪의 길이는  $\frac{1}{2}d$ 만큼 감소, (⑦+⑩)의 길이는  $\frac{1}{2}d$ 만큼 감소한다. X의 길이는 (⑦+2⑩+2⑪)의 길이와 같고, X에서 A대의 길이는 (⑦+2⑩)의 길이와 같다.  $t_2$ 일 때 X(⑦+2⑩+2⑪)의 길이는  $3.0\mu\text{m}$ 이고, ⑪의 길이가  $0.7\mu\text{m}$ 이므로 A대(⑦+2⑩)의 길이는  $3.0\mu\text{m} - (2 \times 0.7\mu\text{m}) = 1.6\mu\text{m}$ 이다. A대의 길이는 골격근의 수축 또는 이완 과정에서 변하지 않으므로  $t_1$ 일 때 A대(⑦+2⑩)의 길이는  $1.6\mu\text{m}$ 이고, 표에서 (⑦+⑩)의 길이가  $1.2\mu\text{m}$ 이므로 ⑩의 길이는  $1.6\mu\text{m} - 1.2\mu\text{m} = 0.4\mu\text{m}$ , ⑦의 길이는  $1.2\mu\text{m} - 0.4\mu\text{m} = 0.8\mu\text{m}$ 이다.  $t_2$ 에서  $t_3$ 으로 될 때 ⑪의 길이가  $0.1\mu\text{m}$  감소하므로 X의 길이는  $0.2\mu\text{m}$  감소하고,  $t_3$ 일 때 X의 길이는  $2.8\mu\text{m}$  된다.  $t_2$ 에서  $t_3$ 로 될 때 X의 길이는  $0.2\mu\text{m}$  감소했으므로  $t_2$ 일 때 (⑦+⑩)의 길이는  $(@+0.1)\mu\text{m}$ 이다.  $t_1$ 에서  $t_2$ 로 될 때 (⑦+⑩)의 길이 감소량  $1.2 - (@+0.1)$ 과 ⑪의 길이 감소량과  $@ - 0.7$ 이 같으므로  $1.2 - (@+0.1) = @ - 0.7$ 이고,  $2@ = 1.8$ 에서  $@ = 0.9$ 이다.  $t_1 \sim t_3$ 일 때 ⑦의 길이, ⑩의 길이, ⑪의 길이, ⑦+⑩의 길이, X의 길이는 표와 같다.

시점	⑦의 길이	⑩의 길이	⑪의 길이	⑦+⑩의 길이	X의 길이
$t_1$	0.8	0.4	$@(0.9)$	1.2	? (3.4)
$t_2$	0.4	0.6	0.7	? (1.0)	3.0
$t_3$	0.2	0.7	0.6	$@(0.9)$	? (2.8)

(단위:  $\mu\text{m}$ )

ㄱ. 팔을 구부릴 때 P는 수축하고, Q는 이완한다.  $t_1$ 에서  $t_3$ 으로 진행될수록 X의 길이는 수축하므로 X는 팔을 구부릴 때 수축하는 골격근인 P이다.

ㄷ.  $t_1$  일 때 ①의 길이는  $0.4\mu\text{m}$ , ②의 길이는  $0.9\mu\text{m}$ 이므로 ①의 길이와 ②의 길이를 더한 값은  $0.7\mu\text{m}+0.9\mu\text{m}=1.3\mu\text{m}$ 이다.

정답 ⑤

[오답피하기] ㄴ. 골격근 수축 과정에서 A대의 길이는 변하지 않으므로 X에서 A대의 길이는  $t_1$  일 때와  $t_3$  일 때가 같다.

