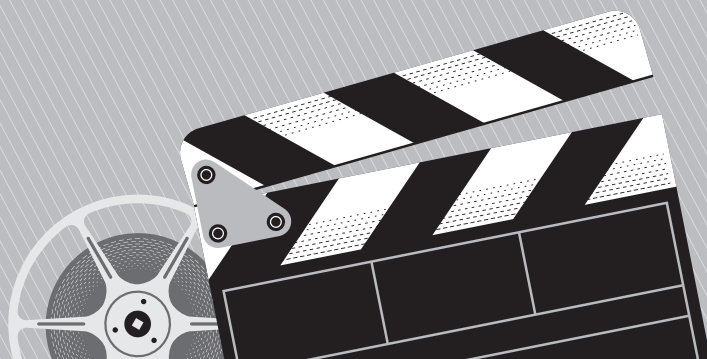




EBS 수능완성 생명 과학 I

# 정답과 해설



01

생명 현상의 특성 및 생명 과학의 탐구

\* 낮은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 6쪽

정답 ④

예설 | (가)는 바이러스, (나)는 동물 세포이다.

정답맞히기 > 나. (나)는 동물 세포로, 인지질 2중층과 단백질로 구성된 세포막을 가진다.

다. (가)는 바이러스로 유전 물질인 DNA를 갖고, (나)는 동물 세포로 핵에 유전 물질인 DNA를 가진다.

오답짜이기 > 가. 바이러스 (가)는 스스로 물질대사를 하지 못한다.

테마별 수능 필수유제

본문 7~9쪽

01 ①	02 ⑤	03 ②	04 ①	05 ④
06 ④	07 ③	08 ①	09 ④	10 ⑤
11 ③	12 ②			

01

예설 | 엽록체에서 일어나는 광합성과 미토콘드리아에서 일어나는 세포 호흡 모두 생명 현상의 특성 중 물질대사의 예에 해당한다.

정답맞히기 > ① 효모가 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 것은 물질대사의 예에 해당한다.

오답짜이기 > ② 지렁이에게 빛을 비추어 지렁이가 빛을 피해 어두운 곳으로 이동한 것은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.

③ 사막에 서식하는 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

④ 개구리의 수정란이 올챙이를 거쳐 개구리가 된 것은 발생과 생장의 예에 해당한다.

⑤ 적록 색맹인 어머니로부터 적록 색맹인 아들이 태어난 것은 생식과 유전의 예에 해당한다.

02

예설 | 끈끈이주걱은 벌레를 잡아먹는 식물로 벌레가 잎의 특정 부분에 닿으면 벌레를 움직이지 못하게 하고, 소화액을 분비하여 벌레를 소화한다.

정답맞히기 > ⑤ 작은 벌레가 끈끈이주걱의 잎에 닿아 잎이 오므라드는 ㉠은 자극에 대한 반응의 예에 해당하고, 효소에 의해 벌레가 소화되는 ㉡은 물질대사 중 이화 작용의 예에 해당한다.

03

예설 | 잠자리는 물에 알을 낳고, 알에서 부화한 유충은 발생과 생장

과정을 하여 성체가 된다.

정답맞히기 > ② 잠자리의 알이 유충을 거쳐 성체가 되는 것은 생명 현상의 특성 중 발생과 생장의 예에 해당한다.

04

예설 | 추운 지역에 사는 곰일수록 몸의 부피에 대한 체표면의 비율이 감소한다.

정답맞히기 > 나. 주변 환경에 따라 곰의 크기가 다른 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

오답짜이기 > 가. A는 열대지방에 사는 곰, B는 온대지방에 사는 곰, C는 극지방에 사는 곰이다. ㉠~㉣ 중 A가 사는 지역의 연평균 기온인 ㉠이 가장 높고, C가 사는 지역의 연평균 기온인 ㉣이 가장 낮다. 연평균 기온은 ㉠ > ㉡ > ㉢이다.

다. 열대지방에 사는 곰인 A는 몸의 부피에 대한 체표면 비율이 높아 체내 열 발산에 유리하다. 극지방에 사는 곰인 C는 몸의 부피에 대한 체표면 비율이 낮아 체내 열 보존에 유리하다. A~C 중 몸의 부피에 대한 체표면의 비율이 가장 낮은 곰은 C이다.

05

예설 | (가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용이다. ㉠은 CO<sub>2</sub>, ㉡은 포도당이다.

정답맞히기 > 나. (가)는 동화 작용으로 반응 과정에서 에너지가 흡수된다.

다. (나)는 이화 작용으로 세포 호흡은 이화 작용의 예에 해당한다.

오답짜이기 > 가. 1분자의 ㉠이 가진 에너지량은 1분자의 ㉡이 가진 에너지량보다 적다.

06

예설 | 생명 현상의 특성에는 '세포로 구성', '물질대사', '자극에 대한 반응', '항상성', '발생과 생장', '생식과 유전', '적응과 진화'가 있다.

정답맞히기 > 나. 물질대사는 생명 현상의 특성에 해당하므로 물질대사 여부를 확인하는 것은 생명체임을 증명하기에 적절하다.

다. 다양한 자극에 대한 반응을 조사하는 것은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응 여부를 확인하는 것이므로 생명체임을 증명하기에 적절하다.

오답짜이기 > 가. X의 색은 생명 현상의 특성에 해당하지 않으므로 생명체임을 증명하기에 적절하지 않다.

07

예설 | 항상성은 생명체가 자극에 대하여 몸안의 상태를 일정하게 유지하려는 성질이다.

정답맞히기 > (가) 운동을 하면서 땀을 많이 흘리면 체내 삼투압을 조절하기 위해 오줌의 양이 줄어든다. 이러한 현상은 항상성의 예에 해당한다.

(나) 초식 동물과 육식 동물의 소화관 길이가 다른 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

(다) 어머니, 아버지, 자녀 사이의 ABO식 혈액형에 대한 특성은 유

전의 예에 해당한다.

### 08

**예설** | 생명체가 서식 환경에 알맞은 몸의 형태, 기능을 갖게 되는 과정이나 결과는 적응과 진화의 예에 해당한다. 뱀의 아래턱 분리나 가랑잎벌레의 형태는 모두 적응과 진화의 예에 해당한다.

**정답맞이기** > 나. 핀치의 부리가 먹이의 종류에 따라 다른 것은 적응과 진화의 예에 해당한다.

**오답짜이기** > 가. 미모사의 잎이 접촉 자극에 의해 접히는 것은 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.

다. 식사 후 혈당량 조절을 위해 인슐린 분비가 촉진되는 것은 항상성의 예에 해당한다.

### 09

**예설** | 토양 X에 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>나 <sup>14</sup>CO를 이용하여 광합성을 하는 생명체가 존재한다면 <sup>14</sup>C를 갖는 유기물이 합성될 것이다.

**정답맞이기** > 가. 이 실험의 기본 전제는 '생명체는 물질대사를 한다.' 이다.

다. 토양 X에 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>, <sup>14</sup>CO를 이용하여 광합성을 하는 생명체가 있다면 (가)에서 광합성을 통해 유기물이 합성되고, (다)에서 유기물이 분해되어 방사선이 검출될 것이다.

**오답짜이기** > 나. (가)~(다)는 동화 작용인 광합성을 하는 생명체가 있는지 알아보는 실험이다.

### 10

**예설** | A는 근육 세포, B는 대장균, C는 독감 바이러스이다. ㉠은 '핵막을 갖는다.', ㉡은 '스스로 물질대사를 한다.', ㉢은 '핵산을 갖는다.' 이다.

**정답맞이기** > 가. A(근육 세포)는 세포 호흡을 통해 ATP를 생성하고, ATP를 이용하여 근육 수축 작용을 한다.

나. B(대장균)는 다양한 효소를 이용하여 스스로 물질대사를 할 수 있다.

다. C(독감 바이러스)는 살아 있는 숙주 세포 내에서는 생물적 특성을 갖고, 숙주 세포 밖에서는 무생물적 특성을 갖는다.

### 11

**예설** | 생명 과학의 탐구 방법에는 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법이 있다. 연역적 탐구 방법에는 가설 설정 단계가 있다.

**정답맞이기** > 가. ㉠은 문제 인식이고, ㉡은 가설 설정이다.

나. ㉢(가설 설정) 단계에서는 관찰에 의해 인식된 문제에 대한 잠정적인 답을 설정한다.

**오답짜이기** > 다. (가)는 결론이 가설을 지지하지 않을 때 진행되는 단계이다. 결론이 가설을 지지하면 일반화 단계로 진행된다.

### 12

**예설** | 자료는 연역적 탐구 방법에 따라 탐구를 설계하였다.

**정답맞이기** > 나. 제시된 탐구 자료에서 조작 변인은 마늘 추출액의 투입

여부이고, 종속 변인은 세균의 생장이 억제된 범위의 지름이다.

**오답짜이기** > 가. A는 실험군, B는 대조군으로 A와 B에 넣어주는 용액의 부피는 같아야 한다. 따라서 ㉠과 ㉡은 서로 같다.

다. 제시된 탐구 자료에는 연역적 탐구 방법에 따라 대조군과 실험군을 설정하여 비교하는 대조 실험이 존재한다. 귀납적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석한 후 일반적인 원리를 도출해내는 탐구 방법이다.

### 테마별 수능 심화문제

본문 10~13쪽

13 ㉢	14 ㉤	15 ㉣	16 ㉤	17 ㉣
18 ㉣	19 ㉠	20 ㉤		

### 13

**예설** | A는 생명체인 살아 있는 강아지, B는 생명체가 아닌 강아지 로봇이다.

**정답맞이기** > 가. A(살아 있는 강아지)는 생명체이기 때문에 생명 현상의 특성을 갖는다. A(살아 있는 강아지)는 효소를 이용하여 사료를 소화하는 이화 작용을 할 수 있다.

다. A는 생명체이므로 생명 현상의 특성을 갖고, 표에서 B는 빛을 비추면 빛을 향해 이동하는 특징을 갖는다고 했으므로 A와 B 모두 자극에 대한 반응의 예에 해당하는 특징을 갖는다.

**오답짜이기** > 나. B(강아지 로봇)는 생명체가 아니므로 세포로 구성되어 있지 않다.

### 14

**예설** | (가)는 자극에 대한 반응의 예에 해당하고, (나)는 적응과 진화의 예에 해당한다.

**정답맞이기** > 가. (가)는 빛 자극에 의해 줄기가 굽어 자라는 것으로 자극에 대한 반응의 예에 해당한다.

나. (나)는 서식 지역의 온도에 의해 토끼 몸의 형태가 변한 것으로 적응과 진화의 예에 해당한다.

다. 잎 ㉠과 토끼 ㉡ 모두 세포 호흡을 통해 에너지를 방출할 수 있다.

### 15

**예설** | ㉠은 뉴클레오타이드가 포함된 핵산, ㉡은 단백질, X는 바이러스이다.

**정답맞이기** > 가. ㉠(핵산)의 염기 서열에는 유전 정보가 저장되어 있다. 다. 자료에서 X는 살아 있는 담배 잎에서 증식한다고 했으므로 X의 숙주 세포로는 담배 잎 세포가 있다.

**오답짜이기** > 나. (가)~(라) 중 X가 가진 생물적 특징은 (나)(증식)와 (라)(돌연변이)이고, 무생물적 특징은 (다)이다.

## 16

**예설** | A는 바이러스, B는 대장균, ㉠은 DNA, ㉡은 세포막이다.

**정답맞이기** > 나. ㉡은 세포막이다. A(바이러스)는 세포막이 없지만, B(대장균)는 인지질 2중층으로 구성된 세포막을 갖는다.

다. A(바이러스)와 B(대장균)는 모두 핵산과 단백질을 갖는다.

**오답짜이기** > 가. A(바이러스)는 세포 구조를 갖지 않고, 분열을 통해 증식하지 않는다.

## 17

**예설** | A는 이화 작용, B는 동화 작용, I은 반응열이다.

**정답맞이기** > 나. ㉠(근육 세포)에서는 ATP 분해와 같은 이화 작용(A)과 근육 단백질 합성과 같은 동화 작용(B)이 모두 일어난다.

다. ㉡(탄수화물을 이용한 세포 호흡)은 A(이화 작용)의 예에 해당한다.

**오답짜이기** > 가. A는 반응물의 에너지가 높고, 생성물의 에너지가 낮은 이화 작용이고, I은 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열로, 이화 작용에서 방출된 에너지의 크기이다.

## 18

**예설** | 자료에 제시된 탐구는 연역적 탐구 방법에 따라 설계되었다. A는 대조군, B는 실험군이다.

**정답맞이기** > 가. A는 검증하려는 요인인 빛을 변화시키지 않은 것으로 대조군이고, B는 검증하려는 요인인 빛을 변화시킨 실험군이다.

다. A의 앞에서는 광합성과 세포 호흡이 일어났고, B의 앞에서는 세포 호흡이 일어나 두 앞 모두에서 세포 호흡이 일어났다.

**오답짜이기** > 나. 변인 통제를 위해 유리병 A와 B의 크기는 같아야 한다.

## 19

**예설** | 연역적 탐구 방법은 가설 설정 단계가 포함되어 있다.

**정답맞이기** > 가. 탐구 결과에서 붉은 점이 있는 모형 A의 꼬기 반응 횟수가 붉은 점이 없는 모형 B의 꼬기 반응 횟수보다 많았고, 머리는 없지만 부리와 붉은 점이 있는 모형 C의 꼬기 반응 횟수도 모형 B에 서보다 많았다. 따라서 탐구 결과는 '부리의 붉은 점은 새끼로부터 꼬기 반응을 더 유도할 것'이라는 가설을 지지한다.

**오답짜이기** > 나. 가설 설정 단계가 포함되어 있으므로 연역적 탐구 방법으로 진행되었음을 알 수 있다. 귀납적 탐구 방법에서는 가설 설정 단계가 없다.

다. 붉은 점의 유무에 따른 꼬기 반응 횟수를 비교하기 위해서는 붉은 점 유무 이외의 조건은 동일해야 하므로 A와 B의 결과를 비교해야 한다.

## 20

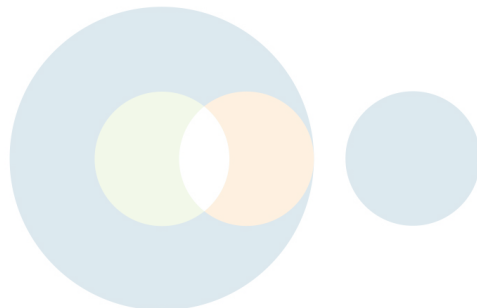
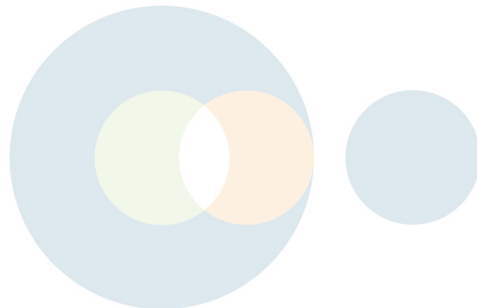
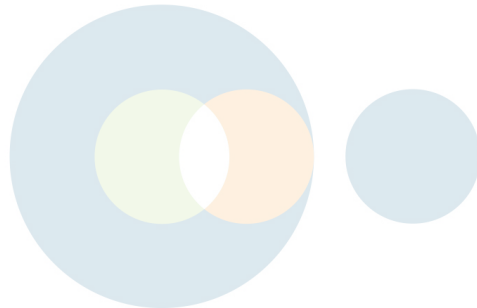
**예설** | A는 문제 인식, B는 가설 설정, C는 탐구 설계이다.

**정답맞이기** > 가. 대조군과 실험군을 설정하는 단계는 C(탐구 설계)에서 진행된다.

나. (가)는 자연 현상을 관찰하여 결론을 도출하는 귀납적 탐구 방법

의 사례이다.

다. (나)는 문제 인식을 통해 실험을 설계하고 이를 증명하였으므로 연역적 탐구 방법의 사례이다. 연역적 탐구 방법에는 B(가설 설정) 단계가 포함되어 있다.





THEME  
**02**

### 생물의 구성 체제

**\* 답은 골 문제로 유형 익히기 \*** 본문 15쪽

**정답** ①

**예설** | (가)는 동물의 구성 단계, (나)는 식물의 구성 단계이다. A는 기관, B는 조직계, C는 기관이다.

**정답맞이기** > 가. 심장은 기관인 A의 예에 해당한다.

**오답짜이기** > 나. B는 조직계이다.

다. 식물의 표피 조직계는 조직계인 B의 예에 해당한다.

**테마별 수능 필수유제** 본문 16~17쪽

01 ②	02 ④	03 ⑤	04 ④	05 ①
06 ③	07 ③	08 ⑤		

### 01

**예설** | A는 녹말, B는 DNA, C는 단백질이다.

**정답맞이기** > 다. C는 아미노산을 기본 단위로 하는 단백질이다.

**오답짜이기** > 가. 아미노산 사이의 펩타이드 결합에 의해 단백질이 합성되므로 펩타이드 결합은 C(단백질)에 존재하고, A(녹말)에는 존재하지 않는다.

나. A(녹말)를 구성하는 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이고, B(DNA)를 구성하는 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)으로 A(녹말)와 B(DNA)의 공통 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다. 인(P)은 B(DNA)에만 존재한다.

### 02

**예설** | A는 인지질, B는 핵산, C는 물이다. ㉠은 '구성 원소 중 탄소가 있다.', ㉡은 '유전 정보를 저장한다.', ㉢은 '지질에 속한다.'이다.

**정답맞이기** > 나. A(인지질)는 물과 친화력이 있는 친수성 부위와 물과 친화력이 없는 소수성 부위를 모두 갖는다.

다. B(핵산)의 기본 단위는 당, 인산, 염기로 구성된 뉴클레오타이드이다.

**오답짜이기** > 가. 인체의 구성 비율은 A(인지질)가 C(물)보다 낮다.

### 03

**예설** | ㉠은 포도당, ㉡은 엿당, ㉢은 중성 지방이다.

**정답맞이기** > 가. 탄수화물에는 단당류, 이당류, 다당류가 있다. 단당류인 ㉠(포도당)과 이당류인 ㉡(엿당)은 모두 탄수화물에 속한다.

나. 사람은 ㉠(포도당)을 에너지원으로 사용할 수 있다.

다. ㉢은 중성 지방이다.

### 04

**예설** | (가)는 동물 세포, (나)는 식물 세포이다. A는 리보솜, B는 엽록체, C는 핵이다.

**정답맞이기** > 나. A(리보솜)는 아미노산 사이의 펩타이드 결합 형성을 촉진하여 단백질을 합성한다.

다. B(엽록체)와 C(핵) 모두 인지질 2중층으로 구성된 막 구조를 갖는다.

**오답짜이기** > 가. (가)는 엽록체가 존재하지 않는 동물 세포이고, (나)는 엽록체가 존재하는 식물 세포이다.

### 05

**예설** | A는 골지체, B는 미토콘드리아, C는 소포체이다.

**정답맞이기** > 가. A는 납작한 주머니가 여러 겹 쌓인 골지체이다. A(골지체)는 세포에서 물질 분비에 관여한다.

**오답짜이기** > 나. B(미토콘드리아)는 빛에너지를 이용한 광합성을 할 수 없고, 엽록체에서 광합성이 일어난다.

다. C는 리보솜이 결합된 거친면 소포체이다.

### 06

**예설** | ㉠은 표피 조직, ㉡은 율타리 조직(책상 조직), ㉢은 해면 조직, ㉣은 물관부이다.

**정답맞이기** > 가. ㉠은 표피 조직으로 표피 조직계를 구성한다.

나. ㉡(율타리 조직)의 세포는 엽록체를 가지므로 ㉡에서 광합성이 일어난다.

