

2023학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
**과학탐구영역 생명과학 I 정답 및 해설**

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

### 1. 생물의 특성

- [정답맞히기] ㄱ. 세균은 섬유소 분해 효소를 이용하여 섬유소를 분해할 수 있으므로 ⑦(세균에 의한 섬유소 분해 과정)에 효소가 이용된다.
- ㄴ. 생물은 환경에 적응해 나가는 적응과 진화의 특징을 갖는다. 생물인 소는 되새김질이라는 소화 과정에 적합한 구조의 소화 기관을 가지므로 ⑦(소는 되새김질에 적합한 구조의 소화 기관을 갖는다.)은 적응과 진화의 예에 해당한다.
- ㄷ. 소는 세균의 대사산물을 에너지원으로 이용하고, 세균은 소를 통해 먹이와 공간을 제공 받는다. 따라서 소는 세균과의 상호 작용을 통해 에너지원을 얻는 이익을 얻는다.

정답⑤

### 2. 병원체

- [정답맞히기] ㄱ. 신경계 이상에 의해 발병하는 A는 헌팅턴 무도병, 면역력이 약화하는 B는 후천성 면역 결핍증(AIDS)이다.
- ㄴ. B(후천성 면역 결핍증)의 병원체는 HIV 바이러스이다.

정답③

- [오답피하기] ㄷ. A(헌팅턴 무도병)는 유전에 의한 질병으로 비감염성 질병이고, B(후천성 면역 결핍증)는 병원체에 의한 질병으로 감염성 질병이다.

### 3. 생태계 구성 요소

- [정답맞히기] ㄴ. ⑧(영양염류)에는 질산염, 인산염 등이 있고, 비생물적 요인에 해당한다.
- ㄷ. 생태적 지위가 비슷한 서로 다른 종의 새가 경쟁을 피해 활동 영역을 나누어 살아가는 분서는 서로 다른 개체군 사이의 상호 작용인 ⑧(⑦)의 예에 해당한다.

정답④

- [오답피하기] ㄱ. (가)는 생물 군집에 해당하는 식물이 비생물적 요인에 속하는 대기의 산소에 영향을 미치는 ⑦이고, (나)는 비생물적 요인에 해당하는 영양염류가 생물적 요인에 속하는 플랑크톤에 영향을 미치는 ⑦이며, (다)는 ⑦이다.

### 4. 물질대사

- [정답맞히기] ㄱ. 지방이 분해되는 과정에서 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 이화 작용이 일어난다.
- ㄴ. 아미노산으로부터 단백질이 합성되는 과정은 저분자 물질이 고분자 물질로 합성되는 동화 작용으로 에너지의 흡수가 일어난다.
- ㄷ. 포도당이 세포 호흡에 사용된 결과 생성되는 노폐물에는 물, 이산화 탄소가 있다.

---

## 정답⑤

### 5. 항상성

[정답맞히기] ㄱ. 정상 개체 Ⅱ는 호르몬 X의 분비를 촉진하는 자극 Ⓐ에 의해 오줌 생성량이 감소했으므로 X는 항이뇨 호르몬(ADH)이고, Ⓡ이 제거된 개체 Ⅰ은 자극 Ⓑ에 의해 오줌 생성량이 크게 감소하지 않았으므로 Ⓡ은 항이뇨 호르몬(ADH)이 분비되는 뇌하수체 후엽이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 콩팥에서 단위 시간당 수분 재흡수량이 많을수록 오줌 생성량이 감소한다.  $t_1$ 일 때 오줌 생성량은 Ⅰ에서가 Ⅱ에서보다 많으므로 콩팥에서의 단위 시간당 수분 재흡수량은 Ⅰ에서가 Ⅱ에서보다 적다.

ㄷ.  $t_1$ 일 때 Ⅰ에게 항이뇨 호르몬(ADH)을 주사하면 콩팥에서 수분 재흡수량이 증가하고, 오줌 생성량이 감소하며, 오줌의 삼투압이 증가한다.