#### 14. 자극의 전도

[정답맞히기] 어떤 지점에서 활동 전위가 발생하면 막전위는 ⑦(탈분극)→⑧(재분극)→⑨(과분극) 순으로 변하고,  $d_1$ 과 가까운 지점일수록 흥분이 먼저 도착하여 과분극이 먼저 진행된다. 따라서 C에서 ⑧(재분극)이 진행된 I과 III보다 ⑨(과분극)이 진행된 II가 자극을 준 지점  $d_1$ 과 가장 가까운  $d_2$ 이다. A에서 I이 재분극(⑧)일 때 III이 과분극(⑨)이므로 III이 I보다  $d_1$ 에 가까운  $d_3$ 이고, I은  $d_4$ 이다. B와 C의 흥분 전도 속도를 비교하면, II( $d_2$ )에서 ⑨(과분극)이 일어난 C의 흥분 전도 속도가 ⑦(탈분극)이 일어난 B의 흥분 전도 속도보다 빠르다. A와 C의 흥분 전도 속도를 비교하면, ⑨(과분극)이 일어난 A의 흥분 전도 속도가 ⑧(재분극)이 일어난 C의 흥분 전도 속도보다 빠르다. 따라서 A~C의 흥분 전도 속도는 A > C > B이다.

신경	4ms일 때 막전위가 속하는 구간		
	I ( $d_4$ )	II ( $d_2$ )	III ( $d_3$ )
A	⑧(재분극)	? ⑨(과분극)	⑨(과분극)
B	?	⑦(탈분극)	?
C	⑧(재분극)	⑨(과분극)	⑧(재분극)

ㄱ. 자료의 두 번째 블릿에서 ④일 때 각 지점에서의 막전위는 구간 ⑦~⑨ 중 하나에 속한다고 했고, ④일 때 A의 III( $d_3$ )에서의 막전위는 ⑨(과분극)에 속하므로  $d_1$ 에 더 가까운 II( $d_2$ )에서의 막전위도 ⑨(과분극)에 속한다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. ④일 때 B의 II( $d_2$ )에서 탈분극이 일어나므로 흥분이 II( $d_2$ )에서보다 늦게 도착하거나 아직 도착하지 않은  $d_3$ 에서는 재분극이 일어날 수 없다.

ㄷ. A~C중 흥분 전도 속도가 가장 빠른 신경은 A이다.

#### 15. 체온 조절

[정답맞히기] ㄷ. 시상 하부는 체온 조절의 중추이다. 시상 하부가 체온보다 높은 온도를 감지하면 체온을 낮추기 위해 땀 분비량은 증가하고, 열 발생량(열 생산량)은 감소한다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 체온보다 높은 온도의 물에 들어가면 체온이 올라가므로 ⑦은 ‘체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때’이고, ⑧은 ‘체온보다 낮은 온도의 물에 들어갔을 때’이다.

ㄴ. ⑦(체온보다 높은 온도의 물에 들어갔을 때)에서 체온이 상승하면 체온을 낮추기 위해 땀 분비량이 증가하고, 열 발생량(열 생산량)이 감소하므로 A는 땀 분비량, B는 열 발생량(열 생산량)이다. 따라서 열 발생량은(B) 구간 I에서가 구간 II에서보다 적다.

## 16. 사람의 유전

표 (가)에서 ㉠은 A가 a에 대해 완전 우성인 경우와 완전 우성이 아닌 경우가 있으며, 완전 우성인 경우 유전자형이 AA인 사람과 Aa인 사람의 표현형이 일치하고, 완전 우성이 아닌 경우 AA인 사람과 Aa인 사람의 표현형이 일치하지 않는다. (나)에서 ㉡도 ㉠과 동일한 상황이다. ㉢은 유전자형이 DE인 사람과 EE인 사람의 표현형([E])이 같으므로 E는 D에 대해 완전 우성이고, DF인 사람과 FF인 사람의 표현형([F])이 같으므로 F는 D에 대해 완전 우성이다. ㉣의 표현형은 4가지이므로 유전자형이 DD인 사람의 표현형([D])과 EF인 사람의 표현형([EF])이 있다. P의 유전자형은 AaBbDF이고, Q는 P와 ㉠~㉢의 표현형이 모두 같으므로 ㉠의 유전자형은 AA와 Aa 중 하나, ㉡의 유전자형은 BB와 Bb 중 하나, ㉢의 유전자형은 DF와 FF 중 하나이다. P와 Q 사이에서 ①가 태어날 때, ①의 ㉠~㉢의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 확률( $\frac{3}{8}$ )로부터 Q의 유전자형에 해당하는 것을 찾는다.