**오답짜이기** > 다. ㉢(해면 조직)은 기본 조직계에 속하고, ㉣(물관부)은 관다발 조직계에 속하므로 ㉢과 ㉣은 서로 다른 조직계에 속한다.

### 07

**예설** | (가)는 상피 조직, (나)는 근육 조직, (다)는 신경 조직이다.

**정답맞이기** > 가. 위의 안쪽 벽 표면에는 (가)(상피 조직)가 존재하여 소화액을 분비하고, 위 안쪽 벽을 보호한다.

다. (다)(신경 조직)에서는 활동 전위 발생에 의한 흥분의 전도가 일어난다.

**오답짜이기** > 나. 위의 근육 조직은 자율 신경의 조절을 받는다. 체성 신경계에 속하는 운동 신경은 대뇌의 지배를 받는 기관의 운동에 관여한다.

### 08

**예설** | A는 백혈구, B는 혈액, C는 순환계이다.

**정답맞이기** > 가. A는 세포 단계의 예인 백혈구이다.

나. B는 혈액으로 결합 조직에 속한다.

다. C는 심장이 속한 기관계인 순환계이다. 순환계는 여러 기관이 모여 구성된다.

09 ②

10 ④

11 ④

12 ③

### 09

**예설** | A는 인지질, B는 단백질, C는 녹말이다. ㉠은 미토콘드리아, ㉡은 리보솜, ㉢은 핵이다.

**정답맞이기** > 나. ㉠(미토콘드리아)과 ㉢(핵)은 모두 단백질이 주성분인 효소를 가지므로 ㉠과 ㉢에 모두 B(단백질)가 존재한다.

**오답짜이기** > 가. A는 세포막을 구성하는 인지질이다. 식물 세포에 저장되는 다당류는 C(녹말)이다.

다. ㉡(리보솜)에서 B(단백질)가 합성된다.

### 10

**예설** | ㉠은 리보솜, ㉡은 핵, ㉢은 엽록체이고, I은 광합성이다.

**정답맞이기** > 나. ㉡(핵)에는 히스톤 단백질과 DNA가 있다.

다. ㉢(엽록체)에서 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하는 광합성(I)이 일어난다.

**오답짜이기** > 가. ㉠은 막 구조를 갖지 않는 리보솜으로 단백질을 합성한 다. 세포 내 소화를 담당하는 세포 소기관은 리소좀이다.

### 11

**예설** | A는 조직, B는 조직계, C는 기관, D는 기관계이다. (나)는 호흡계이므로 D의 예이고, ㉠은 폐로 동물의 C(기관)에 속한다.

**정답맞이기** > 가. B(조직계)에는 울타리 조직과 해면 조직이 포함된 기본 조직계가 있다.

다. (나)는 호흡계로 D(기관계)의 예이다.

**오답짜이기** > 나. ㉠은 폐로 산소와 이산화 탄소의 교환이 일어난다. 영양소의 소화·흡수가 일어나는 기관은 소장이다.

### 12

**예설** | ㉠은 단백질, ㉡은 지질, ㉢은 DNA이다.

**정답맞이기** > 가. ㉠(단백질)에는 아미노산 사이의 펩타이드 결합이 존재한다.

나. ㉢(DNA)의 기본 단위인 뉴클레오타이드에는 당 : 인산 : 염기가 1 : 1 : 1의 비율로 존재하므로 ㉠=1, ㉡=1이고, ㉠+㉡=2이다.

**오답짜이기** > 다. 그림에서 ㉡(지질)의 비율이 ㉢(DNA)의 비율보다 크므로 X에 존재하는 지질의 양은 DNA의 양보다 많다.

## 03

### 염색체와 유전 물질

\* 낮은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 21쪽

**정답** ④

**예설** | (가)와 (나)의 핵상은 모두  $n$ 이고, (가)에서 크기가 큰 검은색 염색체는 X 염색체이고, (나)에서 크기가 작은 검은색 염색체는 Y 염색체이다.

**정답맞이기** > 가. (가)와 (나)에서 검은색 염색체의 크기가 서로 다르므로 이들 염색체가 성염색체임을 알 수 있다. 이 동물은 성염색체로 XY를 가지며, 크기가 큰 검은 염색체 I이 X 염색체이고, 크기가 작은 검은색 염색체가 Y 염색체이다.

다. (가)와 (나)에서 모두 상동 염색체 쌍이 존재하지 않는다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 핵상이  $n$ 이다.

**오답짜이기** > 나. 염색체를 구성하는 염색 분체의 유전자 구성은 동일하므로 ㉠은 B이다.

테마별 수능 필수유제

본문 22~23쪽

01 ④

02 ①

03 ①

04 ④

05 ②

06 ④

07 ④

08 ①

### 01

**예설** | (가)는 염색 분체가 2개인 염색체이고, ㉠은 DNA, ㉡은 히스톤 단백질이다.

**정답맞이기** > 나. ㉠은 기본 단위가 뉴클레오타이드인 DNA이다.

다. ㉡은 히스톤 단백질이다. 단백질은 리보솜에서 합성되므로 ㉡은 리보솜에서 합성된다.

**오답짜이기** > 가. I과 II는 염색체를 구성하는 염색 분체이다.

### 02

**예설** | (가)의 핵상과 염색체 수는  $n=4$ 이고, (나)의 핵상과 염색체 수는  $n=5$ 이다.

**정답맞이기** > 가. (가)를 갖는 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이고, (나)를 갖는 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=10$ 이다. 따라서 (가)는 B( $2n=8$ )의 세포이고, (나)는 A( $2n=10$ )의 세포이다.

**오답짜이기** > 나. (나)는 크기와 모양이 같은 상동 염색체 쌍이 존재하지 않으므로 핵상은  $n$ 이다.

다. ㉠은 염색 분체가 2개 존재하는 염색체이다. 2가 염색체는 상동 염색체가 접합하여 형성된 것으로 4개의 염색 분체를 갖는다.

### 03

**예설** | 핵형 분석을 통해 염색체의 수, 모양, 크기 등을 알 수 있다.

**정답맞이기** > 가. A의 핵형 분석 결과 A는 성염색체로 XY를 갖는 남

성임을 알 수 있다.

**오답피하기** > 나. 핵형 분석을 위해 분리한 세포 ①에는 염색체가 존재하므로, ①은 분열기의 세포로 핵막은 존재하지 않는다.

다. A의 핵형 분석 결과에서 관찰되는 상염색체 수는 45이고, 염색 분체의 수는 90이다.

### 04

**예설** | (가)는 여성, (나)는 남성이다.

**정답맞이기** > 가. 성별이 서로 다른 (가)와 (나) 모두에 I과 크기와 모양이 같은 염색체가 쌍으로 존재하므로 I은 상염색체이다.

다. (나)의 D는 X 염색체에 존재하고, (나)의 X 염색체는 어머니로부터 물려받은 것이므로 (나)의 어머니는 D를 갖는다.

**오답피하기** > 나. 대립 유전자 쌍은 상동 염색체의 같은 위치에 존재하므로 A와 B는 대립 유전자가 아니다.

### 05

**예설** | 어머니는  $X^A X^{A^*}$ , 아버지는  $X^A Y$ , 영희는  $X^A X^A$ , 남동생은  $X^{A^*} Y$ 를 갖는다.

**정답맞이기** > 나. 영희는 여성으로 AA를 갖고, 남동생은  $A^*$ 를 가지므로 A와  $A^*$ 는 성염색체인 X 염색체에 존재한다.

**오답피하기** > 가. ①=1, ②=0이다. ①+②=1이다.

다. 남동생의  $A^*$  유전자는 X 염색체에 존재한다. 남동생은 어머니로부터 X 염색체를 물려받았으므로  $A^*$ 는 어머니로부터 물려받은 유전자이다.

### 06

**예설** | (가)와 (다)에서 대립 유전자 쌍을 구성하는 유전자의 DNA 상대량 합이 2가 아닌 것은 B와 b, D와 d이다. 따라서 A와 a는 상염색체에 존재하고, B와 b, D와 d는 성염색체에 존재함을 알 수 있다. (가)와 (다)는 남자의 세포, (나)는 여자의 세포이다.

**정답맞이기** > 나. (나)는 B와 D가 존재하는 X 염색체와 B와 d가 존재하는 X 염색체를 갖는다.

다. (가)~(다)에서 모두 A와 a의 DNA 상대량 합이 2이므로 A와 a는 상염색체에 존재한다. 따라서 (다)에서 a는 상염색체에 존재한다.

**오답피하기** > 가. (가)와 (다)는 성염색체로 XY를 갖는 남자의 세포이고, (나)는 성염색체로 XX를 갖는 여자의 세포이다.

### 07

**예설** | (가) 과정은 감수 분열 과정이고, ①은 상염색체 22개와 Y 염색체를 갖는 정자, ②과 ③은 핵상이  $2n$ 인 수정란이다.

**정답맞이기** > 가. (가)는 감수 분열 과정으로 상동 염색체 분리가 일어난다.

다. ①은 성염색체로 Y를 갖는 정자이고, ①의 수정에 의해 생성된 ②은 성염색체로 XY를 갖는다.

**오답피하기** > 나. ①은 성염색체 X를 갖는 남자와 성염색체 X를 갖는 정자의 수정에 의해 생성된 수정란으로 44개의 상염색체와 2개의 X 염색체를 갖는다.

### 08

**예설** | A에서 성염색체의 크기와 모양이 다르므로 성염색체 구성이 XY임을 알 수 있다. A와 C의 핵상은  $2n$ 이고, B의 핵상은  $n$ 이다.

**정답맞이기** > 나. ①과 ②은 하나의 염색체를 구성하는 염색 분체로 유전 정보가 서로 같다.

**오답피하기** > 가. P는 성염색체로 XY를 갖는 남성이다.

다. B의 핵상은  $n$ 이고, C의 핵상은  $2n$ 이므로 핵상이 서로 다르다.

#### 테마별 수능 심화문제

본문 24~25쪽

09 ④

10 ②

11 ③

12 ⑤

### 09

**예설** | ①은 뉴클레오타이드, ②은 DNA, ③은 히스톤 단백질이다.

**정답맞이기** > 가. ①은 DNA를 구성하는 뉴클레오타이드이다. ①은 당, 인산, 염기로 구성된다.

나. 뉴클레오솜은 유전 정보를 저장하는 ②(DNA)과 DNA 응축에 관여하는 ③(히스톤 단백질)으로 구성된다.

**오답피하기** > 다. I은 염색 분체가 2개인 염색체로 염색 분체 각각에 존재하는 유전 정보가 같다. I에는 a가 존재하지 않고, a는 I이 아닌 다른 염색체에 존재한다.

### 10

**예설** | 그림은 C의 핵형 분석 결과이다. C의 체세포 1개에는 상염색체 44개, 성염색체 2개가 존재한다.

**정답맞이기** > 다. A, B, D는 성염색체로 XX를 갖고, C는 성염색체로 XY를 갖는다.

체세포 1개당  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}}$ 는 A가 10, B가 11, C가 44, D가 38이다.

다. A~D 중  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}}$ 가 가장 큰 개체는 C이다.

**오답피하기** > 가. ①은 성염색체로 XY를 갖는 생물의 성염색체이다.

나. 핵형 분석을 통해 염색체의 수, 모양, 크기 등을 알 수 있고, ABO식 혈액형은 핵형 분석이 아닌 유전자 분석을 통해 알 수 있다.

### 11

**예설** | 표의 아버지와 어머니에서 B와 b의 DNA 상대량 합이 다르므로 B와 b는 성염색체에 존재하고, 영희의 체세포 그림을 통해 A와 a는 상염색체에 존재함을 알 수 있다. 남동생은 A를 갖지 않고, 영희의 유전자형이 Aa이며, 아버지와 어머니 모두 A를 1만큼 가지므로 아버지와 어머니는 모두 유전자형이 Aa이다. 따라서 남동생은 A를 갖지 않고 유전자형이 aa이다.

**정답맞이기** > 가. ①=1, ②=1, ③=2이므로 ①+②+③=4이다.

다. 영희는 아버지로부터 b가 존재하는 X 염색체를 물려받았으므로 b를 갖고, 남동생은 B를 갖지 않으므로 b를 갖는다. 따라서 영희와 남동생은 모두 b를 갖는다.

**오답피하기** > 나. B와 b가 존재하는 염색체는 X 염색체이므로 I은 상염색체이다.

## 12

**예설** | 크기와 모양이 같은 상동 염색체 쌍을 갖는 ㉠은 핵상과 염색체 수가  $2n=6$ 이고, 성염색체로 XX를 갖는 (가)의 세포이다. ㉡은 핵상과 염색체 수가  $n=6$ 이고, 핵상이 ㉠과 다르다. 따라서 ㉡은 성염색체로 XY를 갖는 (나)의 세포임을 알 수 있다. ㉢의 핵상과 염색체 수는  $n=6$ 이므로 (나)의 세포이고, ㉣의 핵상과 염색체 수는  $n=3$ 이므로 (가)의 세포이다.

**정답맞이기** > 가. ㉠은 핵상과 염색체 수가  $n=6$ 이고, 성염색체로 XY를 갖는 (나)의 세포이다.

나. ㉠~㉣에서 X 염색체의 수는 ㉠에서 0, ㉡에서 2, ㉢에서 1, ㉣에서 1이다. 따라서 X 염색체의 수는 ㉡(2) > ㉢(1) = ㉣(1) > ㉠(0)이다.

다. ㉠, ㉢, ㉣은 모두 핵상이  $n$ 이고, ㉡의 핵상은  $2n$ 이다.

### THEME



## 04 세포 주기와 세포 분열

### \* 낮은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 27쪽

**정답** ①

**예설** | 세포당 DNA 상대량이  $t_1$ 에서  $t_2$ 가 되면서 절반이 된 후  $t_3$ 이 되면서 증가하므로 이 세포 주기에서 체세포 분열이 일어난 후 DNA 복제가 일어났다. 따라서  $t_1$ 일 때는 체세포 분열 중이며, 이때 세포의 염색 분체 수가 16이므로 이 동물의 체세포는 핵상과 염색체 수가  $2n=8$ 이다.

**정답맞이기** > 나.  $t_3$ 일 때 세포당 DNA 상대량이 증가하고 있으므로 S기에 DNA가 복제되고 있다. 따라서 이 때의 세포에 핵막이 존재한다.

**오답피하기** > 가. X의 분열 결과 형성되는 딸세포의 염색체 수는 4이므로 X는 감수 2분열 후기 세포이다. 따라서 상동 염색체는 이미 분리된 상태이므로 ㉡는 ㉢, ㉣ 모두와 상동 염색체 관계가 아니다.

다. R 1개당 DNA 상대량이 1이라면 이 동물의 유전자형이 Rr이므로 체세포 분열 중인  $t_1$ 일 때의 세포는 R의 DNA 상대량이 2이고, 감수 2분열 후기 세포인 X는 R의 DNA 상대량이 2 또는 0이다.

### 테마별 수능 필수유제

본문 28~29쪽

01 ⑤	02 ②	03 ②	04 ①	05 ①
06 ⑤	07 ③	08 ②		

## 01

**예설** | (나)는 염색 분체가 분리되고 있는 체세포 분열 후기의 세포이므로 ㉢은 M기(분열기)이다. 따라서 ㉠은 S기, ㉡은 G<sub>2</sub>기, ㉣은 G<sub>1</sub>기이다.

**정답맞이기** > 가. DNA 복제는 S기(㉠)에 일어난다.

나. ㉡와 ㉢은 크기와 모양이 같은 상동 염색체이다. 상동 염색체의 같은 위치에는 대립 유전자가 존재한다. 따라서 ㉡에 R가 존재하므로 ㉢에는 r가 존재한다.

다. DNA가 복제되어도 핵상은 변하지 않으므로 핵상은 G<sub>2</sub>기(㉡) 세포와 G<sub>1</sub>기(㉢) 세포가 각각  $2n$ 으로 같다.

## 02

**예설** | A는 분열 촉진제가 없을 때 분열하지 않으므로 정상 세포이고, B는 분열 촉진제가 없어도 여러 층으로 분열하므로 암세포이다.

**정답맞이기** > 나. 정상 세포(A)에서 돌연변이가 일어나 세포 주기가 정상적으로 조절되지 않으면 지속적으로 분열하는 암세포(B)가 될 수 있다.

**오답피하기** > 가. 정상 세포(A)는 세포 분열 촉진제가 있을 때 배양 접시의 한 층을 덮을 때까지만 분열하는 반면, 암세포(B)는 세포 분열 촉



진제의 유무에 상관없이 여러 층으로 분열한다.

ㄷ. 암세포(B)는 사람의 정상 조직을 구성하는 특정한 구조와 기능을 갖는 세포로 분화되지 않는다.

### 03

**예설** I의 세포는 세포당 DNA 상대량이 1이므로 DNA가 복제되기 전인 G<sub>1</sub>기 세포이고, II의 세포는 세포당 DNA 상대량이 1보다 크고 2보다 작으므로 DNA가 복제 중인 S기 세포이다. III의 세포는 세포당 DNA 상대량이 2이므로 DNA가 복제된 G<sub>2</sub>기와 M기 세포이다.

**정답맞이기** ㄴ. S기를 비롯해 간기의 세포에는 핵막이 있으므로 II의 세포에 핵막이 있다.

**오답피하기** ㄱ. ㉠은 염색체를 분리하는 데 이용되는 방추사로, 분열 전기에 형성되므로 I~III 중 III에 속한 분열기 세포에서 관찰된다.

ㄷ. X에서 상동 염색체가 분리 중이므로 X는 감수 1분열 후기 세포이다. 그런데 III의 세포는 G<sub>2</sub>기 세포와 체세포 분열을 하는 세포이므로 III에 X는 없다.

### 04

**예설** 이 동물의 유전자형이 Aa이고, ㉠은 ㉡의 분열 결과 형성된 딸세포이다. 그런데 A의 DNA 상대량이 ㉠과 ㉡에서 같으므로 ㉠은 감수 1분열 중기 세포이고, ㉡은 감수 1분열 결과 형성된 딸세포인 감수 2분열기 세포이다.

**정답맞이기** ㄱ. ㉠은 감수 1분열 중기 세포이므로 핵상이 2n이다.

**오답피하기** ㄴ. ㉠은 감수 1분열에서 상동 염색체가 분리되어 형성된 딸세포이다.

ㄷ. ㉠과 달리 ㉡에는 상동 염색체 쌍이 들어 있지 않다. 따라서 ㉠에는 A와 a가 모두 존재하지만, ㉡에는 A가 존재하므로 a는 존재하지 않는다.

### 05

**예설** 실험 결과 하나의 G<sub>1</sub>기 세포로부터 4개의 딸세포가 형성된 모습에 관찰되었으므로 이 실험은 감수 분열 관찰 실험이다.

**정답맞이기** ㄴ. (가)는 에탄올과 아세트산의 혼합액을 이용해 재료(세포)가 변형되지 않고 세포 분열이 멈추도록 고정하는 과정이고, (나)는 염색액을 이용해 핵과 염색체를 염색한 후 X를 잘게 찢는 과정이다. 따라서 세포 분열 관찰 시 (가)를 (나)보다 먼저 수행한다.

**오답피하기** ㄱ. 백합의 꽃밥에서는 감수 분열이 일어나 꽃가루가 만들어지지만, 양파의 뿌리에서는 체세포 분열에 의한 길이 생장이 일어난다.

ㄷ. 한 쌍의 상동 염색체는 각각 부계와 모계로부터 하나씩 물려받으므로 대립 유전자 구성이 다르다(예 : Aa). 그런데 감수 분열 시에는 상동 염색체가 분리되므로 ㉠~㉢ 중 하나는 나머지 둘과는 다른 대립 유전자가 존재하는 염색체를 가져 대립 유전자 구성이 다르다.