### 6. 세포 주기

세포 주기는 간기와 분열기(M기)로 구분되며, 간기는  $G_1$ 기, S기,  $G_2$ 기로 나뉜다. S기에 DNA 복제가 일어나 DNA 양이 2배로 증가하므로, (다)의 그림에서 세포당 DNA 양이 1인 세포는  $G_1$ 기 세포이고, DNA 양이 1과 2 사이인 세포는 DNA 복제 중인 S기 세포이며, DNA 양이 2인 세포는  $G_2$ 기 또는 분열기(M기) 세포이다.

[정답맞히기] ㄴ. 뉴클레오솜은 염색체에서 DNA가 히스톤 단백질을 감아 형성된 구조이다. 구간 I의 세포에는 핵 안에 가는 실 모양으로 풀어진 상태의 염색체가 있으므로 구간 I에는 뉴클레오솜을 갖는 세포가 있다.

ㄷ. 간기의 세포에는 핵막이 있고, 핵막은 분열기(M기) 전기에 사라졌다가 분열기(M기) 말기에 다시 나타난다. 따라서 구간 Ⅱ에는  $G_2$ 기 세포가 있으므로 핵막을 갖는 세포가 있다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. (다)에서 S기 세포 수는 A에서가 B에서보다 많고,  $G_1$ 기 세포 수는 B에서가 A에서보다 많다. 따라서  $\frac{S\text{기 세포 수}}{G_1\text{기 세포 수}}$ 는 A에서가 B에서보다 크다.

### 7. 체온 조절

혈중 티록신의 농도가 높아지면 음성 피드백에 의해 뇌하수체 전엽(\grid)에서의 TSH 분비가 억제된다. 체온 조절 중추(\grid)인 간뇌의 시상 하부에서 체온 변화를 감지하면 신경과 호르몬의 작용으로 항상성을 유지하며, 저온 자극(Ⓐ)을 주면 피부 근처 혈관이 수축되고, 피부 근처를 흐르는 혈액의 양이 감소하여 열 발산량(열 방출량)이 감소한다.

[정답맞히기] ㄱ. 호르몬은 혈액을 통해 표적 세포로 이동한다. 따라서 갑상샘에서 분비되는 호르몬인 티록신 역시 혈액을 통해 표적 세포로 이동한다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 뇌줄기는 뇌에서 대뇌, 소뇌, 간뇌를 제외한 연수, 뇌교, 중간뇌로 이루어지므로 뇌하수체 전엽(\grid)과 간뇌의 시상 하부(\grid)는 모두 뇌줄기에 속하지 않

는다.

- ㄷ. ④는 저온 자극이다.

## 8. 상동 염색체와 대립유전자

핵상이  $n$ 인 세포에는 상동 염색체 중 1개씩만 있지만, 핵상이  $2n$ 인 세포에는 상동 염색체가 쌍으로 존재한다. 대립유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 있으므로, 핵상이  $2n$ 인 세포와 비교했을 때 핵상이  $n$ 인 세포에는 일부 대립유전자만 존재한다. P의 세포에서 (가)와 (다)에 있는 유전자의 종류가 서로 다르므로 (가)와 (다)의 핵상은 모두  $n$ 이고, Q의 세포에서 (마)와 (바)에 있는 유전자의 종류가 서로 다르므로 (마)와 (바)의 핵상은 모두  $n$ 이다. 핵상이  $n$ 인 (마)와 (바)의 세포에는 상동 염색체 중 1개씩만 있으므로 ④은 ⑦, ⑧, ⑨과 대립유전자가 아니고, ④은 ⑩과 대립유전자이다. 핵상이  $n$ 인 (다)와 (바)를 비교하면 ④은 ⑦, ⑨과 대립유전자가 아니고, ④은 ⑩과 대립유전자이다. 따라서 ⑦은 ⑩과 대립유전자이다. (나)에 대립유전자 ④과 ⑪이 모두 있고, (라)에 대립유전자 ⑩과 ⑪이 모두 있으므로 (나)와 (라)의 핵상은 모두  $2n$ 이다. 따라서 (나)에는 (가), (다)에 있는 유전자가 모두 있고, (라)에는 (마), (바)에 있는 유전자가 모두 있다. 이를 주어진 표에 정리하면 다음과 같다.