Q의 ㉠의 유전자형이 AA인 경우, P와 Q의 표현형이 같은 조건에 따라 A는 a에 대해 완전 우성이다. ㉡의 경우도 동일하다. Q의 ㉢의 유전자형이 FF이면 ①의 ㉢의 유전자형은 DF와 FF 중 하나이므로 항상 표현형([F])이 부모와 같다. 이 때 ㉠과 ㉡의 표현형은 같지 않아야 조건을 만족한다. Q의 ㉠의 유전자형이 AA인 경우 조건을 만족하는 경우가 없다. Q의 유전자형이 Aa인 경우 ①의 ㉠과 ㉢의 표현형 중 한 가지만 부모와 같은 확률은  $\frac{1}{4}$  또는  $\frac{1}{2}$ 이다. Q의 ㉡의 유전자형이 BB인 경우, ①의 ㉡의 표현형이 부모와 다를 확률은 0이고, Bb인 경우  $\frac{1}{4}$  또는  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 주어진 확률( $\frac{3}{8}$ ) 조건을 만족하지 않는다. 표로 정리하면 다음과 같고, 괄호 안의 숫자는 ㉠~㉢ 중 ①와 부모의 표현형이 같은 유전 형질의 수이다.

구분		Q(AF/AF)	
		AF	AF
P	AD	AADF(2)	AADF(2)
	(AD/aF)	aF	AaFF(2)

구분		Q(AF/aF)	
		AF	aF
P	AD	AADF(2or1)	AaDF(2)
	(AD/aF)	aF	AaFF(2)

구분		Q(BB)	
		B	B
P	B	BB (1)	BB (1)
	(Bb)	b	Bb (1)

구분		Q(Bb)	
		B	b
P	B	BB (1or0)	Bb (1)
	(Bb)	b	Bb (1)

Q의 ㉢의 유전자형이 DF이고, ㉠의 유전자형이 AA인 경우는 표와 같다.

구분		Q(AD/AF)	
		AD	AF
P	AD	AADD(1)	AADF(2)
	(AD/aF)	aF	AaDF(2)

ⓐ의 ㉠과 ㉡의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. ⓐ의 ㉡의 표현형이 부모와 다를 확률은 BB인 경우 0이고, Bb인 경우  $\frac{1}{4}$  또는  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 주어진 확률( $\frac{3}{8}$ ) 조건을 만족하지 않는다.

Q의 ㉡의 유전자형이 DF이고, ㉠의 유전자형이 Aa인 경우는 표와 같다. Q에서 A와 D, a와 F가 같은 염색체에 있는 경우와 A와 F, a와 D가 같은 염색체에 있는 경우로 나뉜다.

구분		Q(AD/aF)	
		AD	aF
P	AD	AADD(1or0)	AaDF(2)
	aF	AaDF(2)	aaFF(1)

구분		Q(AF/aD)	
		AF	aD
P	AD	AADF(2or1)	AaDD(1)
	aF	AaFF(2)	aaDF(1)

Q에서 A와 D, a와 F가 같은 염색체에 있는 경우 ⓐ의 ㉠과 ㉡의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률은  $\frac{1}{4}$  또는  $\frac{1}{2}$ 이고, ㉡의 표현형이 부모와 다를 확률은 0,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  중 하나이므로 조건을 만족하지 않는다. ⓐ의 ㉠과 ㉡의 표현형이 모두 부모와 다를 확률은  $\frac{1}{4}$  또는 0이고, ㉡의 표현형이 부모와 같을 확률은 1,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  중 하나이므로 조건을 만족하지 않는다. Q에서 A와 F, a와 D가 같은 염색체에 있는 경우 ⓐ의 ㉠과 ㉡의 표현형 중 한 가지만 부모와 같을 확률은  $\frac{3}{4}$  또는  $\frac{1}{2}$ 이고, ㉡의 표현형이 부모와 다를 확률은 0,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  중 하나이다. 주어진 확률 조건을 만족하는 경우  $(\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8})$ 가 있다. 이 때 ㉠의 표현형은 AA인 사람과 Aa인 사람이 달라야 하고, Q의 ㉡의 유전자형은 Bb이며, ㉡의 표현형은 BB인 사람과 Bb인 사람이 다르다.