### 06

**예설** (가)는 2개의 2가 염색체가 세포 중앙에 배열해 있는 감수 1분

열 중기 세포(2n=4). (나)는 상동 염색체 쌍이 없으며 4개의 염색체가 세포 중앙에 배열해 있는 감수 2분열 중기 세포(n=4). (다)는 상동 염색체 쌍이 없으며 2개의 염색체가 양극으로 분리되고 있는 감수 2분열 후기 세포이다.

**정답맞이기** ㄴ. 염색 분체 수는 X의 체세포 분열 중기 세포(2n=4)와 (나)가 각각 8이다.

ㄷ. (나)는 Y의 세포이므로 Y의 체세포(2n=8)에는 8개의 염색체가 존재한다. 따라서 Y의 감수 1분열 중기 세포에는 4개의 2가 염색체가 존재한다.

**오답피하기** ㄱ. X의 세포는 (가)와 (다)이다.

### 07

**예설** 이 동물(AaBbDd)에서 A, B, d가 한 염색체에 존재하므로 a, b, D도 한 염색체에 존재하며, 이 두 염색체는 상동 염색체이다.

**정답맞이기** ㄱ. B와 D가 모두 있는 ㉡는 핵상이 2n이고, G<sub>1</sub>기 세포인 ㉠이다.

ㄴ. B의 DNA 상대량이 2인 ㉢는 ㉠이므로 ㉡는 ㉠이다. ㉠에 B가 존재하므로 ㉡에 b가 존재한다. 따라서 ㉡(㉠)에서 대립 유전자의 DNA 상대량은 a, b, D가 각각 1이다.

**오답피하기** ㄷ. ㉢(㉠)는 상동 염색체가 분리되어 형성된 감수 2분열 중기 세포이므로 ㉢에 2가 염색체는 존재하지 않는다.

### 08

**예설** 그림의 세포에 들어 있는 4개의 염색체는 모두 모양과 크기가 서로 다르므로 이 세포(n=4)는 감수 2분열 중기 세포이다. ㉠에서 세포질 분열이 일어난 이후에 ㉡이 형성되었으며, ㉠과 ㉡ 중 하나는 후기의 세포이므로 ㉠은 감수 1분열 후기 세포이고, ㉡은 그림의 감수 2분열 중기 세포이다.

**정답맞이기** ㄴ. ㉠은 상동 염색체가 분리되고 있는 감수 1분열 후기 세포이다.

**오답피하기** ㄱ. 이 동물의 성염색체는 XY이므로 ㉠에는 XY가 들어 있고, ㉡에는 XX 또는 YY가 들어 있다. 따라서 세포당 DNA 양은 ㉠과 ㉡이 서로 다르다.

ㄷ. ㉡(n=4)의 염색체 수는 4이므로 이 동물(2n=8)의 감수 1분열 중기 세포에 4개의 2가 염색체가 존재한다.

#### 테마별 수능 심화문제

본문 30~31쪽

09 ⑤      10 ①      11 ②      12 ④

### 09

**예설** 그림의 세포가 (가)의 것이라면 (가)는 핵상이 2n=8이므로 (가)의 체세포 분열 중기 세포의 염색 분체 수는 16이다. 따라서 (나)의 감수 2분열 중기 세포의 염색체 수는 12이므로 (나)는 핵상과 염색체 수가 2n=24이다. 이 경우 x는 4이고, (나)의 감수 2분열 중기 세포의 염색 분체 수는 24이므로 조건에 만족하지 않는다. 따라서 그림의 세포는 (나)의 것이고, 핵상과 염색체 수가 (가)는 2n=4, (나)는

$2n=8$ 이다.

**정답맞이기** ㄱ.  $x$ 는 2이고, (나) $(2n=8)$ 의 생식 세포의 염색체 수는 4이다.

ㄴ. ㉠에는 Y 염색체가, ㉡에는 X 염색체가 들어 있으므로 (나)는 성염색체가 XY인 수컷이다. 따라서 (가)는 성염색체가 XX인 암컷이므로 수컷 자손(XY)에게 X 염색체를 물려준다.

ㄷ. 세포당  $\frac{X \text{ 염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 ㉠( $n=3+X$ )은  $\frac{1}{3}$ , 수컷인 (나)의 체세포 분열 중기 세포( $2n=6+XY$ )는  $\frac{1}{6}$ , ㉡( $n=3+Y$ )은 0이다.

## 10

**해설** ㉠은 상동 염색체 쌍이 있으므로 핵상이  $2n$ 이고, ㉡은 상동 염색체 쌍이 없으므로 핵상이  $n$ 이다. 그런데 ㉠( $2n=x$ )과 ㉡( $n=x$ )은 염색체 수가 각각  $x$ 이므로 서로 다른 개체의 세포이다.

**정답맞이기** ㄱ. 그림의 세포에는 상동 염색체끼리 접합한 2가 염색체가 존재하므로 이 세포는 핵상이  $2n$ 이다. 그런데 ㉠은  $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}} = 2$ 가 아니므로 DNA가 복제되지 않아 염색 분체가 없는 상태이고, ㉡은 핵상이  $n$ 이다. 따라서 그림의 세포는 ㉡이다.

**오답짜이기** ㄴ. 표의 ? 중 'x'는 2개인데, ㉡은 상동 염색체 쌍이 있고,  $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}} = 2$ 이므로 염색체 수가  $x$ 가 아니다. 따라서 ㉠과 ㉡은 같은 개체의 세포가 아니며, ㉢과 ㉣이 같은 개체의 세포이다. ㄷ. ㉠( $2n=x$ )의 염색체 수는  $x$ 이고, ㉢과 ㉣은 같은 개체의 세포인데 ㉢( $n=x$ )의 염색체 수가  $x$ 이므로 ㉣( $2n=2x$ )의 염색체 수는  $2x$ 이다. 표의 ? 중 'x'는 2개이므로 ㉢은  $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}}$ 가 2가 아니다. 따라서 ㉢은 염색 분체가 분리된 생식 세포이므로 ㉢의 DNA 상대량이 1이라면, ㉣은 감수 1분열 중기 세포이므로 DNA 상대량이 4이다.

## 11

**해설** 이 동물은 유전자형이 AaBb이고, 유전자형이 AB인 생식 세포의 비율이  $\frac{1}{4}$ 이므로 A(a)와 B(b)는 독립되어 있다. 그런데 ㉠에 A, ㉡에 b가 존재하므로 ㉠과 ㉡는 상동 염색체가 아니다. ㉢과 ㉣과 ㉤도 모두 ㉠의 상동 염색체가 아니므로 그림의 세포는 감수 2분열 후기 세포이고, 이 동물의 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이다. 만약 세포 분열 시 ㉠ → ㉡ 순서로 형성되었다면 이 과정에서 DNA가 복제 되었으므로 ㉠은  $G_1$ 기 세포, ㉡은  $G_2$ 기 또는 감수 1분열기 세포가 되어야 한다. 그런데 그림은 감수 2분열 후기 세포이므로 ㉢ → ㉣의 순서로 형성되었다.

**정답맞이기** ㄴ. 만약 ㉢이 그림의 세포라면 ㉣은 감수 2분열이 완료된 생식 세포이어야 한다. 그런데 ㉢과 ㉣ 중 하나는 중기 세포이므로 그림의 세포는 ㉢이고, ㉣은 감수 1분열 중기 세포이다. 따라서 ㉣에는 4개의 2가 염색체가 들어 있다.

**오답짜이기** ㄱ. ㉢(감수 1분열 중기 세포)에서 세포 분열이 일어나 ㉣(감수 2분열 후기 세포)이 형성되었다.

ㄷ. 이 동물의 체세포 분열 전기 세포는 세포당 DNA 상대량이 ㉢과

같은 2이고, 그림의 세포(㉣)는 감수 2분열 후기 세포이므로 세포당 DNA 상대량이 1이다.

## 12

**해설** ㉠에 A가 2개, d가 1개 존재하므로 ㉡은 핵상이  $2n$ 인  $G_1$ 기 세포(1)이고, 이 동물의 유전자형은 AADd이다. ㉢과 ㉣에 각각 A와 b가 1개 존재하므로 이 둘은 중기 세포가 될 수 없으며, 모두 생식 세포이다. 따라서 ㉡은 1이며, 1과 세포당 DNA 양이 서로 같으므로 감수 2분열 중기 세포이다. 생식 세포인 ㉢에 b가 존재하지 않고, ㉣에 b가 1개 존재하므로 이 동물의 유전자형은 AABbDd이다.

**정답맞이기** ㄴ. ㉢에 b가 존재하지 않고, ㉣에 b가 1개 존재하므로 이 둘은 서로 다른 감수 2분열 중기 세포로부터 형성되었다. 그런데 ㉣에 d가 2개 존재하므로 ㉢은 ㉣(1)에서 감수 2분열이 일어나 형성된 딸세포이다.

ㄷ. ㉡에 존재하는 유전자는 AABbDd이고, ㉢에 존재하는 유전자는 ABd이므로 ㉣에 존재하는 유전자는 AABBdd이다. ㉣에 존재하는 유전자는 AbD이므로 ㉢~㉣ 중 세포당 B의 DNA 상대량은 ㉣이 가장 크다.

**오답짜이기** ㄱ. ㉣(AABbDd)에 b가 1개 존재하므로 ㉠은 1이고, ㉢(AbD)에 d가 존재하지 않으므로 ㉡는 0이다.

THEME  
05

멘델의 유전 법칙

\* 답은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 33쪽

정답 ②

**예설** | (가)는 표현형이 A\_B\_D\_이고, (가)의 자가 교배로 얻은 F<sub>1</sub>에서 A\_bbdd, aabbD\_, aabbdd 중 2가지 표현형이 나타나므로 F<sub>1</sub>에서 유전자형이 aa, bb, dd인 개체가 각각 나타난다. 따라서 (가)는 유전자형이 AaBbDd이다. 그런데 F<sub>1</sub>에서 A\_bbdd, aabbD\_, aabbdd 중 1가지 표현형은 나타나지 않으므로 3개의 대립 유전자 쌍이 모두 독립되어 있거나, 모두 연관되어 있을 수는 없다. 따라서 3쌍의 대립 유전자 중 2쌍은 연관되어 있고, 나머지 1쌍은 독립되어 있다. 그런데 F<sub>1</sub>에서 ㉠과 ㉡ 중 하나가 aabbdd인 경우에는 표현형이 ㉡인 개체의 비율이  $\frac{1}{3}$  또는 3이다. 따라서 ㉠과 ㉡는 각각 A\_bbdd와 aabbD\_ 중 하나이다.

**정답맞이기** > (나)는 유전자형이 (가)와 같은 AaBbDd이고, (나)를 자가 교배시켜 얻은 자손 중에 표현형이 aaB\_dd인 개체가 있으므로 (나)에서는 A와 D(a와 d)가 연관되어 있다. F<sub>1</sub>에서 ㉢ 또는 ㉣인 한 개체는 유전자형이 각각 Abd와 abD인 생식 세포를 같은 비율로 형성하고, (나)는 유전자형이 각각 ABD, aBd, AbD, abd인 생식 세포를 같은 비율로 형성하므로 F<sub>2</sub>의 표현형이 A\_B\_D\_일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 34~35쪽

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ② | 03 ③ | 04 ④ | 05 ④ |
| 06 ① | 07 ④ | 08 ② |      |      |

01

**예설** | F<sub>1</sub>에서 검은색 개체만 나타났으므로 검은색이 우성, 흰색이 열성 형질이다. 검은색 대립 유전자를 A, 흰색 대립 유전자를 a라고 하면, P의 유전자형은 각각 AA와 aa이고, F<sub>1</sub>의 유전자형은 Aa이다.

**정답맞이기** > ㄴ, ㄷ. F<sub>3</sub>에서 흰색 개체(aa)가 나타났으므로 ㉠은 이형 접합자(Aa)이다. 따라서 F<sub>3</sub>에서 검은색 개체가 나타날 확률과 흰색 개체가 나타날 확률은 각각  $\frac{1}{2}$ 로 같으며, ㉡과 ㉢을 교배하면 자손에서 흰색 개체(aa)는 나타나지 않는다.

**오답맞이기** > ㄱ. F<sub>2</sub>에서 모두 검은색 개체만 나타났으므로 ㉣은 동형 접합자(AA)이다.

02

**정답맞이기** > (가)의 자가 교배 결과 F<sub>1</sub>에서 등글고 황색(A\_B\_) : 주름지고 녹색(aabb)=9 : 1이므로 등근 모양(A)이 주름진 모양(a)에 대해 우성, 황색(B)이 녹색(b)에 대해 우성이며, (가)의 유전자형은

AaBb이고, 종자 모양과 종자 색은 독립의 법칙에 따라 유전된다. 따라서 ㉠(A\_B\_)의 유전자형에 따른 비율은 AABB : AaBB : AABb : AaBb=1 : 2 : 2 : 4이다. (나)의 자가 교배 결과 F<sub>1</sub>은 모두 등근 모양이면서 색이 황색 : 녹색=3 : 1이므로 (나)의 유전자형은 AABb이고, ㉡의 유전자형은 AAbb이다. 따라서 ㉡과 ㉢ 사이에서 등글고 녹색인 자손(A\_bb)이 나타날 확률은  $(\frac{2}{9} \times \frac{1}{2}) + (\frac{4}{9} \times \frac{1}{2}) = \frac{1}{3}$ 이다.

03

**예설** | F<sub>1</sub>에서 6(3×2)가지 표현형이 나타났으므로 꽃 색과 키는 독립적으로 유전된다. A를 붉은 꽃 대립 유전자, A\*를 흰 꽃 대립 유전자라고 하면, F<sub>1</sub>에서 붉은 꽃, 분홍 꽃, 흰 꽃, 큰 키, 작은 키가 모두 나타났으므로 ㉠의 유전자형은 AA\*BB\*이다.

**정답맞이기** > ㄱ. F<sub>1</sub>에서 꽃 색의 표현형이 3가지이므로 꽃 색은 중간 유전형질이며, A와 A\*는 우열 관계가 분명하지 않다.

ㄷ. 꽃 색에 대한 유전자형이 ㉡은 모두 AA\*이고, ㉢은 모두 AA이므로 ㉡과 ㉢을 교배하면 흰 꽃(A\*A\*)의 자손은 나타나지 않는다.

**오답맞이기** > ㄴ. ㉠의 유전자형은 AA\*BB\*이므로 F<sub>1</sub>에서 분홍 꽃, 큰 키 개체 중에 ㉡과 유전자형이 같은 개체가 있다. 그런데 ㉡의 유전자형에 따른 비율은 AA\*BB\* : AA\*BB\*=1 : 2이므로 ㉡ 중  $\frac{2}{3}$ 의 개체가 ㉡과 유전자형이 같다.

04

**예설** | 각각 2가지 대립 유전자에 의해 결정되는 두 형질에 대한 잡종(P1, P2)의 교배 결과 자손에서 표현형이 6(2×3)가지가 나타났으므로 A와 B는 서로 다른 염색체에 있으며, B와 B\* 사이의 우열 관계는 분명하지 않다.

**정답맞이기** > ㄱ, ㄴ. 자손의 표현형에 따른 비율은 A\_BB : A\_BB\* : A\_B\*B\* : aaBB : aaBB\* : aaB\*B\*=3 : 6 : 3 : 1 : 2 : 1이므로 ㉡과 ㉢은 각각 유전자형이 aaBB와 aaB\*B\* 중 하나이다. 따라서 ㉡과 ㉢은 모두 동형 접합자이고, 개체수의 비율은 ㉡ : ㉢(A\_BB\*)=1 : 6이다.

**오답맞이기** > ㄷ. ㉣의 경우, 유전자형에 따른 비율이 AABB\* : AaBB\*=1 : 2이므로 ㉣ 중  $\frac{1}{3}$ 만 P1과 유전자형이 다르다.

05

**예설** | ㉠+㉡+㉢=8이므로 F<sub>1</sub>에서 표현형이 aabbD\_인 개체수와 aaB\_인 개체수는 모두 0이 아니다. 만약 (가)의 유전자형이 aa이면 ㉠은 최대 4, ㉡는 0, ㉢은 0이고, (가)의 유전자형이 DD이면 ㉠은 최대 4, ㉡는 0, ㉢은 최대 1이므로 주어진 조건을 만족하는 (가)의 유전자형은 AaBbDd이다. 그런데 ㉠+㉡+㉢=8의 조건은 3쌍의 대립 유전자가 모두 독립되어 있는 경우와, 모두 연관되어 있는 경우에는 만족되지 않으며, A와 d(a와 D)는 연관되어 있고, B(b)는 독립되어 있을 때에만 만족된다.

**정답맞이기** > ㄴ. (가)에서는 A와 d(a와 D)가 연관되어 있으므로 F<sub>1</sub>에



서 표현형이 aabbdd인 개체는 없다.

ㄷ. F<sub>1</sub>에서 유전자형이 AaBbDd인 개체의 비율은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

**오답풀이** > ㄱ. (가)에서 유전자형이 각각 ABd, Abd, aBD, abD인 생식 세포가 같은 비율로 형성되므로 ㉠은 6, ㉡는 1, ㉢는 1이다.

## 06

**정답풀이** F<sub>1</sub>에서 두 가지 형질에 대한 표현형이 각각 A\_D\_, aadd인 개체는 나타나지만, A\_dd, aaD\_인 개체는 모두 나타나지 않는다. 따라서 이 두 가지 형질에 대한 (가)의 유전자형은 AaDd이고, (가)에서 A와 D(a와 d)가 연관되어 있다. F<sub>1</sub>에서 나머지 한 가지 형질에 대한 표현형이 B\_인 개체만 나타나므로 세 가지 형질에 대한 (가)의 유전자형은 AaBBd이고, (가)는 유전자형이 각각 ABD, aBd인 생식 세포를 같은 비율로 형성한다. 따라서 표현형이 A\_B\_D\_인 F<sub>1</sub>에서 유전자형에 따른 비율이 AABBDD : AaBBDD = 1 : 2이므로, 이 중 (가)와 유전자형이 모두 같은 개체(AaBBDD)의 비율은  $\frac{2}{3}$ 이다.

## 07

**정답풀이** F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_, aa, B\_, bb, D\_, dd인 개체가 모두 나타나므로 (가)와 (나)의 유전자형은 모두 AaBbDd이다. F<sub>1</sub>에서 표현형이 각각 aabb와 bbdd인 개체의 비율이  $\frac{1}{16}$ 이므로 A(a)와 B(b), B(b)와 D(d)는 모두 독립되어 있고, F<sub>1</sub>의 표현형이 6(3×2)가지이므로 (가)와 (나) 중 최소 한 개체에서 A와 d(a와 D)가 연관되어 있다. 그런데 F<sub>1</sub>에서 유전자형이 AaBbDd인 개체는 존재하지 않으므로 (가)와 (나) 중 한 개체에서 A와 d(a와 D)가 연관되어 있고, 다른 개체는 A와 D(a와 d)가 연관되어 있다. 따라서 F<sub>1</sub>의 유전자형에 따른 비율이 AAdd : AaDD : Aadd : aaDd = 1 : 1 : 1 : 1이고, BB : Bb : bb = 1 : 2 : 1이다. 표현형이 A\_B\_D\_인 F<sub>1</sub> 중에서 유전자형이 AABbDd, AaBbDD인 개체만 (가)와 최소 두 쌍의 대립 유전자에 대해 유전자형이 같으므로 구하고자 하는 확률은  $\frac{2}{3}$ 이다.