대립유전자	P의 세포			Q의 세포		
	(가) $n$	(나) $2n$	(다) $n$	(라) $2n$	(마) $n$	(바) $n$
⑦	×	○(?)	○	○(?)	○	×
⑧	×	×	×	○	○	×
⑨	×(?)	○	○	○	○	○
⑩	×	○(④)	○	○	×	○
⑪	○	○	×	×	×	×
⑫	×	×	×	○(?)	×	○

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 ⑨과, ⑧은 ⑩과, ⑨은 ⑪과 각각 대립유전자이다.

ㄷ. 핵상이  $n$ 인 세포 (가)에는 대립유전자 ④과 ⑪ 중 1가지만 존재하므로 ⑪이 없고, ⑦~⑫ 중 ⑪만 있다. 따라서 ⑪은 상염색체에 있는 ⑦의 유전자이고, ⑦과 ⑨, ⑧과 ⑩은 모두 X 염색체에 있는 ⑪의 유전자이다. Q의 세포인 (라)에 ⑦과 ⑨, ⑧과 ⑩이 모두 있으므로 Q의 ⑪의 유전자형은 BbDd이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에는 (가), (다)에 있는 유전자가 모두 있으므로 ④는 '○'이다.

## 9. 질소 순환

'암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ , ④)으로 전환된다.'는 질산화 작용이 갖는 특징이고, '세균이 관여한다.'는 질산화 작용과 질소 고정 작용이 모두 갖는 특징이다.

[정답맞히기] ㄱ. 특징 ⑦과 ⑧을 모두 갖는 B는 질산화 작용이고, A는 질소 고정 작용이다.

ㄷ. 탈질산화 세균은 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ , ④)이 질소 기체로 전환되어 대기로 돌아가는 탈질산화 작용에 관여한다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 ‘세균이 관여한다.’, ㉡은 ‘암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ , ③)으로 전환된다.’이다.

## 10. 혈당량 조절

혈당량이 정상 범위보다 낮을 때 글루카곤의 분비가 촉진되며, 글루카곤은 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

[정답맞히기] ㄴ. 글루카곤은 이자의  $\alpha$ 세포에서 분비된다.

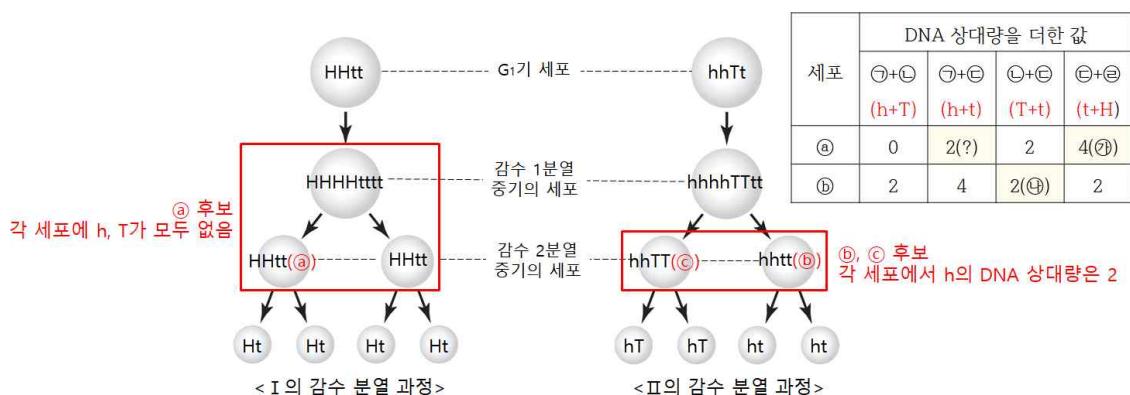
정답②

[오답피하기] ㄱ. I에서 혈중 글루카곤 농도가 증가하는 구간이 있으므로, I은 ‘혈중 포도당 농도가 낮은 상태’이고, II는 ‘혈중 포도당 농도가 높은 상태’이다.