[정답맞히기] ㄱ. ㉡의 표현형은 BB인 사람과 Bb인 사람이 서로 다르다.  
ㄷ. ⓐ에게서 나타날 수 있는 ㉠과 ㉡의 표현형은 최대 4가지이며, ㉡의 표현형의 최대 3가지이다. ⓐ에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 12가지이다. 정답⑤

구분		Q(AF/aD)	
		AF	aD
P	AD	AADF	AaDD
	aF	AaFF	aaDF

구분		Q(Bb)	
		B	b
P	B	BB	Bb
	b	Bb	bb

[오답피하기] ㄴ. Q에서 A와 F, a와 D가 같은 염색체에 있으므로, A, B, D를 모두 갖는 정자가 형성될 수 없다.

## 17. 사람의 유전(돌연변이)

Q의 유전자형은 AabbDd이고 B가 없으므로 Q에서 정상 세포는 b의 DNA 상대량이 1, 2, 4 중 하나이고, 돌연변이 세포는 0이 가능하다. V와 VI에서 b의 DNA 상대량이 ⑦이고, ⑦이 0인 경우 Q의 세포 V와 VI이 모두 돌연변이 세포이므로 조건에 맞지 않는다. ⑦은 4가 아니므로 1과 2중 하나이다. ⑦이 1인 경우, ⑧은 0, ⑨은 2이라면 Q의 세포 IV와 V가 모두 돌연변이 세포이므로 조건에 맞지 않는다. ⑦이 1인 경우, ⑧은 2, ⑨은 0이라면 I~VI이 모두 돌연변이 세포이므로 조건에 맞지 않는다. ⑦이 2인 경우, ⑧은 1, ⑨은 0이라면 P의 세포 II와 III, Q의 세포 IV~VI이 모두 돌연변이 세포이므로 조건에 맞지 않는다. 따라서 ⑦은 2, ⑧은 0, ⑨은 1이고, 표를 완성하면 다음과 같다.

사람	세포	DNA 상대량					
		A	a	B	b	D	d
P	I	0	1	?(0)	⑧(1)	0	⑨(0)
	II	⑦(2)	⑧(0)	⑦(2)	?(0)	⑦(2)	?(0)
	III	?(1)	⑧(0)	0	⑧(1)	⑧(1)	⑨(0)
Q	IV	⑧(1)	?(1)	?(0)	2	⑧(1)	⑧(1)
	V	⑧(0)	⑧(1)	0	⑦(2)	⑧(1)	?(0)
	VI	⑦(2)	?(0)	?(0)	⑦(2)	⑧(0)	⑦(2)

표에서 P의 세포 중 I의 D와 d의 DNA 상대량이 모두 0이므로 돌연변이 세포이고, I은 ⑩이다. Q의 세포 중 V의 A와 a의 DNA 상대량의 합이 1, B와 b의 DNA 상대량의 합이 2이므로 V가 돌연변이 세포이고, V는 ⑪이다.

**[정답맞히기]** ㄱ. (가)의 유전자와 (나)의 유전자가 같은 염색체에 있는 경우, P에서 A와 B, a와 b가 같은 염색체에 있다면 (다)의 유전자가 있는 염색체에서 염색체 비분리가 일어나 (다)의 유전자 없이 a와 b만 갖는 돌연변이 세포 I이 만들어진다. 이 때 정상 세포인 III에서 A와 b를 갖는 세포가 만들어지므로 모순이다. 또한 I에서 (다)의 유전자가 결실된 경우는 V는 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포이다. V에서 b의 DNA 상대량이 2이면 함께 있는 A 또는 a의 DNA 상대량도 2이어야 하지만 그렇지 않으므로 모순이다. (가)의 유전자와 (나)의 유전자는 같은 염색체에 있지 않다. (나)의 유전자와 (다)의 유전자가 같은 염색체에 있는 경우, I에서 b가 있고, D와 d가 모두 없는 상황은 염색체 비분리로 형성될 수 없다. I에서 (다)의 유전자가 결실되었다면 V는 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포이나, V에서 b의 DNA 상대량이 2이면 함께 있는 D 또는 d의 DNA 상대량도 2이어야 하지만 그렇지 않으므로 모순이다. (나)의 유전자와 (다)의 유전자는 같은 염색체에 있지 않다. 따라서 (가)의 유전자와 (다)의 유전자는 같은 염색체에 있다.