## 08

**예설** 3쌍의 대립 유전자는 모두 우열 관계가 분명하며, F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_bbdd와 aabbD\_인 개체의 비율이 각각  $\frac{1}{16}$ 이므로 (가)의 유전자형은 AaBbDd이며, (가)에서 A와 d(a와 D)가 연관되어 있고, B(b)는 독립되어 있다.

**정답풀이** > ㄴ. F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_D\_인 개체의 비율은  $\frac{1}{2}$ 이고, bb인 개체의 비율은  $\frac{1}{4}$ 이므로 A\_bbD\_인 개체의 비율은  $\frac{1}{8}$ 이다.

**오답풀이** > ㄱ. (가)는 유전자형이 각각 ABd, Abd, aBD, abD인 생식 세포를 형성하므로 (가)를 유전자형이 aabbdd인 개체와 검정 교배하면 표현형이 A\_B\_D\_인 자손은 나타나지 않는다.

ㄷ. F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_D\_인 개체는 모두 유전자형이 AaDd이므

로 두 가지 형질에 대해 (가)와 유전자형이 같다. 따라서 F<sub>1</sub>에서 (가)와 세 가지 형질의 표현형이 모두 같은 개체(A\_B\_D\_) 중에 (가)와 세 가지 형질의 유전자형이 모두 같은 개체(AaBbDd)의 비율은 표현형이 B\_인 개체 중에 유전자형이 Bb인 개체의 비율과 같은  $\frac{2}{3}$ 이다.

### 테마별 수능 심화문제

본문 36~38쪽

09 ①      10 ⑤      11 ①      12 ④      13 ③  
14 ①

## 09

**예설** 털색이 3가지인데 대립 유전자 사이의 우열 관계가 완전하므로 털색을 결정하는 대립 유전자는 3가지이다. 대립 유전자를 A(회색), B(갈색), D(검은색)이라고 하면, I의 결과를 통해 B가 A와 D에 대해 열성이며, I에서 부모의 유전자형은 각각 DB(㉠)와 AB이고, 우열 관계는 D > A > B임을 알 수 있다.

**정답풀이** > ㄱ. III에서 부모의 유전자형은 각각 AB(회색)와 BB(갈색)이므로 ㉠과 ㉡는 모두 1이다.

**오답풀이** > ㄴ. II에서 회색과 검은색이 나타나는데 ㉢이 이형 접합자이므로 유전자형이 ㉢은 AB, ㉣은 DA이며, 교배 결과는 검은색(DA, DB) : 회색(AA, AB) = 1 : 1이다. 따라서 ㉠(DB)과 ㉢(AB)을 교배하면 털색이 갈색인 자손(BB)이  $\frac{1}{4}$ 의 확률로 태어난다.

ㄷ. ㉠(DB)과 ㉣(DA)을 교배하여 자손이 태어날 때, 이 자손의 털색이 검은색(D\_)일 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다.

## 10

**예설** ㉢과 ㉣의 교배 결과 자손에서 1가지 표현형만 나타나므로 ㉢과 ㉣은 모두 동형 접합자이다.

**정답풀이** > ㄴ. ㉠과 ㉢의 교배 결과 자손의 꽃 색깔에서 2가지 표현형(붉은 꽃, 흰 꽃)이, 키에서 2가지 표현형(큰 키, 작은 키)이 나타났으므로 A와 A\*, B와 B\*는 각각 우열 관계가 분명하다.

ㄷ. 표현형이 모두 서로 다른 ㉢과 ㉣의 교배 결과 자손에서 모두 붉은 꽃·큰 키만 나타나므로 붉은 꽃과 큰 키가 각각 흰 꽃과 작은 키에 대해 우성이다. 대립 유전자의 우열 관계를 A > A\*, B > B\*로 가정하면 유전자형이 ㉢은 A\*A\*BB\*, ㉣은 A\*A\*BB이다. 따라서 ㉢과 ㉣을 교배하면 자손의 표현형은 모두 부모와 같은 흰 꽃·큰 키(A\*A\*B\_)이다.

**오답풀이** > ㄱ. 대립 유전자의 우열 관계를 A > A\*, B > B\*로 가정하면 유전자형이 ㉢은 AA\*B\*B\*, ㉣은 AAB\*B\*이므로 ㉠과 ㉢의 유전자형은 다르다.

## 11

**예설** 유전자형이 같은 검은색 종자 개체 둘을 교배했을 때 자손에서



노란색 종자와 갈색 종자가 모두 나타났으므로 이 두 개체의 유전자형은 모두 AaBb이다. 그런데 자손에서 갈색 종자 개체의 비율이  $\frac{1}{4}$ 보다 낮았으므로 A(a)와 B(b)는 독립되어 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. ①과 ②의 교배로 얻은 F<sub>1</sub>의 분리 비가 3 : 4 : 1이다. 따라서 F<sub>1</sub>에서 유전자형이 bb(노란색)인 개체의 비율은  $\frac{1}{2}$ 이므로 ①과 ②은 각각 유전자형이 Bb와 bb 중 하나이다. 그리고 F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_B\_(검은색)인 개체의 비율이  $\frac{3}{8}$ 이고 B\_인 개체의 비율은  $\frac{1}{2}$ 이므로 A\_인 개체의 비율은  $\frac{3}{4}$ 이다. 따라서 ①과 ②은 모두 유전자형이 Aa이므로 각각 AaBb와 Aabb 중 하나이다. ①과 ② 중 유전자형이 AaBb인 개체의 표현형은 검은색 종자이고, Aabb인 개체의 표현형은 노란색 종자이다.

**오답맞이기** > ㄴ. 유전자형에 따른 비율이 ③은 AABb : AaBb = 1 : 2이고, ④은 AAbb : Aabb : aabb = 1 : 2 : 1이므로 ③과 ④ 사이에서 갈색 종자의 자손이 나타날 확률은  $(\frac{2}{3} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}) + (\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}) = \frac{1}{12}$ 이므로  $\frac{1}{10}$ 보다 낮다.

ㄷ. ③의 유전자형은 aaBb이므로 ③을 자가 교배하면 표현형이 갈색 종자인 자손뿐 아니라 노란색 종자인 자손(aabb)도 나타난다.

## 12

**예설** | (가)는 a, b, d, e를 모두 가지고, F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_ B\_ D\_ E\_인 개체가 모두 나타나므로 (가)의 유전자형은 AaBbDdEe이다.

**정답맞이기** > ㄱ. (가)의 유전자형은 AaBbDdEe이고, F<sub>1</sub>에서 일부 표현형에 따른 비율이 A\_E\_ > A\_B\_ > B\_D\_이므로 (가)에서 A와 E(a와 e)가 연관되어 있고, B와 d(b와 D)가 연관되어 있으며, A(a)와 B(b)는 독립되어 있다. 따라서 ③은  $\frac{9}{16}$ , ④는  $\frac{3}{4}$ , ⑤는  $\frac{1}{2}$ , ⑥는  $\frac{9}{16}$ 이다.

ㄷ. F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_B\_인 개체의 유전자형에 따른 비율은 AAEE는  $\frac{1}{4}$ , AaEe는  $\frac{1}{2}$ , BBdd는  $\frac{1}{4}$ , BbDd는  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하고자 하는 확률은 F<sub>1</sub>에서 표현형이 A\_B\_인 개체 중 유전자형이

AABBddEE인 개체의 비율인  $\frac{\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}}{\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}} = \frac{1}{9}$ 이다.

**오답맞이기** > ㄴ. (가)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 최대  $2 \times 2 = 4$ 가지이다.

## 13

**예설** | F<sub>1</sub>에서 큰 키와 작은 키, 붉은 꽃과 흰 꽃, 길쭉한 잎과 둥근 잎이 모두 나타나므로 (가)의 유전자형은 AaBbDd이다. F<sub>1</sub>에서 큰 키, 흰 꽃의 비율이  $\frac{1}{16}$ 이므로 큰 키(a), 흰 꽃(b)은 모두 열성이며, 키와 꽃 색깔은 독립되어 있다. F<sub>1</sub>에서 작은 키(A\_), 길쭉한 잎의 비율이  $\frac{1}{4}$ 이므로 길쭉한 잎(d)이 열성이며, (가)에서 A와 d(a와 D)가

연관되어 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. (가)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 ABd, Abd, aBD, abD의 4가지이다. 따라서 F<sub>1</sub>에서 붉은 꽃(B\_), 둥근 잎(D\_)의 비율은  $\frac{9}{16}$ 이므로 ①은 450이고, 작은 키(A\_), 붉은 꽃(B\_), 길쭉한 잎(dd)의 비율은  $\frac{3}{16}$ 이므로 ②은 150이다.

ㄴ. F<sub>1</sub>에서 큰 키(aa), 붉은 꽃(B\_), 둥근 잎(D\_)의 유전자형은 aaBBDD, aaBbDD의 2가지이다.

**오답맞이기** > ㄷ. 큰 키, 흰 꽃, 길쭉한 잎의 개체는 유전자형이 aabbdd이다. 그런데 (가)에서 유전자형이 abd인 생식 세포는 형성되지 않으므로 (가)를 검정 교배하면 자손에서 유전자형이 aabbdd인 개체는 나타나지 않는다.

## 14

**예설** | 유전자형이 AaBbDd인 (나)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형이 4가지이므로 3쌍의 대립 유전자 중 2쌍은 연관되어 있고, 나머지 1쌍은 독립되어 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. (가)와 (나)는 유전자형이 같아 (가)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형도 4가지이므로 ③은 4이다. (나)의 자가 교배 시 F<sub>1</sub>에서 9 : 1의 비율이 나타났으므로 (나)에서 2쌍의 대립 유전자가 우성 대립 유전자끼리 연관되어 있으며, ①은 A\_B\_D\_, ②은 aabbdd이다. 따라서 ④는 4이고, ⑤은 A\_bbD\_이다. 그런데 ⑥와 ⑦은 서로 다르므로 (가)에서는 2쌍의 대립 유전자 중 우성 대립 유전자와 열성 대립 유전자가 연관되어 있는데, (가)의 자가 교배 시 F<sub>1</sub>에서 A\_B\_D\_(①) : A\_bbD\_(②) = 3 : 1이므로 A와 d(a와 D)가 연관되어 있고, B(b)는 독립되어 있다. 따라서 ⑥는 6이다.

**오답맞이기** > ㄴ. A\_bbD\_는 ②이다.

ㄷ. (가)에서 유전자형이 각각 ABd, Abd, aBD, abD인 생식 세포가 같은 비율로 형성되고, (나)에서 유전자형이 각각 ABD, AbD, aBd, abd인 생식 세포가 같은 비율로 형성되므로 (가)와 (나) 사이에서 표현형이 A\_bbD\_(②)인 자손이 나타날 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이다.

06

사람의 유전

\* 답은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 40쪽

정답 ⑤

예설 | 1에서 A와 d는 연관되어 있으므로 두 형질은 연관되어 있다. 3(AO)은 1(AB)에게서 A를, 2(BO)에게서 O를 물려받았고, 4(AB)는 1에게서 A를, 2에게서 B를 물려받았다.

정답맞히기 > ㄱ, ㄴ. 만약 ①이 정상에 대해 열성이라면 유전자의 연관 관계가 1은 Ad/BD, 2는 Bd/Od이므로, 3은 Ad/Od가 되어 ①을 나타내야 하므로 주어진 가계도에 위배된다. 따라서 ①은 정상에 대해 우성 형질이고, 유전자의 연관 관계가 1은 Ad/Bd, 2는 BD/Od, 3은 Ad/Od, 4는 Ad/BD이다. 따라서 4는 B와 D가 연관된 염색체를 가진다.

ㄷ. 4의 동생이 태어날 때, 이 동생이 B형이면서 ①을 나타낼(Bd/BD) 확률은  $\frac{1}{4}$ 이고, 여자일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이므로 구하고자 하는 확률은  $\frac{1}{8}$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 41~42쪽

- 01 ⑤
- 02 ④
- 03 ②
- 04 ③
- 05 ⑤
- 06 ③
- 07 ②
- 08 ①

01

예설 | (나)만 발현되는 부모에게서 (가)만 발현되는 딸이 태어났으므로 (가)는 발현이 미발현에 대해 열성, (나)는 발현이 미발현에 대해 우성 형질이고, (가)와 (나)는 모두 상염색체 유전 형질이다. (가)에 대한 미발현 대립 유전자를 A, 발현 대립 유전자를 a, (나)에 대한 발현 대립 유전자를 B, 미발현 대립 유전자를 b라고 하면 1과 2의 유전자형은 모두 aabb이다.

정답맞히기 > ㄱ. (가) 발현과 (나) 미발현이 각각 열성 형질이므로 (가)와 (나) 중 (가)만 발현되는 사람은 모두 열성 동형 접합자(aabb)이다.

ㄴ. 1(aabb)과 2(aabb) 사이에서 (나)가 발현되는 아이(B\_)는 태어나지 않는다.

ㄷ. 2의 부모는 모두 유전자형이 AaBb이다. 유전자형이 AaBb로 같은 부부 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 (가)와 (나)가 모두 발현될 확률은  $[aa \text{ 일 확률} : \frac{1}{4}] \times [BB \text{ 또는 } Bb \text{ 일 확률} : \frac{3}{4}] = \frac{3}{16}$ 이다.

02

예설 | 3과 4로부터 유전병을 가진 6이 태어났으므로 정상(A)이 우성, 유전병(a)이 열성 형질이다.

정답맞히기 > ㄱ. 4는 정상이므로 A만 가진다. 그런데 아들인 6이 유전병을 가지므로 6은 4로부터 대립 유전자 A를 물려받지 않았다. 따라서 이 유전병은 X 염색체 유전 형질이며, 유전자형이 2와 6은 모두 aY, 4는 AY, 3과 5는 모두 Aa이다.

ㄷ. 3(Aa)과 4(AY) 사이에서 아들(AY 또는 aY)이 태어날 때, 이 아들이 정상(AY)일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

오답짜이기 > ㄴ. 6이 가진 유전병 대립 유전자(a)는 X 염색체에 위치하므로 어머니(3)로부터 물려받은 것이다. 따라서 이 대립 유전자는 2로부터 유래된 것이 아니다.

03

예설 | 체세포 1개당 A의 수는 최대 2개이다. 그런데 체세포 1개당 A의 DNA 상대량이  $2 > 3 > 1$ 이므로 유전자형이 2는 AA, 1은 A\*A\*이고, A는 유전병 대립 유전자, A\*는 정상 대립 유전자이다.

정답맞히기 > ㄴ. 3은 A를 1개 가지는데, 어머니(1)의 유전자형은 A\*A\*이다. 따라서 3은 아버지로부터 A를 1개 물려받았으므로 이 유전병은 상염색체 유전 형질이다. 따라서 3의 유전자형은 A\*A이고, 정상(A\*)이 우성, 유전병(A)이 열성이다.

오답짜이기 > ㄱ. 3(A\*A)이 정상이므로 정상(A\*)이 우성, 유전병(A)이 열성이다.

ㄷ. 유전자형이 4는 A\*A\*, 5는 AA이므로 4와 5 사이에서 태어나는 아이가 정상 딸(A\*A)일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, 유전병 아들(AA)일 확률은 0이다.

04

예설 | 누나와 철수는 체세포 1개당 A\*의 DNA 상대량이 같은데, 표현형이 누나는 정상이고, 철수는 유전병이다. 따라서 이 유전병은 X 염색체 유전 형질이고, 유전자형이 누나는 AA\*, 철수는 A\*Y이다. 따라서 A는 정상 대립 유전자, A\*는 유전병 대립 유전자이고, 정상(A)이 유전병(A\*)에 대해 우성이다.

정답맞히기 > ㄱ. 유전자형이 형은 AY, 철수는 A\*Y이므로 어머니는 AA\*이다. 따라서 어머니의 표현형은 정상이다.

ㄴ. 아버지의 표현형은 유전병이므로 유전자형은 A\*Y이다. 따라서 누나(AA\*)와 형(AY)은 모두 어머니(AA\*)로부터 A를 물려받았다.

오답짜이기 > ㄷ. 아버지(A\*Y)와 어머니(AA\*) 사이에서 유전자형이 각각 AA\*, A\*A\*, AY, A\*Y인 자녀가 같은 비율로 태어나므로 철수의 여동생(AA\* 또는 A\*A\*)이 정상(AA\*)일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

05

예설 | 적록 색맹은 X 염색체 유전 형질이므로 이 유전병도 X 염색체 유전 형질이다. 그런데 유전병을 가진 아버지에게 정상 딸(1)이 있으므로 아버지가 1에게 물려준 유전병 대립 유전자는 열성 대립 유전자(r)이다.

정답맞히기 > ㄱ. R는 우성인 정상 대립 유전자, r는 열성인 유전병 대립 유전자이다.

ㄴ. 1(Rr)은 아버지(rY)로부터 r를 물려받았으며, 1은 A형, 아버지는 B형이므로 1(AO)은 아버지(BO)로부터 O를 물려받았다.

ㄷ. 1은 유전자형이 RrAO이고, 2는 어머니(AB)로부터 B를, 아버지(AO)로부터 O를 물려받았으므로 유전자형이 RYBO이다. 따라서 1과 2 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이가 유전병을 가지며(rY) O형(OO)일 확률은  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다.

## 06

**예설** | 세 쌍의 대립 유전자를 각각 A와 a, B와 b, D와 d라고 하면 (A, B, D는 a, b, d에 대해 각각 완전 우성), ㉠은 표현형이 모두 부모(㉠, ㉡)와 다르므로 ㉠의 유전자형은 AaBbDd이고, ㉡은 모두 a, b, d만 가진다. 그런데 F<sub>1</sub>에서 ㉠의 비율이  $\frac{1}{4}$ 이므로 ㉠에서 A, B, D(a, b, d)가 모두 X 염색체에 연관되어 있으며(ABD/abd), ㉠에서 유전자의 연관 관계는 ABD/Y이다.

**정답맞이기** > ㄷ. ㉡은 유전자형이 AaBbDd이고, F<sub>2</sub>에 표현형이 A<sub>-</sub>B<sub>-</sub>D<sub>-</sub>인 개체가 있으므로 유전자의 연관 관계가 ABD/abd이다. 따라서 F<sub>2</sub>의 수컷 개체는 유전자의 연관 관계가 ABD/Y 또는 abd/Y이므로 수컷 개체 중 열성 대립 유전자(a, b, d)만 가지는 개체(abd/Y)의 비율은  $\frac{1}{2}$ 이다.

**오답짜이기** > ㄱ. ㉠(ABD/abd)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 2가지(ABD, abd)이다.

ㄴ. ㉡(ABD/Y)의 생식 세포 중 우성 대립 유전자(A, B, D)만 있는 생식 세포의 비율은  $\frac{1}{2}$ 이다.

## 07

**정답맞이기** > 붉은 눈 부모 사이에서 흰 눈의 F<sub>1</sub>이 나타났으므로 흰 눈이 붉은 눈에 대해 열성이고, 정상 날개 부모 사이에서 짧은 날개의 F<sub>1</sub>이 나타났으므로 짧은 날개가 정상 날개에 대해 열성이다. 그런데 F<sub>1</sub>에서 수컷과 달리 암컷은 모두 붉은 눈·정상 날개이므로 눈 색과 날개 길이는 모두 X 염색체 유전 형질이다. 붉은 눈 대립 유전자를 A, 흰 눈 대립 유전자를 a, 정상 날개 대립 유전자를 B, 짧은 날개 대립 유전자를 b라고 하면 눈 색에 대한 부모의 유전자형은 Aa(암), AY(수)이고, 몸 색에 대한 부모의 유전자형은 Bb(암), BY(수)이다. F<sub>1</sub>에서 붉은 눈 수컷은 모두 정상 날개이고, 흰 눈 수컷은 모두 짧은 날개이므로 암컷 부모에서 A와 B(a와 b)가 연관되어 있다. 따라서, 두 형질에 대한 유전자의 연관 관계가 부모는 AB/ab(암), AB/Y(수)이고, ㉠은 AB/Y, ㉡은 AB/AB 또는 AB/ab이므로 구하고자 하는 확률은 유전자의 연관 관계가 AB/Y와 AB/ab인 개체 사이에서 ab/Y인 자손이 나타날 확률이므로  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이다.