ㄷ. 인슐린과 글루카곤은 길항 작용을 통해 혈당량을 조절한다. 따라서 ‘혈중 포도당 농도가 낮은 상태(I)’에서는 글루카곤 분비가 증가하고, 인슐린 분비가 감소하며, ‘혈중 포도당 농도가 높은 상태(II)’에서는 인슐린 분비가 증가하고, 글루카곤 분비가 감소한다. 따라서  $t_1$ 일 때  $\frac{\text{혈중 인슐린 농도}}{\text{혈중 글루카곤 농도}}$ 는 I에서가 II에서보다 작다.

## 11. 감수 분열

I의 유전자형은 HHtt이고, II의 유전자형은 hhTt이다. 유전자형을 토대로 감수 분열 과정에서 생성되는 각 세포에 들어있는 유전자를 표시한 그림은 다음과 같다.



ⓐ~ⓒ는 중기의 세포이므로, Ⓛ는 감수 1분열 중기 또는 감수 2분열 중기의 세포인데 ㉠+㉡의 DNA 상대량을 더한 값이 0이므로 ㉠과 ㉡은 각각 h와 T 중 서로 다른 하나이고, ㉢과 ㉣은 H와 t 중 서로 다른 하나이다. Ⓜ는 감수 2분열 중기의 세포이고, DNA 상대량을 더한 값이 ㉠+㉡(h+T)은 2, ㉠+㉢은 4이므로, ㉠은 h, ㉡은 T, ㉢은 t이고, ㉣은 H이며, Ⓛ에는 h와 t가, Ⓝ에는 h와 T가 각각 있다. Ⓛ에서 ㉡+㉢(T+t)의 DNA 상대량을 더한 값이 2이므로 Ⓛ는 감수 2분열 중기의 세포이다.

[정답맞히기] ㄱ. Ⓛ에서 ㉢+㉣(t+H)의 DNA 상대량을 더한 값은 4이고, Ⓜ에서 ㉡+㉢(T+t)의 DNA 상대량을 더한 값은 2이다. 따라서 Ⓛ는 4, Ⓛ+㉢은 2이므로 Ⓛ+㉢=6이다.

ㄴ. Ⓛ의 핵상과 염색체 수는  $n=23$ (상염색체 22개, 성염색체 1개)이고, 감수 2분열 중기의 세포이므로 염색 분체가 분리되기 전의 세포이다. 따라서 Ⓛ의 염색 분체 수

는 46이고, 성염색체 수는 1이므로  $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{성염색체 수}} = 46$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. ④에는 t가 없다.

## 12. 방형구법을 이용한 식물 군집 조사

밀도 =  $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적}(\text{m}^2)}$ 이고, 상대 밀도(%) =  $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100$

이다. 각 종의 상대 밀도를 구하는 공식에서 ‘조사한 모든 종의 밀도의 합’은 같고, 특정 종의 밀도는 해당 종의 개체 수에 의해 결정되므로, 각 종의 개체 수와 상대 밀도의 값은 비례한다. B의 개체 수가 36, 상대 밀도가 30%이므로 상대 밀도가 20%인 A의 개체 수는 24이고, 개체 수가 12인 C의 상대 밀도는 10%이며, A~D의 상대 밀도를 모두 더한 값은 100%이므로 D의 상대 밀도는 40%이고, D의 개체 수는 48(⑦)이다. 상대 빈도(%) =  $\frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}} \times 100$ 이므로, 각 종의 빈도와 상대 빈도는 비례한다. 빈도가 0.4인 A의 상대 빈도가 20%이므로 빈도가 0.7인 B의 상대 빈도는 35%이고, A~D의 상대 빈도를 모두 더한 값은 100%이므로 D의 상대 빈도는 35%이고, D의 빈도는 0.7이다. A~D의 상대 피도를 모두 더한 값은 100%이므로 C의 상대 피도는 30%이다.