정답①

### [오답피하기]

ㄴ. (가)의 유전자와 (다)의 유전자가 같은 염색체에 있는 경우 I이 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포이면, a의 DNA 상대량이 1일 때 함께 있는 d의 DNA 상대량도 1로 같아야 하지만 그렇지 않다. I(⑩)은 (다)의 유전자를 포함하고 있는 염색체에서 결실이 일어난 세포이고, V(⑪)는 염색체 비분리가 일어나 형성된 세포로 염색체 수

---

가 비정상적인 세포이다. IV는 염색체 수가 정상적인 세포이다.

- ㄷ. ①(I)에서 a의 DNA 상대량은 1이다. V(⑤)에서 a와 D의 DNA 상대량이 모두 1이므로 Q에서 a와 D, A와 d가 같은 염색체에 있다. V(⑤)에서 b의 DNA 상대량이 2이므로 (나)의 유전자가 있는 염색체에서 염색체 비분리가 일어난 것이다. V(⑤)는 감수 2분열이 완료된 세포로 핵상이  $n$ 이며, ⑤(V)에서 d의 DNA 상대량은 0이다.

## 18. 군집, 상호 작용

[정답맞히기] ㄱ. (가) 시기는 식물 군집의 생물량이 감소하여 이를 먹이로 하는 사슴의 개체 수가 감소하며, Ⅱ 시기에 해당한다.

ㄴ. 환경 저항은 개체군의 생장을 억제하는 요인으로 먹이 부족, 서식 공간 부족, 질병 등이 해당하며, 실제 생태계에서 항상 나타난다. 사슴의 개체 수가 증가하여 식물 군집의 생물량이 감소하는 I 시기 동안 사슴 개체군은 환경 저항을 받는다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. 사슴의 개체 수는 포식자인 늑대뿐만 아니라 식물 군집에 의해서도 조절된다.

## 19. 사람의 유전 (가계도 분석)

H와 h 중 하나는 ⑦, 나머지 하나는 ⑦\*, T와 t 중 하나는 ⑧, 나머지 하나는 ⑧\*로 한다. 3의 ⑦과 ⑧의 DNA 상대량을 더한 값이 0이고, 정상 남자이므로 ⑦은 (가) 발현 대립유전자, ⑧은 (나) 발현 대립유전자이다. (가)와 (나)의 유전자는 각각 상염색체와 X염색체 중 하나에 있다. (가)와 (나)의 유전자가 모두 X염색체에 있는 경우 1의 유전자형은  $X^{⑦⑧}Y$ 이다. 1로부터 X염색체를 물려받고, ⑦과 ⑧의 DNA 상대량을 더한 값이 3인 6의 유전자형은  $X^{⑦⑧}X^{⑦⑧}$ 이다. (나)만 발현되고 6에게 물려준  $X^{⑦⑧}$ 을 갖는 2는  $X^{⑦*⑧}X^{⑦⑧}$ 이다. 6에서 ⑧이 ⑧\*에 대해 완전 우성, 2에서 ⑦\*가 ⑦에 대해 완전 우성이고, 5의 유전자형은  $X^{⑦⑧}X^{⑦*⑧*}$ 이다. 2와 5에서 (가)의 유전자형이 이형 접합성으로 같지만, 표현형이 다르므로 모순이다. (가)와 (나)의 유전자가 모두 상염색체에 있는 경우 1의 유전자형은 ⑦⑦\*⑧\*⑧\*이다. 6은 1로부터 ⑦⑧\*를 물려받으며 조건을 만족하는 유전자형은 ⑦⑦⑧⑧\*이다. 2는 (가)가 발현되지 않았으며, 6에게 물려준 ⑦이 있어야 하지만, (가)가 발현된 1에서 ⑦은 ⑦\*에 대해 완전 우성인 상황과 모순이다. (가)의 유전자는 상염색체에 있고, (나)의 유전자는 X염색체에 있는 경우 1의 유전자형은 ⑦⑦\* $X^{⑦⑧}Y$ 이고, ⑦은 ⑦\*에 대해 완전 우성이다. 6은 1로부터  $X^{⑦*}$ 를 물려받으며 조건을 만족하는 유전자형은 ⑦⑦ $X^{⑦}X^{⑦*}$ 이다. 2는 (나)만 발현되었으므로 유전자형은 ⑦\*⑦\* $X^{⑦}X^{⑦*}$ 이다. 6은 2로부터 ⑦를 물려받았어야 하지만 2에는 ⑦이 없으므로 모순이다. 따라서 (가)의 유전자는 X 염색체에 있고, (나)의 유전자는 상염색체에 있다. 1의 유전자형은  $X^{⑦}Y⑧*⑧*$ 이고, 6은 1로부터  $X^{⑦}⑧*$ 를 물려받으며 조건을 만족하는 6의 유전자형은  $X^{⑦}X^{⑦}⑧⑧*$ 이다. 6에서 (나)가 발현되었으므로 ⑧은 ⑧\*에 대해 완전 우성이고, ⑧은 T이다. 6은 2로부터  $X^{⑦}⑧$ 을 물려받았고, 2는 (나)만 발현되었으므로 유전자형은  $X^{⑦}X^{⑦*}⑧_-$ 이다. 2는 (가)가 발현되지 않고 유전자형은 이