## 08

**예설** | ㉠에 대한 유전자형이 (가)는 AaBb, (나)는 AaBB이고, ㉡에 대한 유전자형이 (가)는 EF, (나)는 EG이다.

**정답맞이기** > ㄴ. ㉡을 결정하는 대립 유전자 E, F, G 사이의 우열 관계는 모두 분명하므로 ㉡의 표현형은 모두 3가지이다.

**오답짜이기** > ㄱ. ㉠은 독립된 두 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되는 다인자 유전 형질이다.

ㄷ. ㉠의 표현형은 유전자형에서 A와 B의 수에 의해 결정되고, ㉡을 결정하는 두 쌍의 대립 유전자는 독립되어 있으므로 (가)(AaBb)와 (나)(AaBB) 사이에서 태어나는 자손은 A와 B를 최대 4개(AABB)부터 최소 1개(aaBb)까지 가질 수 있다. 따라서 이 자손의 ㉡에 대한 표현형은 모두 4가지이다.

### 테마별 수능 심화문제

본문 43~46쪽

09 ㉠	10 ㉠	11 ㉡	12 ㉡	13 ㉠
14 ㉠	15 ㉠	16 ㉡		

## 09

**예설** | 정상 부모 사이에서 (가)와 (나)를 모두 가지는 1이 태어났으므로 (가)와 (나)는 각각 정상에 대해 열성 형질이다. 그런데 (가)의 경우, (가)를 가지는 딸의 아버지가 정상인 경우가 있으므로 (가)는 상염색체 유전 형질이고, (나)의 경우, (나)를 가지는 어머니의 아들은 항상 (나)를 가지므로 (나)는 X 염색체 유전 형질이다.

**정답맞이기** > ㄱ. (가)와 (나)에 대한 유전자형이 1은 aabY, 2는 AaBb, 3은 aaBY, 4는 Aabb이므로 1~4는 모두 a를 가진다.

ㄷ. (가)와 (나)는 독립된 형질이므로 1(aabY)과 2(AaBb) 사이에서 (가)와 (나)를 모두 가지는 자녀(aabb, aabY)가 태어날 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

**오답짜이기** > ㄴ. 1의 부모는 유전자형이 아버지는 AaBY, 어머니는 AaBb이므로 아버지는 b를 가지지 않는다.

## 10

**예설** | (가)의 경우, ㉠과 ㉡은 같은 수의 A\*를 가지지만 표현형이 서로 다르므로 (가)는 X 염색체 유전 형질이고, n은 1이다. 따라서 유전자형이 ㉠은 AA\*, ㉡은 A\*Y, ㉢은 A\*Y, ㉣은 AA\*이므로 정상(A)이 우성, 유전병(A\*)이 열성이고, ㉠의 유전자형은 AY이다. (나)의 경우, ㉠은 B\*만 가지고, ㉡의 유전자형은 BB\*이므로 정상(B)이 우성, 유전병(B\*)이 열성이다. 그런데 ㉢은 유전병(열성), ㉣은 정상(우성)이므로 상염색체 유전 형질이며, 유전자형이 ㉠은 BB\*, ㉡은 B\*B\*, ㉢은 BB\*, ㉣은 B\*B\*, ㉤은 BB\*이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A와 B\*의 DNA 상대량의 합은 ㉠(AA\*B\*)이 2, ㉡(A\*YBB\*)이 2이다.

ㄷ. ㉢(A\*YBB\*)과 ㉣(AA\*B\*) 사이에서 태어난 아들(A\*Y 또는 A\*Y)이 (가)와 (나)를 모두 가질(A\*YB\*B\*) 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

**오답짜이기** > ㄴ. ㉢(AA\*B\*B\*)은 ㉣(A\*YB\*B\*)으로부터 A\*와 B\*를 모두 물려받았지만, 이 두 대립 유전자는 서로 다른 염색체에 존재한다.



# 11

**예설** | ①의 경우, 1은 A만 가지므로 A가 정상 대립 유전자, A\*가 ① 대립 유전자이고, 부모와 달리 4는 ①을 나타내므로 정상(A)이 우성, ①(A\*)이 열성이다. 만약 ①이 상염색체 유전 형질이라면 1의 유전자형은 AA이다. 그런데 이 경우 3과 4는 모두 1로부터 A를 물려받아 정상이어야 하는데, 실제로는 표현형이 서로 다르다. 따라서 ①은 X 염색체 유전 형질이다. ①의 경우, 1은 B만 가지므로 B는 정상 대립 유전자, B\*는 ① 대립 유전자이다. 1(A<sub>Y</sub>)과 2(AA\*) 사이에서 아들이 태어날 때, 이 아들이 ①에 대해 정상일 확률은  $\frac{1}{2}(x)$ 이므로 1의 생식 세포 중 B가 있는 생식 세포의 비율도  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 B는 X 염색체에 존재하며, ①도 X 염색체 유전 형질이다. 유전자의 연관 관계가 1은 AB/Y, 3은 AB\*/Y, 4는 A\*B/Y이고, 2는 AB\*/A\*B이므로 정상(B)이 열성, ①(B\*)이 우성이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 2(AB\*/A\*B)는 4(A\*B/Y)에게 A\*와 B가 연관된 X 염색체를 물려주었다.

ㄷ. 연관 관계가 4는 A\*B/Y, 6는 AB/Y이므로 5는 AB/A\*B이다. 따라서 4와 5 사이에서 ①과 ①을 모두 가지는 아이가 태어날 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

**오답짜이기** > ㄱ. ①은 정상에 대해 열성 형질이고, ①은 정상에 대해 우성 형질이다.

# 12

**예설** | ①의 경우, 체세포 1개당  $\frac{A의 수}{a의 수}$ 는 5가 6보다 크고, 5와 6의 표현형이 서로 다르므로 유전자형이 5는 Aa, 6은 aa이다. 따라서 정상(A)이 우성, ①(a)이 열성이다. 만약 ①이 X 염색체 유전 형질이라면, 유전자형이 1은 AA 또는 Aa, 2는 AY, 3은 Aa, 4는 aY이므로 1~4 각각의 체세포 1개당 A의 수를 더한 값이 1~4 각각의 체세포 1개당 a의 수를 더한 값보다 작을 수 없다. 따라서 ①은 상염색체 유전 형질이며, 유전자형이 1은 Aa, 2는 Aa, 3은 Aa, 4는 aa이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 1, 2, 3, 5는 모두 ①에 대한 유전자형이 Aa로 같다.

**오답짜이기** > ㄱ. ①은 상염색체 유전 형질이므로 ①을 가질 확률은 남자와 여자가 같다.

ㄷ. ①의 경우, 체세포 1개당 a의 수가 2(Aa)와 7이 같으므로 7은 정상(Aa)이다. 6의 부모는 유전자형이 각각 aa(아버지)와 Aa(어머니, 5)이므로 6의 동생이 정상(Aa)일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 적록 색맹의 경우, 6의 부모와 7은 모두 정상이므로 6의 동생이 정상 여자(X<sub>1</sub>)일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하고자 하는 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

# 13

**정답맞이기** > ①의 경우, 누나와 철수는 각각 서로 다른 한 가지의 대립 유전자만 가진다. 만약 ①이 상염색체 유전 형질이라면 아버지와 어머니는 모두 이형 접합자이므로 표현형이 같아야 한다. 그러나 아버지와 어머니는 표현형이 서로 다르므로 ①은 X 염색체 유전 형질

다. 어머니는 이형 접합자이므로 '발현됨'(X)이 우성, '발현 안 됨'(X')이 열성이고, 유전자형이 아버지는 X'Y, 어머니는 XX', 누나는 X'X', 철수는 XY이다. ①의 경우, 부모와 달리 누나는 표현형이 '발현 안 됨'이므로 '발현됨'(T)이 우성, '발현 안 됨'(t)이 열성이고, 상염색체 유전 형질이다. 따라서 ABO식 혈액형과 ①에 대한 유전자형이 아버지는 AOTt, 어머니는 BOTt, 누나는 OOt인데, 철수는 '발현 안 됨'(ABtt)이므로 ABO식 혈액형의 유전자와 ①의 유전자는 독립되어 있다. 따라서 세 가지 형질은 모두 독립되어 있다. 철수는 세 가지 형질에 대한 유전자형이 AB, XY, tt이고 'AB형, ① 발현 안 됨, ① 발현 안 됨' 여성은 유전자형이 AB, X'X', tt이므로 구하고자 하는 확률은  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{8}$ 이다.

# 14

**예설** | ①의 경우, 6과 7은 각각 T와 t 중 하나를 같은 수로 가지며, 표현형이 서로 다르므로 유전자형이 6은 Tt, 7은 tY이고, 정상(T)이 우성, 유전병 ①(t)이 열성이다. 따라서 ①은 X 염색체 유전 형질이므로 유전자형이 1은 tt, 2는 TY, 3은 tY, 4는 Tt, 5는 tY, 6은 Tt, 7은 tY이고, ABO식 혈액형과 연관된 상염색체 형질은 ①이다. 그런데 5는 4, 6, 7에게, 6은 4, 7에게, 7은 4, 6에게 각각 소량이라도 수혈해지지 못하므로 4~7은 모두 혈액형이 서로 다르고, 4는 O형, 5는 AB형, 6과 7은 각각 A형과 B형 중 하나이다. ①의 경우, 만약 정상이 유전병에 대해 우성이라면 ①과 ABO식 혈액형 유전자의 연관 관계가 4는 Or/Or, 6과 7은 각각 Ar/Or와 Br/Or 중 하나이므로 5는 Ar/Br가 되는데, 이 경우 5의 표현형이 정상인 것을 만족시키지 않는다. 따라서 유전병 ①(R)이 우성, 정상(r)이 열성이고, 1은 유전자형이 rr이므로 유전자의 연관 관계가 4는 OR/Or, 5는 Ar/Br, 6과 7은 각각 Ar/OR와 Br/OR 중 하나이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 6(Ar/OR, Tt 또는 Br/OR, Tt)은 4(OR/Or, Tt)로부터 T, R, O를 모두 물려받았다.

**오답짜이기** > ㄴ. 유전자의 연관 관계가 4는 OR/Or이므로 1과 2는 각각 O를 가진다. 그런데 1의 혈구와 3의 혈장을 섞거나, 2의 혈구와 3의 혈장을 섞으면 모두 응집이 일어나므로 3의 혈액형은 O형이다. 따라서 3의 연관 관계는 OR/Or이므로 3(OR/Or, tY)과 4(OR/Or, Tt)는 세 가지 형질 중 ①과 ABO식 혈액형의 표현형이 모두 서로 같고, ①의 표현형이 서로 다르다.

ㄷ. 4(OR/Or, Tt)와 5(Ar/Br, tY) 사이에서 태어나는 자녀가 ①과 ①을 모두 나타내고, A형인 딸(OR/Ar, tt)일 확률은  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다.

# 15

**예설** | 이형 접합자 (가)와 (나) 사이에서 가장 밝은 피부색을 가지는 자손이 태어날 확률이  $\frac{1}{64} = \frac{1}{4^3}$ 이므로 ㉓는 3이다.

**정답맞이기** > ㄱ. (다)는 ①만 가지므로 ①을 6개 가진다.

ㄷ. 피부색을 결정하는 대립 유전자를 A와 a, B와 b, D와 d라고 하면 (가)(AaBbDd)와 (나)(AaBbDd) 사이에서 피부색이 (나)와 같은 자손이 태어날 확률은 이 자손이 ①을 3개 가질 확률과 같다. 자손



이 ㉠을 3개 가지는 경우의 유전자형은 AABbDd, AAbbDd, AaBBdd, AaBbDd, AabbDD, aaBBDD, aaBbDD이므로 구하고자 하는 확률은  $\frac{1+1+1+4+1+1+1}{32} = \frac{5}{16}$ 이다.

**오답피하기** > 나. (다)는 ㉠만 가지는 동형 접합자이므로, (가)(AaBbDd)와 (다)(AABBDD) 사이에서 태어나는 자손의 피부색은 최대 4가지(㉠의 수가 각각 6개, 5개, 4개, 3개인 경우)이다.

## 16

**예설** | ㉠을 결정하는 3쌍의 대립 유전자가 모두 독립된 경우 F<sub>1</sub>의 ㉠에 대한 표현형은 7가지이다. 그런데 ㉠과 ㉡의 유전이 독립적으로 일어나고, F<sub>1</sub>의 표현형이 9(3×3)가지이므로 (가)~(다)의 유전자형은 모두 AaBbDdEE\*이고, F<sub>1</sub>의 ㉠에 대한 표현형은 3가지이다.

**정답맞이기** > 가. (가)에서 유전자형이 AbD, aBD인 생식 세포가 각각 형성되고, F<sub>1</sub>\*의 표현형은 9가지보다 많으므로 ㉠을 결정하는 3쌍의 대립 유전자 중 A(a)와 B(b)가 연관되어 있으며, (가)에서는 A와 b(a와 B)가, (나)에서는 A와 B(a와 b)가, (다)에서는 A와 b(a와 B)가 각각 연관되어 있다. 따라서 F<sub>1</sub>\*의 표현형은 5×3=15가지이다.  
 나. F<sub>1</sub>에서 ㉠의 표현형이 (다)와 같을 확률(A, B, D가 3개일 확률)은  $\frac{1}{2}$ 이고, ㉡의 표현형이 (다)와 같을 확률(유전자형이 EE\*일 확률)도  $\frac{1}{2}$ 이므로 구하고자 하는 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

**오답피하기** > 나. (나)에서 3쌍의 대립 유전자 중 A와 B(a와 b)는 연관되어 있고 D(d)는 독립되어 있다. 따라서 (나)에서 유전자형이 aBd인 생식 세포는 형성되지 않는다.

# THEME 07 유전자 이상과 염색체 이상

**\* 달은 낱 문제로 유형 익히기 \*** 본문 48쪽

**정답** ③

**예설** | 정상인 1과 2 사이에서 ㉠이 발현된 5가 태어났으므로 ㉠은 열성 형질이고, 대립 유전자 A\*는 ㉠ 발현 대립 유전자이다. A와 A\*가 상염색체에 존재할 때

1, 2, 5 각각의 체세포 1개당 A\*의 DNA 상대량을 더한 값  $\frac{4}{5}$   
 3, 7, 8 각각의 체세포 1개당 A\*의 DNA 상대량을 더한 값  $\frac{4}{5}$   
 이므로 A와 A\*는 X 염색체에 존재한다. ㉡이 발현된 3에서 정상인 7이 태어났으므로 ㉡은 열성 형질이고, 대립 유전자 B\*는 ㉡ 발현 대립 유전자이다.

**정답맞이기** > 가. 3의 유전자형은 X<sup>A\*B\*</sup>Y, 7의 유전자형은 X<sup>A\*B\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>, 8의 유전자형은 X<sup>AB</sup>Y이므로 4의 유전자형은 X<sup>AB</sup>X<sup>A\*B\*</sup>이다. 따라서 4의 유전 형질 ㉡에 대한 유전자형은 동형 접합이다.

나. 6의 유전자형은 X<sup>AB\*</sup>Y, 7의 유전자형은 X<sup>A\*B\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>이므로 태어날 아이에서 가능한 유전자형은 X<sup>AB\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>, X<sup>AB\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>, X<sup>A\*B\*</sup>Y, X<sup>A\*B\*</sup>Y이다. 따라서 이 아이에게서 ㉠과 ㉡이 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

**오답피하기** > 나. 1~8에서 A\*와 B가 연관된 염색체를 가지는 사람은 2, 4, 5, 7로 총 4명이다.

테마별 수능 필수유제					본문 49~50쪽
01 ③	02 ④	03 ⑤	04 ④	05 ④	
06 ③	07 ②	08 ①			

## 01

**예설** | 3과 4의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량이 같은데 3은 ㉠이 발현되고, 4는 ㉠이 발현되지 않았으므로 A와 a는 X 염색체에 존재하고, A는 정상 대립 유전자, a는 ㉠ 발현 대립 유전자임을 알 수 있다. 4의 유전자형은 X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>, 5의 유전자형은 X<sup>A</sup>Y이므로 X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>의 7은 태어날 수 없다. 따라서 I과 II가 수정되어 태어난 구성원은 7이다.

**정답맞이기** > 가. 4의 유전자형은 X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>, 5의 유전자형은 X<sup>A</sup>Y, 7의 유전자형은 X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>이다. 따라서 7은 4로부터 X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>의 유전자를 물려받고 5로부터는 성염색체를 물려받지 않았다. 4로부터 X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>의 생식 세포가 형성되었으므로 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

나. 3과 4의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량이 같은데 3과 4의 ㉠에 대한 표현형이 다르므로 A와 a는 X 염색체에 존재함을 알 수 있다.

**오답피하기** > 나. 6의 유전자형은 X<sup>a</sup>Y, 7의 유전자형은 X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>로 6과 7의 체세포 1개당 a의 DNA 상대량은 다르다.

## 02

**예설** I~IV에서 DNA 상대량이 2인 것은 I 뿐이므로 I은 ㉠이다. I은 T와 t를 모두 가지므로 감수 1분열 과정에서 염색체 비분리가 일어났음을 알 수 있다. IV는 H, T, t를 모두 가지므로 ㉠이고, T를 가지는 III은 ㉡이다. 따라서 II는 ㉡인데 II에는 H가 있고 III에는 h가 없으므로 H와 h는 상염색체에 존재함을 알 수 있다.

**정답맞이기** ㄴ. ㉠에 T와 t가 모두 있으므로 T를 가지는 III은 ㉡이다.  
 ㄷ. I은 상염색체를 1개 더 가지므로 상염색체 수는 1이고, 염색체 수는 4이다. ㉡은 상염색체를 1개 적게 가지므로 상염색체 수는 1이고, 염색체 수는 2이다. 따라서  $\frac{\text{염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 I이 ㉡보다 크다.

**오답짜이기** ㄱ. III(㉡)은 t를 가지므로 III에서 t의 DNA 상대량은 1이다. 따라서 “?”는 모두 ‘0’이다.는 거짓이다.

## 03

**예설** 염색체 구조의 이상에는 결실, 역위, 중복, 전좌가 있다. 결실은 염색체의 일부가 없어진 경우이고, 역위는 염색체의 일부가 거꾸로 붙은 경우이다. 중복은 염색체의 일부가 더 붙은 경우이고, 전좌는 염색체의 일부가 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 붙은 경우이다.

**정답맞이기** ㄱ. (가)와 비교하여 (나)에는 BC 부분이 거꾸로 붙은 역위와 XYZ 부분이 붙은 전좌가 일어난 염색체가 있다.

ㄴ. (가)와 비교하여 (다)에는 DE 부분의 결실이 일어난 염색체가 있다.

ㄷ. 염색체 돌연변이는 핵형 분석법으로 알아낼 수 있다.