종	개체 수	상대 밀도(%)	빈도	상대 빈도(%)	상대 피도(%)
A	24(?)	20	0.4	20	16
B	36	30	0.7	35(?)	24
C	12	10(?)	0.2	10	30(?)
D	48(?)	40(?)	0.7(?)	35(?)	30

[정답맞히기] ㄴ. 피도는 특정 종의 점유 면적을 전체 방형구의 면적으로 나눈 값이다. 따라서 지표를 덮고 있는 면적이 가장 작은 종은 상대 피도가 가장 작은 A이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. ⑦은 48이다.

ㄷ. 우점종은 개체 수가 많거나 넓은 면적을 차지하여 군집을 대표하는 종으로, 중요치(상대 밀도+상대 빈도+상대 피도)가 가장 높은 종이다. 중요치는 A가 56, B가 89, C가 50, D가 105이므로 우점종은 D이다.

## 13. 자율 신경

I에 연결된 A에 자극을 주고 I과 II의 심장 세포에서 활동 전위 발생 빈도를 측정 했을 때 자극 이후 활동 전위 발생 빈도가 감소하였다. 이는 부교감 신경(A)의 작용에 의한 결과이고, 부교감 신경(A)의 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린(⑦)이 분비된다.

[정답맞히기] ㄱ. 자율 신경인 부교감 신경(A)은 말초 신경계에 속한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. ⑦는 아세틸콜린이다.

ㄷ. 실험 결과 I에 연결된 부교감 신경(A)을 자극했을 때 분비되는 신경 전달 물질(아세틸콜린)이 II에도 작용하여 II의 세포에서 활동 전위 발생 빈도가 감소하였다. 따라서 (나)의 ①에 아세틸콜린을 처리하면 II의 세포에서 활동 전위 발생 빈도가 감소한다.

## 14. 항원 항체 반응

특정 항체는 항원의 특정 부위에 결합하여 작용하므로, ‘X에 대한 항체’는 X에 특이적으로 결합한다. ①과 결합한 X가 ⑤에 결합하면 ①에 의해 I에서 발색 반응(띠)이 나타나고, X와 결합하지 않은 ①과 ⑤에 결합하면 II에서 발색 반응(띠)이 나타난다.

[정답맞히기] 그. 그림에서 ㉠은 X(@와 결합한 상태)와 결합하고 있고, ㉡은 @와 결합하고 있다. 따라서 ㉠은 ‘X에 대한 항체’이고, ㉡은 ‘@에 대한 항체’이다.

㉡. X에 감염된 사람은 X(@와 결합한 상태)가 ‘X에 대한 항체(⑦)’에 결합하여 I에서 띠가 나타난다. 검사 결과 A는 I과 II 중 II에만 띠가 나타났고, B는 I과 II에 모두 띠가 나타났으므로 A와 B 중 X에 감염된 사람은 B이다.

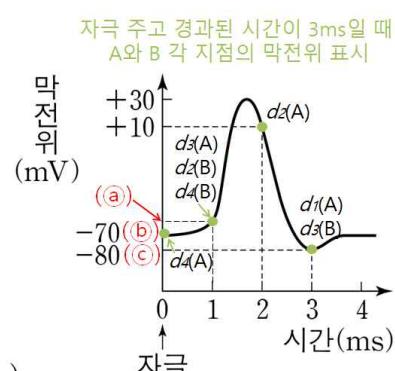
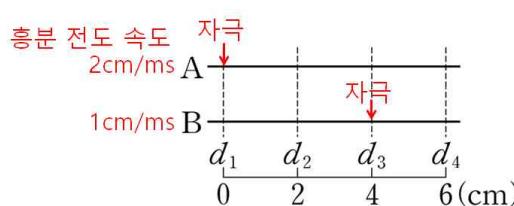
□. ‘X에 대한 항체’와 ‘@에 대한 항체’를 이용하여 검사 키트를 제작하였으므로, 검사 키트에는 항원 항체 반응의 원리가 이용된다. 정답⑤

## 정답⑤

## 15. 흥분의 전도

A에서 ⑦에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 3ms일 때  $d_2$ 의 막전위가 +10mV이므로 ⑦에서  $d_2$ 까지 흥분이 전도되는 데 걸린 시간은 1ms이다.  $d_1 \sim d_4$ 에서 인접한 두 지점 사이의 거리가 각각 2cm이므로 A의 흥분 전도 속도는 2cm/ms(B의 흥분 전도 속도는 1cm/ms)이고, ⑦은  $d_1$ 과  $d_3$  중 하나이다. ⑦이  $d_3$ 이라고 가정하면 ⑨은 -80mV이고, B의  $d_2$ 와  $d_4$ 의 막전위(⑨)가 모두 -80mV이므로 B의 ⑨에 역치 이상의 자극을 1회 주었다는 조건에 모순된다. 따라서 ⑦은  $d_1$ 이고 ⑨은 -80mV이며, B의 자극 지점인 ⑨은  $d_3$ 이다.