---

형 접합성이므로 ⑦\*은 ⑦에 대해 완전 우성이고, ⑦은 h이다. 5는 1로부터  $X^{\ominus}\textcircled{L}^*$ 를 물려받으며 (가)만 발현되었으므로 유전자형은  $X^{\ominus}X^{\ominus}\textcircled{L}^*\textcircled{L}^*$ 이다. 5는 1과 2로부터  $\textcircled{L}$ \*를 물려받았으므로 2에는  $\textcircled{L}^*$ 가 있다. 2의 유전자형은  $X^{\ominus}X^{\ominus}\textcircled{L}\textcircled{L}^*$ 이다. 3의 유전자형은  $X^{\ominus}\textcircled{Y}\textcircled{L}^*\textcircled{L}^*$ 이고, 7은 3으로부터  $\textcircled{Y}\textcircled{L}^*$ 를 물려받고 (가)와 (나)가 모두 발현되었으므로  $X^{\ominus}\textcircled{Y}\textcircled{L}\textcircled{L}^*$ 이다. 4는 (가)와 (나)가 모두 발현되었으므로  $X^{\ominus}X^{\ominus}\textcircled{L}_-$ 이고, ⑧에게  $X^{\ominus}$ 을 물려준다. ⑧는  $X^{\ominus}$ 을 물려받고 ⑦과 ⑨의 DNA 상대량을 더한 값이 1이므로 유전자형은  $X^{\ominus}\textcircled{Y}\textcircled{L}^*\textcircled{L}^*$ 이다. ⑨는 4로부터  $\textcircled{L}^*$ 를 물려받았으므로 4의 유전자형은  $X^{\ominus}X^{\ominus}\textcircled{L}\textcircled{L}^*$ 로 확정된다.

[정답맞히기] ㄴ. 4의 유전자형은  $X^{\ominus}X^{\ominus}\textcircled{L}\textcircled{L}^*$ 으로 4에서 체세포 1개당 ⑨의 DNA 상대량은 1이다.

ㄷ. 6의 유전자형은  $X^{\ominus}X^{\ominus}\textcircled{L}\textcircled{L}^*$ 이고, ⑧의 유전자형은  $X^{\ominus}\textcircled{Y}\textcircled{L}^*\textcircled{L}^*$ 이다. 6과 ⑧ 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)가 발현된 확률은 1, (나)가 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이므로, (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ 이다. 답④

[오답피하기] ㄱ. (나)의 유전자는 상염색체에 있다.

## 20. 생물 다양성

[정답맞히기] ㄱ. ⑦이 서식하는 모든 구간의 높이는 ⑧이 서식하는 모든 구간의 높이 보다 낮다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 구간 I에서 서식하는 ⑦과 ⑧은 서로 다른 종이므로 한 개체군을 이루지 않는다.

ㄷ. (나)에서 나무 높이의 다양성이 증가할수록 새의 종 다양성이 증가한다. 나무 높이의 다양성은 숲을 이루는 나무의 높이가 다양할수록, 각 높이의 나무가 차지하는 비율이 균등할수록 높아지므로 높이가  $h_3$ 인 나무만 있는 숲에서가 높이가  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ 인 나무가 고르게 분포하는 숲에서보다 낮고, 새의 종 다양성도 낮다.