## 04

**예설** 생물이 갖는 염색체의 수와 모양, 크기 등의 특징을 핵형이라고 하는데 이러한 핵형을 조사하는 것을 핵형 분석이라고 한다.

**정답맞이기** ㄱ. 핵형 분석 결과 X 염색체가 하나이므로 이 사람은 터너 증후군의 염색체 이상을 보인다.

ㄷ. 상염색체의 염색 분체 수는 2, 상염색체 수는 44이므로

$$\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체의 염색 분체 수}} = 22 \text{이다.}$$

**오답짜이기** ㄴ. 낮 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈 유전자의 이상으로 나타나며 유전자 돌연변이는 핵형 분석을 통해 알아낼 수 없다.

## 05

**예설** 대립 유전자는 4쌍인데 이 동물의 염색체 수는 6이므로 2쌍은 연관되어 있음을 알 수 있다. ㉠과 ㉡에서 F의 DNA 상대량이 같으므로 감수 1분열 과정에서 상동 염색체의 비분리가 일어난 것이다. ㉡에 e와 h가 있으므로 ㉡에는 E, F, G, g, h가 있다. 따라서 F와 G, F와 g가 연관되어 있음을 알 수 있다.

**정답맞이기** ㄴ. F가 있는 염색체가 비분리될 때 G와 g가 있는 염색체도 같이 비분리되었으므로 ㉡에는 F와 G가, F와 g가 연관되어 있다.

ㄷ. 감수 1분열 과정에서 염색체 비분리가 일어나 ㉡이 형성되었으므로 ㉡의 염색 분체 수는 8이고, ㉡의 염색체 수는 ㉡과 같으므로 ㉡의

염색체 수는 2이다. 따라서  $\frac{\text{㉡의 염색체 수}}{\text{㉡의 염색 분체 수}} = \frac{1}{4}$ 이다.

**오답짜이기** ㄱ. ㉠과 ㉡에서 F의 DNA 상대량이 같으므로 상동 염색체의 비분리가 일어난 것이다.

## 06

**정답맞이기** ㄱ. 아버지와 어머니의 체세포 1개당 A\*의 DNA 상대량이 같지만 ㉠의 발현 유무가 다르므로 ㉠을 결정하는 대립 유전자는 X 염색체에 있음을 알 수 있다.

ㄴ. ㉠에 대한 유전자형이 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>인 어머니는 ㉠이 발현되지 않으므로 A는 A\*에 대해 우성이며, A\*는 ㉠ 발현 대립 유전자임을 알 수 있다. 철수는 ㉠이 발현되지 않으므로 A를 가져야 한다. 따라서 누나의 유전자형은 X<sup>A</sup>X<sup>A</sup>가 되므로 정자 I과 난자 II의 수정으로 태어난 사람은 누나이다. I에는 상염색체가 없고 II는 X<sup>A</sup>X<sup>A</sup>를 가지므로 II의 형성 과정에서 염색 분체의 비분리가 일어났다.

**오답짜이기** ㄷ. 철수의 유전자형은 X<sup>A</sup>Y, ㉠이 발현되는 여자의 유전자형은 X<sup>A\*</sup>X<sup>A\*</sup>이므로 둘 사이에서 태어난 자녀가 ㉠이 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

## 07

**예설** 감수 1분열 과정에서는 염색체 분리가 정상적으로 일어나고 감수 2분열 과정 중 상염색체에서 비분리가 일어나 ㉠(n-1=21+X)과 ㉡(n+1=23+X)이 형성되었다. ㉢(n=22+Y)의 형성 과정에서는 염색체 비분리가 일어나지 않았다.

**정답맞이기** ㄴ. ㉠과 ㉡이 형성되는 감수 2분열 과정에서만 상염색체 비분리가 일어나면  $\frac{X \text{ 염색체 수}}{\text{상염색체 수}} = \frac{X}{21}(\text{㉠}) > \frac{X}{23}(\text{㉡}) > 0(\text{㉢})$ 이 된다. 따라서 ㉡의 핵상은 n+1이다.

**오답짜이기** ㄱ. 상염색체에서 염색체 비분리가 일어났다.

ㄷ. ㉡에 Y 염색체가 있으므로 정상 난자와 수정되어 태어난 자녀는 터너 증후군의 염색체 이상을 보이지 않는다.

## 08

**정답맞이기** ㄱ. 자녀 3은 대립 유전자를 A, B만 가지므로 자녀 3은 A와 B가 연관된 염색체를 2개 가지고 있음을 알 수 있다. 따라서 아버지는 A와 B가 연관된 염색체와 a와 b가 연관된 염색체를 가진다. 자녀 1은 A와 B가 연관된 염색체와 a와 B가 연관된 염색체를 가지므로 어머니는 a와 B가 연관된 염색체와 a와 b가 연관된 염색체를 가진다.

**오답짜이기** ㄴ. 어머니는 A를 가지지 않으므로 자녀 3이 가진 염색체는 모두 아버지에게서 받은 것이다. 정자 I에는 A와 B가 연관된 염색체가 2개 있으므로 I은 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 형성된 정자이다.

ㄷ. 아버지는 a와 B가 연관된 염색체를 가지지 않으므로 자녀 2의 a와 B가 연관된 염색체는 어머니로부터 물려받은 것이다. 따라서 자녀 2는 아버지로부터 a와 b가 연관된 염색체를 물려받았다.

테마별 수능 심화문제

본문 51~53쪽

- 09 ②      10 ⑤      11 ⑤      12 ⑤      13 ①  
14 ②

09

**예설** | II는 D와 d를 모두 가지며 DNA 상대량이 2이므로 ㉠이다. I은 D와 d의 DNA 상대량이 1이므로 ㉢과 ㉡ 중 하나이다. I이 ㉢일 때 d가 없고 E의 DNA 상대량이 2인 V는 ㉢이 된다. E의 DNA 상대량이 4인 III은 ㉢이고, d의 DNA 상대량이 1인 IV는 ㉡이 된다.

**정답맞이기** > ㄴ. ㉢은 D와 d를 모두 가지므로 21번 염색체가 2개이다. 따라서 ㉢이 정상 남자와 수정되어 태어난 자녀는 다운 증후군의 염색체 이상을 나타낸다.

**오답짜이기** > ㄱ. III은 ㉢이다.

ㄷ. 체세포에서 E와 e의 DNA 상대량의 합이 여자가 남자의 2배이므로 E와 e는 X 염색체에 존재함을 알 수 있다. 따라서 ㉢의 X 염색체 수는 2이므로  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}} = \frac{22}{2} = 11$ 이고, V의 X 염색체 수는 1이고, 상염색체 수는 21이므로  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X 염색체 수}} = \frac{21}{1} = 21$ 이다.

10

**예설** | 어머니와 아버지는 A와 A\* 중 한 가지만 가지는데 형과 누나의 ㉠에 대한 표현형이 다르므로 A와 A\*는 성염색체에 존재함을 알 수 있다. 또한 아버지와 누나의 ㉠에 대한 표현형이 같으므로 아버지의 유전자형은 X<sup>A</sup>Y, 어머니는 X<sup>A\*</sup>X<sup>A\*</sup>, 형은 X<sup>A\*</sup>Y, 누나는 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>이다. 그런데 철수에게서 ㉠이 발현되므로 철수는 아버지에게서 X<sup>A</sup>Y를 물려받은 것이다. 아버지와 누나의 체세포 1개당 B\*의 DNA 상대량은 같은데 표현형이 다르므로 B와 B\*는 성염색체에 존재함을 알 수 있다. 아버지의 ㉢에 대한 유전자형은 X<sup>B\*</sup>Y이고, 누나는 X<sup>B</sup>X<sup>B\*</sup>이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉢에 X 염색체와 Y 염색체가 모두 존재하므로 염색체 비분리는 감수 1분열에서 일어났다.

ㄴ. 정상 대립 유전자를 D, 적록 색맹 대립 유전자를 D\*라고 할 때 어머니는 적록 색맹을 나타내므로 X<sup>D\*</sup>X<sup>D\*</sup>이고, 아버지는 적록 색맹을 나타내지 않으므로 X<sup>D</sup>Y이다. 그런데 철수는 어머니에게서 X 염색체를 하나 받고 아버지로부터 X 염색체와 Y 염색체를 받으므로 철수의 적록 색맹에 대한 유전자형은 X<sup>D</sup>X<sup>D\*</sup>Y로 철수는 적록 색맹을 나타내지 않는다.

ㄷ. ㉠을 결정하는 유전자와 ㉢을 결정하는 유전자는 모두 X 염색체에 있고 아버지는 A와 B\*를 가지므로 아버지는 A와 B\*가 연관된 염색체를 가진다.

11

**예설** | DNA 상대량이 1이고 대립 유전자가 모두 있는 II는 ㉠이다. a와 d의 DNA 상대량은 2이지만 b의 DNA 상대량은 1인 III은 ㉢임을 알 수 있다. 따라서 I과 IV는 각각 ㉢과 ㉡ 중 하나이다. IV가

㉢이라면 ㉢이 형성될 수 없으므로 I은 ㉢, IV는 ㉡이다. ㉢에서 대립 유전자의 DNA 상대량은 a는 2, b는 1, d는 2이므로 수정되는 정자에서 대립 유전자의 DNA 상대량은 a는 1, d는 1이고, 수정되는 난자에서 대립 유전자의 DNA 상대량은 a는 1, b는 1, d는 1이다.

**정답맞이기** > ㄱ. I은 ㉢이다.

ㄴ. ㉠의 유전자형은 AaBbDd, ㉢의 유전자형은 AAbbDD이고 수정되는 정자의 유전자형은 ad이므로 정자 형성 과정에서 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났음을 알 수 있다.

ㄷ. ㉢에서  $\frac{\text{염색체 수}}{\text{a의 수+d의 수}} = \frac{23}{0+2} = \frac{23}{2}$ 이고,

㉡에서  $\frac{\text{염색체 수}}{\text{a의 수+d의 수}} = \frac{45}{2+2} = \frac{45}{4}$ 이다.

12

**예설** | 만약 ㉠이 A라면 어머니와 아버지는 모두 우성 대립 유전자를 가지는데 표현형이 다르므로 모순이다. 따라서 ㉠은 A\*이고, A와 A\*는 X 염색체에 있다. (가)에 대한 유전자형이 X<sup>A</sup>X<sup>A\*</sup>인 어머니에서 (가)가 발현되므로 A는 (가) 발현 대립 유전자임을 알 수 있다. 만약 ㉢이 B라면 어머니는 BB, 아버지는 B\* 또는 B\*B\*인데 오빠와 언니의 (나)에 대한 표현형이 다르므로 모순이다. 따라서 ㉢은 B\*이고, B와 B\*는 X 염색체에 있다. (나)에 대한 유전자형이 X<sup>B\*</sup>X<sup>B\*</sup>인 어머니에서 (나)가 발현되므로 B\*는 (나) 발현 대립 유전자임을 알 수 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. (가)와 (나)에 대한 어머니의 유전자형은 X<sup>AB\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>이고, 아버지는 X<sup>A\*B</sup>Y이다. 따라서 오빠는 X<sup>A\*B\*</sup>Y이고, 누나는 X<sup>AB\*</sup>X<sup>A\*B</sup>이므로 ㉠~㉢은 모두 1이다.

ㄴ, ㄷ. 영희에서 (가)는 발현되지 않고 (나)만 발현되므로 영희의 (가)와 (나)에 대한 유전자형은 X<sup>A\*B\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>로 모두 동형 접합이다. 따라서 영희는 어머니로부터 X<sup>A\*B\*</sup>X<sup>A\*B\*</sup>를 물려받았고 아버지로부터는 X 염색체를 물려받지 않았다. I의 형성 과정에서 염색 분체의 비분리가 일어났음을 알 수 있다.

13

**예설** | ㉢에는 B, D가 있고, ㉡에는 A, b가 있으므로 ㉠은 A, a, B, b, D를 갖는다는 것을 알 수 있다. ㉢은 핵상이 n이고 A가 있으므로 ㉢과 ㉡은 모두 a가 있어야 하는데 ㉢에는 a가 없으므로 감수 2분열에서 a를 가지는 염색 분체가 분리되지 않았음을 알 수 있다. ㉢과 ㉡에는 D가 있고, ㉢에는 D, d가 모두 없으므로 D와 d는 성염색체에 존재함을 알 수 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉢과 ㉡의 형성 과정에서 염색 분체의 비분리가 일어나 a가 있는 염색 분체가 모두 ㉢에 있으므로 ㉢의 핵상은 n+1이다.

**오답짜이기** > ㄴ. ㉢에는 B가 있고, ㉡에는 b가 있으므로 유전자 B와 b는 상염색체에 있다.

ㄷ.  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 의 값은 ㉢에서는  $\frac{1}{21}$ 이고, ㉡에서는  $\frac{1}{23}$ 이고, ㉢에서는  $\frac{1}{22}$ 이다. 따라서  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$ 는 ㉢ > ㉡ > ㉢이다.



# 14

**예설** | 5는 정상, 1과 6은 (가)가 발현되는데 ㉠은 A를 가지고 ㉡과 ㉢은 A를 가지지 않으므로 ㉠은 5이다. 4는 정상, 3과 7은 (나)가 발현되는데 ㉣은 B를 가지지 않고 ㉤과 ㉥은 B를 가지므로 ㉣은 4이다. 남자인 ㉦의 (나)에 대한 유전자형이 BB\*이므로 (나)를 결정하는 대립 유전자는 상염색체에 있음을 알 수 있다. 따라서 (가)를 결정하는 대립 유전자는 성염색체에 있고 1은 X<sup>A</sup>\*Y, 2는 X<sup>A</sup>X<sup>A</sup>\*, 5는 X<sup>A</sup>X<sup>A</sup>\*Y, 6은 X<sup>A</sup>\*X<sup>A</sup>\*이다. 3은 BB, 4는 B\*B\*이므로 B는 (나) 발현 대립 유전자이고, 8에서 (나)가 발현되지 않으므로 8의 유전자형은 B\*B\*이다. ㉧은 5, ㉨은 1, ㉩은 6, ㉪은 4, ㉫은 7, ㉬은 3이다.

**정답맞이기** > ㉭. 8은 3에게서 (나)를 결정하는 대립 유전자를 받지 않고 4로부터 B\* 2개를 물려받았으므로 III에는 상염색체가 1개 적고, IV에는 상염색체가 1개 더 들어 있다. 또한 I에는 X 염색체가 1개 더 들어 있으므로  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}$ 의 값은 I에서는  $\frac{22}{2}=11$ 이고, II에서는  $\frac{22}{1}=22$ 이고, III에서는  $\frac{21}{1}=21$ 이고, IV에서는  $\frac{23}{1}=23$ 이다. 따라서  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}}$ 는 I < III < II < IV이다.

**오답짜이기** > ㉮. A\*는 성염색체에 존재하므로 ㉠은 1이다. ㉡의 유전자형은 B\*B\*, ㉢의 유전자형은 BB이므로 ㉣은 2, ㉤은 2이다. 따라서 ㉠+㉣+㉤=5이다.

㉭. 5는 아버지로부터 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받는다. 그런데 1은 적록 색맹이 아니므로 5는 1로부터 적록 색맹에 대한 정상 대립 유전자를 물려받아서 적록 색맹이 나타나지 않는다.

## THEME 08

### 세포의 생명 활동/소화, 순환, 호흡, 배설과 에너지

#### \* 낮은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 56쪽

**정답** ⑤

**예설** | ㉠은 ATP가 ADP로 분해되는 과정이고, ㉡은 ADP가 ATP로 합성되는 과정이다.

**정답맞이기** > ㉮. 세포 호흡 과정에서 생성된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 남은 에너지는 열에너지로 방출되어 사람의 체온 유지에 사용된다.

- ㉭. ㉠은 생명체 내에서 일어나는 물질대사로 효소가 이용된다.
- ㉮. 세포 호흡 과정에서 생성된 에너지는 ADP를 ATP로 합성하는데 사용된다.

#### 테마별 수능 필수유제

본문 57~59쪽

01 ⑤	02 ⑤	03 ⑤	04 ⑤	05 ④
06 ④	07 ⑤	08 ①	09 ⑤	10 ⑤
11 ⑤	12 ⑤			

## 01

**예설** | (가)는 광합성, (나)는 세포 호흡, ㉠은 포도당, ㉡은 H<sub>2</sub>O이다.

**정답맞이기** > ㉮. 식물의 엽록체에서 빛에너지를 이용한 광합성이 일어난다.

- ㉭. 미토콘드리아에서 포도당이 분해되어 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O이 되는 세포 호흡은 이화 작용에 해당한다.
- ㉮. 광합성 과정에서 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O을 원료로 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하고 이 과정에서 O<sub>2</sub>가 발생하므로 ㉠은 포도당, ㉡은 H<sub>2</sub>O이다.

## 02

**예설** | ㉠은 O<sub>2</sub>, ㉡은 H<sub>2</sub>O이다.

**정답맞이기** > ㉮. 포도당이 세포 호흡을 통해 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 완전 분해될 때 O<sub>2</sub>가 필요하므로 ㉠은 O<sub>2</sub>이다.

- ㉭. 포도당이 세포 호흡으로 완전 분해되면 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O이 나오므로 ㉡은 H<sub>2</sub>O이다. 배설계를 통해 H<sub>2</sub>O은 몸 밖으로 배출된다.
- ㉮. 세포 호흡 과정을 통해서 포도당의 에너지 중 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열에너지로 방출된다. 방출된 열에너지는 체온 유지에 이용된다.

## 03

**예설** | (가)는 포도당이 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 완전 분해되므로 산소를 이용하는 산소 호흡이고, (나)는 포도당이 중간 산물로 분해되므로 산소를 이용하지 않는 무산소 호흡이다.



**정답맞이기** ㄱ. 물질대사 과정에는 생체 촉매 역할을 하는 효소가 필요하다. (가)와 (나)에서 포도당이 분해되는 과정에서 모두 효소가 작용한다.

ㄴ. 포도당 1분자당 ATP 생성량은 포도당이 완전 분해되는 과정(가)이 불완전 분해되는 과정(나)보다 크다.

ㄷ. (가)에서 포도당이 완전 분해되고 다량의 에너지가 방출되므로 산소를 이용하는 산소 호흡이다.

## 04

**예설** | 사람의 입과 소장에서는 아밀레이스에 의해 녹말이 엿당으로 분해되는 소화 과정이 일어나고, 세포의 리보솜에서는 펩타이드 결합에 의해 아미노산이 단백질로 합성되는 과정이 일어난다.

**정답맞이기** ㄱ. 녹말이 엿당으로 분해되는 과정은 이화 작용에 해당한다.

ㄴ. 소포체의 막과 세포질에 존재하는 리보솜에서 아미노산이 단백질로 합성되는 과정이 일어난다.

ㄷ. 녹말이 엿당으로 분해되는 과정과 아미노산이 단백질로 합성되는 과정에는 모두 효소가 필요하다.

## 05

**예설** | 포도당이  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 로 분해되면서 방출되는 에너지를 이용하여 ADP와  $\text{P}_i$ 가 ATP로 합성된다. ATP에 저장된 에너지는 여러 생명 활동에 이용된다.

**정답맞이기** ㄴ. ADP가 에너지를 흡수하여 ATP가 되므로 저장된 에너지량은 ADP(㉠)보다 ATP(㉡)가 많다.

ㄷ. ATP에 저장된 에너지는 근육 운동 등 생명 활동에 이용된다.

**오답피하기** ㄱ. 포도당이  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 로 최종 분해되고, 그 결과 에너지가 방출된다. 이때 방출된 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

## 06

**예설** | 우심실과 폐를 연결하는 ㉠은 폐동맥이고, 좌심실과 온몸을 연결하는 ㉡은 대동맥이다. A는 간, B는 콩팥이다.

**정답맞이기** ㄴ. 아미노산의 분해로 생성된 질소 노폐물인 암모니아는 간에서 요소로 전환된다.

ㄷ. B는 콩팥이고, 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진한다. 따라서 B는 항이뇨 호르몬(ADH)의 표적 기관이다.