신경	3ms일 때 막전위(mV)			
	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$
A	Ⓐ	+10	ⓐ	ⓑ
B	ⓑ	ⓐ	ⓒ	ⓐ



[정답맞히기] ㄴ. A의 흥분 전도 속도는 2cm/ms, B의 흥분 전도 속도는 1cm/ms이다. 정답②

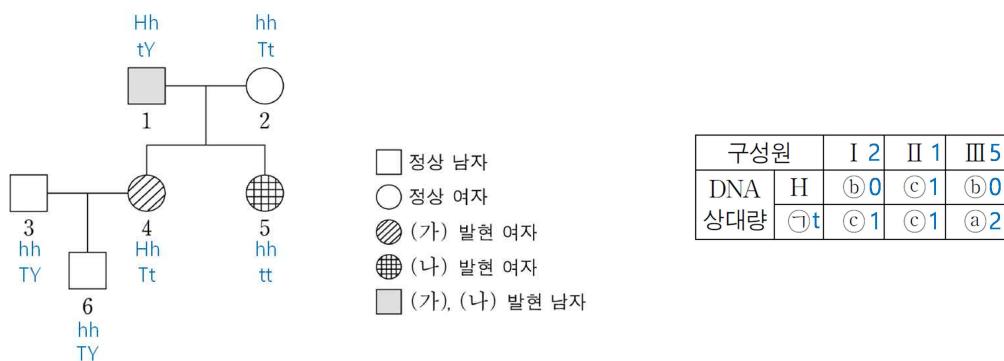
## 정답②

[오답피하기] ㄱ. ④은  $d_3$ 이다.

ㄷ. B의 흥분 전도 속도는 1cm/ms이므로 자극 지점인  $d_3$ (◎)에서  $d_2$ 까지 흥분이 도달하는 데 걸리는 시간은 2ms이고,  $d_2$ 의 막전위는 자극 후 1ms일 때의 값이다. 따라서 경과된 시간이 3ms일 때 B의  $d_2$ 에서 탈분극이 일어나고 있다.

## 16. 사람의 유전

(가)가 X 염색체 우성 유전을 따른다면 (가) 발현 남자 1로부터 태어난 여자 5는 (가)가 발현되어야 하지만 (가)에 대해 정상이므로 모순이다. (가)가 X 염색체 열성 유전을 따른다면 (가) 발현 여자 4로부터 정상 남자 6이 태어날 수 없으므로 모순이다. 따라서 (가)는 X 염색체 열성 유전을 따르지 않고, 상염색체 유전을 따르며, (나)가 X 염색체 유전을 따른다. (나)가 X 염색체 우성 유전을 따른다면 (나) 발현 남자 1로부터 태어난 여자 4는 (나)가 발현되어야 하지만 (나)에 대해 정상이므로 (나)는 X 염색체 열성 유전을 따른다. 따라서 T는 정상 대립유전자, t는 (나) 발현 대립유전자이고, 1, 2, 5의 (나)의 유전자형은 1이 tY, 2가 Tt, 5가 tt이다. ◎이 T라면 표에서 ◎는 0, ①은 1이므로 ②는 2가 되고, 표에서 I~III의 유전자형은 각각 HH, hh, HH이다. 이 유전자형은 1, 2, 5에서 (가)의 유전자형과 표현형을 만족할 수 없다. 따라서 ◎은 t이고, ◎는 1, ①은 2, ②는 0이며, III은 5이다. I과 III(5)은 H를 ②(0)만큼 갖고 (가)에 대한 표현형이 같은 정상이므로 H는 (가) 발현 대립유전자, h는 정상 대립유전자이고, II는 1, I은 2이다.



[정답맞히기] ㄴ. III(5)의 (가)와 (나)의 유전자형은 모두 동형 접합성이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)는 우성 형질이다.

ㄷ. 6의 동생이 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될(HhtY) 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이다.

## 17. 사람의 유전

[정답맞히기] ◎의 유전자형이 AD인 사람과 AA인 사람의 표현형이 같으므로 A는 D에 대해 우성 대립유전자이고, 유전자형이 BD인 사람과 BB인 사람의 표현형이 같으므로 B는 D에 대해 우성 대립유전자이다. ◎의 표현형은 4가지이므로 A, B, D의 우

열 관계는 A=B>D이고, 표현형으로는 [AB], [A], [B], [D]가 있다. ⑦의 표현형은 최대 3가지이고, ⑧의 표현형은 최대 2가지이다. ⑨에게서 나타날 수 있는 ⑦~⑧의 표현형은 최대 12가지이므로 ⑦~⑧의 표현형은 각각 2가지, 2가지, 3가지 중 하나이다(⑦~⑧의 표현형이 각각 4가지, 3가지, 1가지인 경우는 성립하지 않음). Ⅱ와 Ⅲ은 ⑧의 유전자형이 모두 FF이므로 Ⅱ 또는 Ⅲ의 자녀로부터 나타날 수 있는 ⑧의 표현형은 최대 1가지이고, 이는 ⑨에게서 나타날 수 있는 ⑦~⑧의 표현형이 최대 12가지라는 조건을 만족하지 않는다. 따라서 P와 Q는 각각 I과 IV 중 하나이다. ⑨에게서 나타날 수 있는 ⑦의 표현형으로는 [AB], [A], [B], ⑧의 표현형으로는 [EE], [EE\*], ⑧의 표현형으로는 [F], [F\*]가 있다. ⑨의 ⑦~⑧의 표현형이 I ([AB],[EE],[F])과 같을 확률은  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$ 이다.

정답①

## 18. 돌연변이

아버지의 세포 I에서 B와 B\*의 DNA 상대량을 더한 값이 1이므로 I의 핵상은 n이다. 자녀 1의 세포 Ⅲ에서 A의 DNA 상대량이 2이고, B\*의 DNA 상대량이 1이므로 Ⅲ의 핵상은 2n이고, Ⅲ(2n)은 DNA 복제 전의 세포이다. Ⅲ(2n)에서 A와 D의 DNA 상대량이 각각 2이므로 아버지와 어머니는 모두 A와 D를 갖는다. 어머니는 D를 갖고 어머니의 세포 Ⅱ에는 D가 없으므로 Ⅱ의 핵상은 n이다. Ⅱ(n)의 D\*의 DNA 상대량이 2이므로 Ⅱ(n)는 DNA가 복제된 상태이다. 자녀 2의 세포 IV에는 A와 B가 모두 0이므로 A\*와 B\*가 있다. 어머니는 A\*와 B\*가 함께 있는 염색체를 갖지 않으므로 IV의 A\*와 B\*는 아버지로부터 물려받은 것이고, IV의 핵상은 n이다. 자녀 3의 세포 V는 D\*의 DNA 상대량이 3이므로 핵상이 2n이다.

구분	구성원의 유전자 구성	세포	각 세포의 DNA 상대량					
			A	A*	B	B*	D	D*
아버지	AB/A*B*, DD*	I (n)	?(1)	?(0)	1	0	1	?(0)
어머니	A*B/AB*, DD*	Ⅱ(n)	0	?(2)	?(2)	0	0	2
자녀 1	AB/AB*, DD	Ⅲ(2n)	2	?(0)	?(1)	1	?(2)	0
자녀 2	A*B(AB*)/A*B*, D*D*	IV(n)	0	?(2)	0	?(2)	?(0)	2
자녀 3	AB/AB*B*, D*D*D*	V(2n)	?(2)	0	?(1)	2	?(0)	3

[정답맞히기] ㄱ. 자녀 3은 아버지로부터 AB, B\*D\*를 물려받고, 어머니로부터 AB\*, D\*D\*를 물려받았다. 아버지의 7번 염색체에 있던 ⑦이 9번 염색체로 이동하여 정자 P의 9번 염색체에는 B\*D\*가 있으므로 ⑦은 B\*이다.