**오답피하기** ㄱ. 폐동맥은  $\text{O}_2$  분압은 낮고,  $\text{CO}_2$  분압은 높은 정맥혈이 흐르고, 대동맥은  $\text{O}_2$  분압은 높고,  $\text{CO}_2$  분압은 낮은 동맥혈이 흐른다.

## 07

**예설** | 포도당이  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 로 최종 분해되고 이 과정에서  $\text{O}_2$ 가 이용되는 (가)는 세포 호흡이고,  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 로부터 포도당을 합성하는 과정인 (나)는 광합성이다.

**정답맞이기** ㄱ. 미토콘드리아에서 세포 호흡(가)이 일어난다.

ㄴ. 광합성은 동화 작용이다.

ㄷ. 세포 호흡(가)과 광합성(나) 과정에서 모두 효소가 필요하다.

## 08

**예설** | (가)는 세포 호흡에 필요한  $\text{O}_2$ 를 흡수하고 세포 호흡 결과 발생한  $\text{CO}_2$ 를 배출하는 호흡계, (나)는 음식물을 소화시켜 영양소를 흡수하는 소화계, (다)는 노폐물을 걸러 오줌의 형태로 몸 밖으로 배설하는 배설계이다.

**정답맞이기** ㄱ. 세포 호흡에 필요한  $\text{O}_2$ 를 흡수하고 세포 호흡 결과 발생한  $\text{CO}_2$ 를 배출하는 (가)는 호흡계이다.

**오답피하기** ㄴ. (나)는 소화계이고, 콩팥에 의해 노폐물이 오줌을 통하여 몸 밖으로 내보내지는 곳은 배설계이다.

ㄷ. 대장은 소화계(나)에 속하는 기관이다.

## 09

**예설** | A는 간, B는 이자, C는 소장이다.

**정답맞이기** ㄱ. 갑상샘에서 분비된 티록신은 간에서 물질대사를 촉진한다. 따라서 간(A)은 티록신의 표적 기관이다.

ㄴ. 이자의  $\beta$  세포에서 인슐린이 분비된다.

ㄷ. 아미노산은 소장 용털의 모세 혈관으로 흡수된 후 간문맥을 거쳐 간으로 운반되고, 간정맥, 심장을 거쳐 온몸으로 이동된다.

## 10

**예설** | A는 호흡계, B는 소화계, C는 배설계, ㉠은  $\text{O}_2$ , ㉡은 포도당, ㉢은  $\text{CO}_2$ 이다.

**정답맞이기** ㄱ.  $\text{O}_2$ (㉠)의 분압은 모세 혈관보다 폐포에서 높다. 분압 차에 의한 확산에 의해서 폐포에서 모세 혈관으로  $\text{O}_2$ 가 이동한다.

ㄴ. 이자의  $\alpha$  세포에서 분비된 글루카곤은 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진한다. 간은 소화계(B)에 속한다.

ㄷ. 물질대사 결과 생성된  $\text{H}_2\text{O}$ 은 배설계(C)를 통해 몸 밖으로 배출된다.

## 11

**예설** | 포도당, 지방산, 아미노산에서 공통적으로 생성되는 노폐물인 ㉠은 이산화 탄소이고, 아미노산에서 생성되는 노폐물인 ㉡은 암모니아, ㉢은 요소이다.

**정답맞이기** ㄱ. 이산화 탄소(㉠)는 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

ㄴ. 간에서 암모니아(㉡)는 요소(㉢)로 전환된 후 콩팥을 통해 오줌으로 배설된다.

ㄷ. 간에서 합성된 요소(㉢)는 순환계를 통해 배설계로 운반된다.

## 12

**예설** | 소화계, 호흡계, 순환계, 배설계는 각각 고유의 기능을 수행하면서 서로 협력하여 에너지 생성에 필요한 영양소와 산소를 세포에 공급하고 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 기능을 함으로써 생명 활동이 원활하게 이루어지도록 한다.

**정답맞이기** ㄱ. 이자에서 분비된 인슐린은 순환계에 속하는 혈관을 통해 표적 기관으로 이동한다.

- 나. 물의 일부는 수증기 형태로 호흡계를 통해 몸 밖으로 나간다.
- 다. 방광은 배설계에 속한다.

**테마별 수능 심화문제**

본문 60~63쪽

13 ⑤	14 ③	15 ⑤	16 ④	17 ⑤
18 ⑤	19 ②	20 ③		

**13**

**예설** | CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O이 포도당으로 합성되는 과정인 ㉠은 광합성이고, 포도당이 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 분해되는 과정인 ㉡은 세포 호흡이다.

**정답맞이기** > 가. 광합성에서는 빛에너지가 흡수되어 화학 에너지 형태로 전환된다.

나. ㉠은 ADP가 ATP로 합성되는 과정이다. 세포 호흡(㉡) 과정에서는 포도당이 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 분해되면서 ATP가 합성된다.

다. 여러 생명 활동에 ATP가 사용된다. 포도당이 글리코젠으로 합성될 때 ATP가 ADP로 분해되면서 방출된 에너지가 사용된다.

**14**

**예설** | 세포 호흡 결과 방출된 CO<sub>2</sub>의 배출에 관여하는 A는 호흡계이고, 호흡계로부터 공급되는 세포 호흡에 필요한 물질은 O<sub>2</sub>이므로 ㉠은 O<sub>2</sub>이다. 세포 호흡 결과 생성되는 물질은 H<sub>2</sub>O이므로 ㉡은 H<sub>2</sub>O이고, H<sub>2</sub>O의 배출에 관여하는 C는 배설계이다. 따라서 B는 소화계이고, ㉢은 포도당이다. 기관지는 호흡계에 속하는 기관이므로 ㉣는 기관지, 소장은 소화계에 속하는 기관이므로 ㉤는 소장, 콩팥은 배설계에 속하는 기관이므로 ㉥는 콩팥이다.

**정답맞이기** > 다. 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥(㉥)에서 H<sub>2</sub>O(㉡)의 재흡수를 촉진한다.

**오답맞이기** > 가. 호흡계(A)의 조직 세포에서도 세포 호흡이 일어나므로 포도당(㉢)이 순환계를 통해서 호흡계(A)로 운반된다.

나. 소화계(B)를 통해서 흡수되지 않은 찌꺼기는 배설계(C)가 아닌 소화계를 통해서 배출된다.

**15**

**예설** | 세포 호흡 과정에서는 O<sub>2</sub>가 필요하므로 ㉠은 O<sub>2</sub>이다. 포도당이 이용되는 세포 호흡과 아미노산이 이용되는 세포 호흡에서 공통적으로 나오는 노폐물은 CO<sub>2</sub>이므로 ㉡은 CO<sub>2</sub>이고, ㉢은 NH<sub>3</sub>이다.

**정답맞이기** > 가. CO<sub>2</sub>(㉡)는 호흡계를 통해 체외로 배출된다.

나. NH<sub>3</sub>(㉢)는 간에서 요소로 합성되므로 NH<sub>3</sub>는 순환계를 통해 소화계로 운반된다.

다. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용된다.

**16**

**예설** | ㉠의 구성 원소에는 탄소와 산소가 있으므로 ㉠은 이산화 탄소

이고, ㉡의 구성 원소에는 수소와 산소가 있으므로 ㉡은 물이다. ㉢의 구성 원소에는 탄소, 수소, 산소가 모두 있으므로 ㉢은 ATP이다.

**정답맞이기** > 나. 물(㉡)은 인체 구성 비율이 가장 높은 물질이다.

다. 포도당이 분해되어 생성된 에너지의 일부는 ATP(㉢)에 저장된다.

**오답맞이기** > 가. 혈중 이산화 탄소(㉡)의 농도는 폐동맥(정맥혈)에서가 폐정맥(동맥혈)에서보다 높다.

**17**

**예설** | 포도당과 아미노산을 이용한 세포 호흡 결과 공통적으로 발생하는 노폐물은 물과 이산화 탄소이므로 ㉠은 물이다. 아미노산은 노폐물로 암모니아를 생성하므로 ㉡은 암모니아이다. (나)는 소화계, (다)는 배설계이다.

**정답맞이기** > 가. 물(㉠)은 배설계(다)를 통해 몸 밖으로 배출된다.

나. 간에서 암모니아(㉡)가 요소로 전환되는 과정이 일어난다. 간은 소화계(나)에 속한다.

다. 소화계의 조직 세포와 배설계의 조직 세포에서도 세포 호흡이 일어나므로 물(㉠)과 암모니아(㉡)는 모두 소화계(나)와 배설계(다)에서 생성된다.

**18**

**예설** | CO<sub>2</sub>의 배출 과정에는 순환계와 호흡계가 관여한다. ㉠, ㉡, ㉢의 과정에 모두 관여하는 (나)는 순환계이므로 (가)는 호흡계이다. H<sub>2</sub>O의 배출 과정에는 순환계, 호흡계, 배설계가 관여하므로 (다)는 배설계이다. 따라서 (라)는 소화계이다.

**정답맞이기** > 가. 호흡계의 조직 세포에서 세포 호흡으로 ATP 합성이 일어난다.

나. 땀을 많이 흘리면 혈장 삼투압이 증가하므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 증가하여 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진된다. 따라서 배설계(다)에서 순환계(나)로 이동하는 물의 양이 땀을 흘리기 전보다 증가한다.

다. 글루카곤은 소화계에 속하는 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진한다.

**19**

**예설** | A는 심장, B는 간, C는 소장이다.

**정답맞이기** > 나. 혈당량이 높을 때는 인슐린에 의해 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되고, 혈당량이 낮을 때는 글루카곤에 의해 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해된다.

**오답맞이기** > 가. 교감 신경의 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 심장(A)의 운동은 촉진되지만 소장(C)의 운동은 억제된다.

다. 요소는 콩팥을 통해 몸 밖으로 배출된다. 따라서 단위 부피당 요소량은 ㉠의 혈액에서가 ㉡의 혈액에서보다 적다.

**20**

**예설** | ㉠은 CO<sub>2</sub>, A는 소화계, B는 호흡계, C는 배설계이다.

**정답맞이기** > 가. 과정 I은 녹말의 소화 과정이고, 과정 II는 암모니아가 요소로 합성되는 과정이다. 두 과정 모두 소화계(A)에서 일어

난다.

ㄴ. 세포 호흡 결과 발생한 노폐물 중 CO<sub>2</sub>(㉠)는 순환계를 통해서 호흡계(B)로 운반된 후 몸 밖으로 배출된다.

**오답피하기** > ㄷ. 물을 많이 마시면 혈장 삼투압이 감소하므로 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 감소한다. 항이뇨 호르몬(ADH)에 의한 수분의 재흡수가 감소하므로 배설계(C)에서 순환계로 이동하는 물의 양이 물을 마시기 전보다 감소한다.

THEME

09 자극의 전달

\* 낮은 킬 문제로 유형 익히기 \*

본문 65쪽

**정답** ⑤

**예설** | A와 B의 d<sub>0</sub>에 역치 이상의 자극을 동시에 1회 주고 경과된 시간이 3 ms일 때 A와 B의 d<sub>0</sub>에서 -80 mV의 막전위가 나타난다. A에서 -80 mV 막전위가 이동한 거리는 1 cm/ms × (t<sub>1</sub> - 3 ms)로, B에서 -80 mV 막전위가 이동한 거리는 2 cm/ms × (t<sub>1</sub> - 3 ms)로 나타낼 수 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. A와 B의 흥분 전도 속도는 각각 1 cm/ms, 2 cm/ms이다. ㉠이 5 ms일 때의 경우 A의 d<sub>1</sub>에서, B의 d<sub>2</sub>에서 -80 mV의 막전위가 나타난다. ㉠이 4 ms 또는 6 ms일 때의 경우 A의 d<sub>1</sub>~d<sub>3</sub> 어느 지점에서도 -80 mV의 막전위가 나타나지 않는다. 따라서 t<sub>1</sub>은 5 ms이고, I은 d<sub>3</sub>, II는 d<sub>2</sub>, III은 d<sub>1</sub>이다.

ㄴ. t<sub>1</sub>(5 ms)일 때 A의 d<sub>1</sub>에서 -80 mV의 막전위가 나타났고, A의 d<sub>2</sub>와 d<sub>1</sub> 사이의 거리가 2 cm이므로 주어진 막전위 변화 그림 자료에서 시간이 1 ms일 때의 막전위가 d<sub>2</sub>에서 나타난다. 따라서 d<sub>2</sub>에서 탈분극이 일어나고 있다.

ㄷ. B의 d<sub>0</sub>에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 3 ms일 때 B의 d<sub>0</sub>에서 -80 mV의 막전위가 나타난다. 따라서 자극을 주고 경과된 시간이 3 ms가 더 지난 6 ms일 때는 -80 mV의 막전위가 d<sub>0</sub>에서 6 cm 떨어진 I(d<sub>3</sub>)에서 나타난다.

테마별 수능 필수유제

본문 66~67쪽

01 ①	02 ③	03 ③	04 ②	05 ②
06 ⑤	07 ①	08 ④		

01

**예설** | 뉴런은 말미집의 유무에 따라 말미집 신경과 민말미집 신경으로 구분하고, 기능에 따라 감각 뉴런, 연합 뉴런, 운동 뉴런으로 구분한다.

**정답맞이기** > ㄱ. A와 C는 모두 슈반 세포 등의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 둘러싼 말미집 신경이다.

**오답피하기** > ㄴ. B는 민말미집 신경으로 도약 전도가 일어나지 않는다.

ㄷ. ㉠은 절연체 역할을 하는 말미집으로 싸여 있는 부분이다. 따라서 ㉠에서 활동 전위가 발생하지 않는다.

02

**예설** | A는 민말미집 신경이 시냅스를 이루고 있고, B는 말미집 신경이다. 말미집 신경에서는 량비에 결절을 따라 도약 전도가 일어나므로 민말미집 신경에 비해 흥분의 이동 속도가 빠르다.

**정답맞이기** > ㄷ. 활동 전위가 먼저 나타난 I은 말미집 신경인 B에서의 막전위 변화이다.



**오답피하기** > ㄱ. 시냅스 이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되고, 이 신경 전달 물질은 시냅스 이후 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체를 탈분극시킨다.

ㄴ. ①은 재분극이 일어나는 시기로 확산에 의해  $K^+$ 이 세포 안에서 세포 밖으로 이동한다. 따라서  $K^+$ 의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높다.

### 03

**예설** | 역치 이상의 자극을 받았을 때 막 투과도가 먼저 증가하는 ①이  $Na^+$ 이고, 나중에 증가하는 ②이  $K^+$ 이다.

**정답맞이기** > ㄷ. 뉴런에서  $Na^+$ 의 농도는 세포 밖이 세포 안보다 높고,  $K^+$ 의 농도는 세포 안이 세포 밖보다 높다. 따라서  $t_2$ 일 때 이온의  $\frac{\text{세포 밖의 농도}}{\text{세포 안의 농도}}$ 는 ①( $Na^+$ )이 ②( $K^+$ )보다 크다.

**오답피하기** > ㄱ. 구간 I은 탈분극이 일어나는 시기로 ①( $Na^+$ )이 세포 밖에서 안으로 이동하는 방식은 확산이다.

ㄴ.  $K^+$ 의 막 투과도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.

### 04

**예설** |  $t_1$ 에서 탈분극이,  $t_2$ 에서 재분극이 일어나고 있다. 이온 통로를 통해 세포 안에서 세포 밖으로 이동하는 ①은  $K^+$ 이다.

**정답맞이기** > ㄴ.  $K^+$ (①)의 막 투과도는 재분극( $t_2$ )이 일어날 때가 탈분극( $t_1$ )이 일어날 때보다 크다.

**오답피하기** > ㄱ.  $Na^+$ 의 농도는 항상 세포 밖이 세포 안보다 높다.

ㄷ. (나)는 이온 통로를 통한  $K^+$ 의 이동으로 확산을 통해 일어나며, 이 과정에서 ATP는 사용되지 않는다.

### 05

**예설** | 흥분의 전달은 축삭돌기 말단에서 다음 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체 쪽으로만 진행된다.

**정답맞이기** > ㄴ. 시냅스 소포는 시냅스 이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스 이후 뉴런의 가지돌기에서보다 많아 흥분의 전달은 뉴런과 뉴런 사이에서 한 방향으로만 진행된다.

**오답피하기** > ㄱ. ①은 활동 전위가 발생했을 때의 막전위 변화이다. 따라서 ①은 B에서의 막전위 변화이다.

ㄷ. A에 역치 이상의 자극을 주면 B에서는 활동 전위가 발생할 수 있지만 C는 절연체 역할을 하는 말미집으로 싸여 있어 활동 전위가 발생하지 않는다.

### 06

**예설** | 말미집 신경에서 슈반 세포 등의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 둘러싼 말미집이 있는 부분은 절연되어 탈분극이 일어나지 않는다.

**정답맞이기** > ㄱ. (나)는 막전위 변화가 일어나는 과정으로 말미집이 없는 A(랑비에 결절)에서의 막전위 변화이다.

ㄴ. 세포막 안쪽이 음(-)전하에서 양(+전하)로 변화되는 ① 과정에서  $Na^+$ 이 세포 안으로 유입된다.

ㄷ.  $K^+$ 이 세포 밖으로 유출되면서 세포막 안쪽이 양(+전하)에서 음

(-)전하로 변화되는 ② 과정에서 재분극이 일어난다.

### 07

**예설** | 근육 원섬유에서 어둡게 보이는 부분인 ①은 A대, 밝게 보이는 부분인 ②은 I대에 해당한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 동물의 구성 단계 중 골격근은 조직이고, 골격근을 구성하는 근육 섬유는 세포이다.

**오답피하기** > ㄴ. 근육 원섬유에서 밝게 보이는 부분인 ②(I대)에는 액틴 필라멘트만 존재한다.

ㄷ. 골격근이 수축할 때 ①의 길이는 변화가 없고, ②의 길이는 감소한다. 따라서 골격근이 수축할 때  $\frac{\text{①의 길이}}{\text{②의 길이}}$ 의 값은 증가한다.

### 08

**예설** | 골격근이 수축할 때 A대의 길이는 일정하고, H대의 길이는 감소한다. 따라서 ①은 H대이고, ②은 A대이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ①(H대)의 길이가  $0.4 \mu m$  만큼 감소하였으므로 X의 길이도  $0.4 \mu m$  만큼 감소한다. 따라서 ③은  $3.2 - 0.4 = 2.8$ 이다.

ㄷ. 골격근이 수축할 때 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어간다. 따라서 그림과 같은 단면을 갖는 부분의 전체 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 길다.

**오답피하기** > ㄴ. 골격근이 수축할 때 A대의 길이는 일정하고, I대의 길이는 감소한다. 따라서  $\frac{\text{I대의 길이}}{\text{A대의 길이}}$ 는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 크다.

#### 테마별 수능 심화문제

본문 68~71쪽

09 ①	10 ④	11 ①	12 ④	13 ⑤
14 ③	15 ②	16 ⑤		

### 09

**예설** | ① 부위에 X를 처리하면 A에서 활동 전위는 발생하지만 재분극 과정이 느려지고, ② 부위에 Y를 처리하면 B에서 활동 전위가 발생하지 않는다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $K^+$ 의 농도는 항상 세포 안이 세포 밖보다 높다. 따라서  $K^+$ 의  $\frac{\text{세포 밖의 농도}}{\text{세포 안의 농도}}$ 의 값은 1보다 작다.