ㄷ. 어머니의 (나)의 유전자형은 DD\*이고, 어머니로부터 D\*D\*를 갖는 난자 Q가 형성되기 위해서는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나야 한다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 어머니의 세포에는 A와 B\*가 같은 염색체에 있고, A\*와 B가 같은 염색체에 있으므로 어머니에게서 A, B, D를 모두 갖는 난자가 형성될 수는 없다.

## 19. 골격근의 수축

근육 원섬유 마디 X의 수축 과정에서 X의 길이가  $2x$ 만큼 감소하면, ㉠의 길이는  $x$  만큼 감소, ㉡의 길이는  $x$ 만큼 증가, ㉢의 길이는  $2x$ 만큼 감소한다. 따라서 ㉡의 길이가 더 긴  $F_1$ 일 때가  $F_2$ 일 때보다 X가 더 수축했을 때이다.  $F_1$ 일 때 ㉠의 길이를 a, ㉡의 길이를 b라 하고, 표의 자료에 ㉠, ㉡, ㉢, X의 길이를 정리하면 다음과 같다.

힘	$\frac{㉢}{㉠}$	$\frac{X}{㉡}$	㉠	㉡	㉢	X
$F_1$ (수축)	1	4	a	b	a	$4b$
$F_2$ (이완)	$\frac{3}{2}$	?	$a+x$	$b-x$	$a+2x$	$4b+2x$

X에서 A대의 길이는 일정하므로  $F_1$ 일 때  $2b+a=1.6\mu\text{m}$ 이고, X의 길이는  $2㉠+2㉡+㉢$ 의 길이와 같으므로  $4b=2a+2b+a$ 이다. 연립 방정식을 구하면  $a=0.4\mu\text{m}$ ,  $b=0.6\mu\text{m}$ 이다.  $F_2$  일 때  $\frac{㉢}{㉠} = \frac{a+2x}{a+x} = \frac{0.4+2x}{0.4+x} = \frac{3}{2}$  이고,  $x=0.4$ 이다. 표를 다시 정리하면 다음과 같다.

힘	$\frac{㉢}{㉠}$	$\frac{X}{㉡}$	㉠	㉡	㉢	X
$F_1$ (수축)	1	4	$a(0.4)$	$b(0.6)$	$a(0.4)$	$4b(2.4)$
$F_2$ (이완)	$\frac{3}{2}$	?(16)	$a+x$ (0.8)	$b-x$ (0.2)	$a+2x$ (1.2)	$4b+2x$ (3.2)

[정답맞히기] ㄴ.  $F_1$ 일 때 ㉠의 길이와 ㉡의 길이를 더한 값은  $0.4\mu\text{m}+0.6\mu\text{m}=1.0\mu\text{m}$ 이다.

ㄷ.  $F_2$ 일 때 X의 길이는  $3.2\mu\text{m}$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. ⑧(X가 생성할 수 있는 힘)는 X가 수축할수록 크므로 H대의 길이가  $0.3\mu\text{m}$ 일 때가  $0.6\mu\text{m}$ 일 때보다 크다.

## 20. 생명 과학의 탐구 방법

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서는 가설 설정 단계가 있고, (나)와 (다)에서는 대조 실험이 이루어졌으므로 이 탐구에서는 연역적 탐구 방법이 이용되었다.

ㄷ. (나)에서 조작 변인은 X의 처리 여부, 종속변인은 비정상적인 생식 기관을 갖는 개체의 빈도이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. (라)에서 X가 수컷 개구리의 생식 기관에 기형을 유발한다는 결론을 내렸고, (다)에서 비정상적인 생식 기관을 갖는 개체의 빈도는 ㉠에서가 ㉡에서보다 높으므로 ㉠은 X를 처리한 A, ㉡은 B이다.