**오답피하기** > ㄴ. ① 부위에 X를 처리하면 A에서 재분극 과정이 느려지므로 X는 이온 통로를 통한  $K^+$ 의 유출을 억제한다.

ㄷ. ② 부위에 Y를 처리하면 B에서 활동 전위가 발생하지 않으므로 Y는 시냅스 이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질의 분비를 억제한다.

### 10

**예설** | 축삭돌기에 역치 이상의 자극이 주어지면 분극 상태 → 탈분극 상태 → 재분극 상태 → 이온의 재배치를 거쳐 다시 분극 상태로 돌아온다.

**정답맞이기** > ㄴ, ㄷ.  $d_3$ 의 막전위가  $+10 mV$ 이므로  $d_4$ 에서  $-60 mV$



의 막전위는 탈분극에 의한 막전위이고, 두 지점 사이에 막전위가 0 mV인 지점이 있다.

**오답맞이기** > ㄱ. 휴지 전위가 -70 mV이므로 과분극인 -80 mV는  $d_2$ (㉠)에서 막전위이고, +10 mV는  $d_3$ (㉡)에서 막전위이다.

### 11

**예설** | 역치 미만의 자극인 A를 주면 막전위 변화가 나타나지 않고, 역치 이상의 자극인 B와 C를 주면 일정 크기의 막전위 변화가 나타난다. 또한 자극의 세기가 B에서 C로 증가하면 활동 전위의 발생 빈도가 증가한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 시냅스 소포는 축삭돌기 말단에 주로 있기 때문에 흥분의 전달은 축삭돌기 말단에서 다음 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체 쪽으로만 진행된다. 따라서 자극을 준 지점은 Q이다.

**오답맞이기** > ㄴ. 역치 이상의 자극인 B와 C를 주었을 때 활동 전위의 크기는 서로 같다.

ㄷ. Q에 A를 주었을 때 P에서 활동 전위가 발생하지 않았고, Q에 B를 주었을 때 P에서 활동 전위가 발생했으므로 분비되는 신경 전달 물질의 양은 B를 주었을 때가 A를 주었을 때보다 많다.

### 12

**예설** | 역치 이상의 자극이 주어져 발생한 흥분은 한 뉴런 내의 축삭돌기를 따라 전도된다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $d_1 \sim d_5$ 에서 발생한 흥분의 전도 속도는 일정하다. 이를 바탕으로 작성한 각 지점의 막전위는 표와 같다.

지점	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$
막전위(mV)					
$t_1$ 일 때 측정된 막전위	-80	-58	+10	+20	-60
$t_2$ 일 때 측정된 막전위	-70	-70	-80	-58	+10(㉠)

따라서 ㉠은 +10이다.

ㄷ.  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도는  $t_1$ 일 때 탈분극 상태인  $d_4$ 에서  $t_2$ 일 때 분극 상태인  $d_1$ 에서보다 크다.

**오답맞이기** > ㄴ. 과분극인 -80 mV의 막전위가  $t_1$ 일 때  $d_1$ 에서 나타나고 1 ms 후인  $t_2$ 일 때  $d_3$ 에서 나타났다.  $d_1$ 과  $d_3$ 의 간격이 4 cm이므로 A에서 흥분의 전도 속도는 4 cm/ms이다.

### 13

**예설** | ㉠과 ㉡의 길이는 모두  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 짧다. 따라서 ㉠과 ㉡는 각각 ㉢과 ㉣ 중 하나이다. 짧아진 길이는 ㉠이 ㉡의 2배이므로 ㉠은 ㉣, ㉡는 ㉢, ㉢은 ㉠이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 근수축 과정에서 ㉢(㉠)의 길어진 길이는 ㉡(㉡)가 짧아진 길이와 같다. ㉡(㉢)이 0.1  $\mu\text{m}$  만큼 짧아졌으므로 ㉢(㉠)은 0.1  $\mu\text{m}$  만큼 길어진다. 따라서  $t_2$ 일 때  $\frac{\text{㉢의 길이}}{\text{㉡의 길이}} = \frac{0.7}{0.7} = 1$ 이다.

ㄴ.  $t_2$ 일 때  $\frac{\text{A대의 길이}}{\text{H대의 길이}} = \frac{1.6}{0.2} = 8$ 이고,  $t_1$ 일 때  $\frac{\text{A대의 길이}}{\text{H대의 길이}} = \frac{1.6}{0.4} = 4$ 이다. 따라서  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때의 2배이다.

ㄷ. 근수축 과정에서 H대에 해당하는 ㉣(㉠)의 길이가 짧아진 만큼 X의 길이도 짧아진다. 따라서 X의 길이도 0.2  $\mu\text{m}$  만큼 짧아진다.

### 14

**예설** | I에서  $\text{K}^+$ 이  $\text{K}^+$  통로를 통해 ㉠에서 ㉡으로 이동하므로 ㉡은 세포 밖, ㉠은 세포 안이다.

**정답맞이기** > ㄱ. X를 처리하고 역치 이상의 자극을 주었을 때 활동 전위가 발생하지 않았으므로 X는  $\text{Na}^+$  통로를 통한  $\text{Na}^+$ 의 이동(II)을 억제한다.

ㄴ.  $\text{Na}^+$ 의 농도는 항상 세포 밖(㉡)이 세포 안(㉠)보다 높다.

**오답맞이기** > ㄷ.  $\text{K}^+$  통로를 통한  $\text{K}^+$ 의 이동(I)은 막전위 변화가 큰(기울기)  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 많다.

### 15

**예설** | 막전위가 -80 mV인 경우는 재분극 과정에서 막전위가 가장 낮을 때(과분극)이다.  $d_1$ 에서 발생한 활동 전위는  $d_2 \rightarrow d_3 \rightarrow d_4$ 로 이동한다. 또한 A와 B에서 흥분의 전도 속도는 각각 2 cm/ms, 3 cm/ms이다. 이를 바탕으로  $t_1$ 일 때 각 지점에서 발생한 막전위를 정리하면 표와 같다.

신경	$t_1$ 일 때 측정된 막전위(mV)			
	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$
A	-70	-52	-58	-70
B	-70	-80	+10	-58

**정답맞이기** > ㄷ. A에서  $t_1$ 일 때  $d_2$ 에서는 재분극이 일어나고 있고,  $d_4$ 는 분극 상태이다. 따라서  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는 재분극이 일어나는  $d_2$ 에서가 크다.

**오답맞이기** > ㄱ. 자극을 준 지점은  $d_1$ 이다. B에서  $d_1$ 의 막전위가 -80 mV가 되는 데 걸리는 시간은 3 ms이고,  $t_1$ 일 때  $d_1$ 로부터 3 cm 떨어진  $d_2$ 에서 -80 mV의 막전위가 나타나므로  $t_1$ 은 자극을 주고 경과된 시간이 4 ms일 때이다.

ㄴ.  $t_1$ 일 때 A의  $d_3$ 에서는 탈분극이, B의  $d_3$ 에서는 재분극이 일어나고 있다.

### 16

**예설** | X의 수축 또는 이완 과정에서 A대의 길이는 일정하고, 액틴 필라멘트만 있는 전체 부분의 길이는 감소 또는 증가하며, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 전체 부분의 길이는 증가 또는 감소한다. 따라서 ㉠은 A대이다. 좌우 대칭인 X에서  $t_1$ 일 때 A대의 길이가 1.6  $\mu\text{m}$ 이고, H대의 길이가 0.8  $\mu\text{m}$ 이므로 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 전체 부분의 길이는 0.8  $\mu\text{m}$ 이다. 따라서 ㉡은 액틴 필라멘트만 있는 전체 부분, ㉢은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 전체 부분이다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $t_1$ 일 때 X의 길이는 A대의 길이(1.6  $\mu\text{m}$ ) + 액틴 필라멘트만 있는 전체 부분의 길이(1.2  $\mu\text{m}$ )이므로 2.8  $\mu\text{m}$ 이다.

ㄴ.  $t_2 \rightarrow t_3$ 일 때 액틴 필라멘트만 있는 전체 부분(㉡)의 길이가 증가했으므로 골격근은 이완한다.

ㄷ.  $t_2$ 일 때 X의 길이는 2.4  $\mu\text{m}$ 이고, X에서 H대의 길이는 0.4  $\mu\text{m}$ 이다. 따라서 X의 길이는 H대 길이의 6배이다.

THEME  
**10**

**신경계**

**\* 답은 골 문제로 유형 익히기 \***

본문 73쪽

**정답** ③

**예설** | A는 연수이고, B는 중뇌(중간뇌)이다. ㉠은 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런, ㉡과 ㉢은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런, ㉣은 운동 뉴런이다.

**정답맞히기** ㄱ. 사람의 뇌는 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중뇌(중간뇌), 연수 등으로 이루어져 있으며, 이 중에서 연수(A)와 중뇌(중간뇌)(B)는 뇌줄기에 속한다.

ㄴ. 심장과 연결된 교감 신경의 신경절 이전 뉴런(㉡)과 다리의 골격근과 연결된 운동 뉴런(㉣)의 신경 세포체는 척수에 있다.

**오답짜이기** ㄷ. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런(㉢)에서 분비되는 노르에피네프린의 양이 증가하면 심장 박동이 촉진된다.

**테마별 수능 필수유제**

본문 74~75쪽

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 01 ② | 02 ⑤ | 03 ① | 04 ② | 05 ⑤ |
| 06 ③ | 07 ④ | 08 ④ |      |      |

**01**

**예설** | 사람의 신경계는 몸의 내·외부로부터 정보를 받아들이고 분석하여 반응기로 명령을 내보내는 역할을 통해 근육과 분비샘의 작용을 조절하고, 체내 항상성 유지에 관여한다.

**정답맞히기** ㄴ. 심장에 연결된 교감 신경(㉢)은 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런이 연결된 구조이다.

**오답짜이기** ㄱ. 척수의 겉질은 백색질, 속질은 회색질(회백질)이다.

ㄷ. 중추 신경계의 명령을 반응기로 전달하는 신경은 운동 신경이고, 감각기에서 수용한 자극을 중추 신경계로 보내는 신경은 감각 신경(㉢)이다.

**02**

**예설** | A는 간뇌, B는 중뇌(중간뇌), C는 연수, D는 대뇌이다.

**정답맞히기** ㄱ. 간뇌(A)는 시상과 시상 하부로 구분되며, 체온, 혈당량, 삼투압 조절의 중추이다.

ㄴ. 중뇌(중간뇌)(B), 연수(C)는 모두 뇌줄기를 구성하며, 생명 유지에 중요한 역할을 한다.

ㄷ. 굴러오는 공을 보고 발로 차는 과정은 의식적인 반응으로 대뇌(D)의 판단과 명령에 따라 일어난다.

**03**

**예설** | 체성 신경은 감각기에서 수용한 자극을 중추 신경계로 보내는 감각 신경과 중추 신경계의 명령을 반응기로 보내는 운동 신경으로

구성된다.

**정답맞히기** ㄱ. ㉠은 팔의 감각기와 연결된 감각 신경이다.

**오답짜이기** ㄴ. 팔의 반응기와 연결된 운동 신경(㉢)은 전근을 이룬다. ㄷ. 감각 신경(㉠)과 운동 신경(㉢)은 길항적으로 작용하지 않는다. 길항 작용은 어떤 현상에 대하여 서로 반대로 작용하여 서로 그 효과를 조절하는 작용으로 자율 신경과 호르몬 중 일부에서 나타난다.

**04**

**예설** | 연수와 부교감 신경을 통해 연결된 A는 심장이고, 척수와 교감 신경을 통해 연결된 B는 방광이다.

**정답맞히기** ㄴ. 척수는 배뇨 반사, 무릎 반사, 회피 반사 등의 중추이다.

**오답짜이기** ㄱ. 방광은 부교감 신경을 통해 연수와 연결되어 있지 않다. 따라서 A는 심장, B는 방광이다.

ㄷ. 부교감 신경(㉢)의 신경절 이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되고, 교감 신경(㉠)의 신경절 이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.

**05**

**예설** | 연수, 중뇌(중간뇌), 척수 중 세 가지 특징을 모두 갖는 것은 연수(C), 두 가지 특징을 갖는 것은 중뇌(중간뇌)(B), 한 가지 특징을 갖는 것은 척수(A)이다.

**정답맞히기** ㄱ. 중뇌(중간뇌)(B)는 동공 반사의 중추이다.

ㄷ. 연수(C)는 중뇌(중간뇌)와 척수 사이에 위치하며, 대뇌에 연결되는 대부분의 신경이 교차되는 곳이다.

**오답짜이기** ㄴ. '뇌줄기를 구성한다.'는 연수와 중뇌(중간뇌)가 갖는 특징으로 ㉠이다.

**06**

**예설** | A는 감각기의 흥분을 척수로 전달하는 감각 신경이고, B와 C는 척수가 내린 반응 명령을 반응기로 전달하는 운동 신경이다.

**정답맞히기** ㄱ. A(감각 신경)에 여치 이상의 자극을 주면, B(운동 신경)는 B와 연결된 근육을 수축시켜 ㉠ 반응(다리를 들어 올림)이 일어나게 한다.

ㄷ. B와 C는 모두 척수에 연결된 운동 신경으로 척수의 회색질(회백질)에 신경 세포체가 있다.

**오답짜이기** ㄴ. A(감각 신경)는 후근을, B(운동 신경)는 전근을 이룬다.

**07**

**예설** | 동공의 크기 조절에 관여하는 자율 신경 중 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에, 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 중뇌(중간뇌)에 있다. A는 교감 신경이고, B는 부교감 신경이다.

**정답맞히기** ㄱ. 교감 신경(A)은 척수에서 뻗어 나와 척수 신경을 이룬다.

ㄴ. 교감 신경(A)과 부교감 신경(B)의 신경절 이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비된다.

**오답피하기** > ㄷ. 교감 신경(A)의 활동 전위 발생 빈도가 증가할 때 동공의 크기가 커진다.

## 08

**예설** | 무릎 반사의 중추인 A는 척수이고, 호흡 운동의 중추인 B는 연수이다. 심장은 척수와 부교감 신경을 통해 연결되어 있지 않다. 따라서 I은 심장이고, II는 방광이다.

**정답맞이기** > ㄱ. I은 심장이고, II는 방광이다.

ㄴ. B(연수)는 호흡 운동의 중추이면서 재채기 반사의 중추이다.

**오답피하기** > ㄷ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 A(척수)에는 존재하지만 B(연수)에는 존재하지 않는다.

체는 연수에 있고, 다리의 골격근에 연결된 C의 신경 세포체는 척수의 회색질(회백질)에 있다.

## 12

**예설** | A는 뇌신경을, D, E, H는 척수 신경을 구성한다.

**정답맞이기** > ㄴ. 반응 (가)에서 날아오는 공에 대한 자극은 감각기에서 A를 통해 B가 있는 뇌로 전달되고 뇌의 명령은 C와 D를 통해 팔을 들어 올리는 반응기로 전달된다.

ㄷ. 반응 (나)는 회피 반사의 예로 중추는 척수이다.

**오답피하기** > ㄱ. 뇌신경을 구성하는 A는 후근을 이루지 않으며, 척수 신경을 구성하는 E는 후근을 이룬다.

### 테마별 수능 심화문제

본문 76~77쪽

09 ②

10 ⑤

11 ①

12 ④

## 09

**예설** | A는 교감 신경이고, B는 부교감 신경이다. 심장 세포에서 형성되는 활동 전위 발생 빈도가 증가하면 심장 박동 수는 증가한다.

**정답맞이기** > ㄴ. 부교감 신경(B)은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

**오답피하기** > ㄱ. A를 자극했을 때 심장 세포에서 활동 전위 발생 빈도가 증가했으므로 A는 교감 신경이다. 교감 신경(A)의 신경절 이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비된다.

ㄷ. 단위 시간당 심장 박동 수는 교감 신경(A)을 자극했을 때가 부교감 신경(B)을 자극했을 때보다 크다.

## 10

**예설** | 대뇌의 겉질은 부위에 따라 기능이 분업화되어 있으며, 좌우 반구의 겉질은 신경의 교차로 인해 각각 몸의 반대쪽을 담당한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 대뇌 겉질은 신경 세포체가 모인 회색질(회백질)이다.

ㄴ. A는 말하는 데 어려움을 겪는 사람으로 대뇌 전두엽의 말하기를 담당하는 ① 영역에 이상이 있다.

ㄷ. 대뇌 좌우 반구의 겉질은 각각 몸의 반대쪽을 담당하므로 B는 우반구에 이상이 있다.

## 11

**예설** | A는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런, B는 교감 신경의 신경절 이전 뉴런, C는 운동 신경, D는 감각 신경이다. 후근을 이루는 신경은 D이며, 신경 세포체가 척수의 회색질(회백질)에 있는 신경은 B와 C이다. 체성 신경에 속하는 신경은 C와 D이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉠은 감각 신경인 D이다.

**오답피하기** > ㄴ. ㉠은 교감 신경의 신경절 이전 뉴런(B)으로 ㉠의 흥분이 촉진되면 소장에서 소화액 분비가 억제된다.

ㄷ. ㉡은 A이고, ㉢은 C이다. 따라서 소장과 연결된 A의 신경 세포

THEME  
**11**

**항상성 유지**

\* **답은 골 문제**로 유형 익히기 \*

본문 79쪽

**정답** ⑤

**해설** | ㉠은 인슐린, ㉡은 TRH이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 인슐린은 간에 작용하여 글리코젠 합성을 촉진한다.

ㄴ. TRH는 뇌하수체 전엽에 작용하여 TSH 분비를 촉진한다.

ㄷ. ADH는 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진한다.

**테마별 수능 필수유제**

본문 80~81쪽

01 ⑤    02 ①    03 ④    04 ⑤    05 ⑤  
06 ①    07 ①    08 ⑤

**01**

**해설** | A는 부신, B는 콩팥, C는 방광이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 부신에서 코르티코이드, 에피네프린 등이 분비된다.

ㄴ. 콩팥은 항이뇨 호르몬의 표적 기관이다. 항이뇨 호르몬은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

ㄷ. 방광에 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수의 속질에 있다.

**02**

**해설** | 티록신 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다.

**정답맞이기** > ㄱ. A는 시상 하부이다. 시상 하부는 간뇌에 존재한다.

**오답맞이기** > ㄴ. B는 뇌하수체 전엽이다.

ㄷ. 혈중 티록신 농도가 낮아지면 TSH 분비는 증가한다.

**03**

**해설** | ㉠은 인슐린이고, ㉡은 글루카곤이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 인슐린은 이자의  $\beta$  세포에서, 글루카곤은 이자의  $\alpha$  세포에서 분비된다.

ㄷ. 글루카곤은 간에서 글리코젠 분해를 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

**오답맞이기** > ㄱ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수의 속질에 존재하며, 척수의 속질은 회색질이다.

**04**

**해설** | ADH는 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 호르몬이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 콩팥은 ADH의 표적 기관이다.

ㄴ. 전체 혈액량이 안정 상태일 때보다 감소하면 전체 혈액량을 안정

상태로 회복시키기 위해 ADH 분비가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진된다. 따라서 ㉠은 전체 혈액량이다.

ㄷ. 혈중 ADH 농도는  $t_1$ 일 때가 안정 상태일 때보다 높으므로 단위 시간당 오줌 생성량은  $t_1$ 일 때가 안정 상태일 때보다 적다.

**05**

**해설** | A는 갑상샘, B는 부신이며, ㉠은 TSH, ㉡은 에피네프린이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 갑상샘은 TSH의 표적 기관으로, TSH는 갑상샘에 작용하여 티록신 분비를 촉진한다.

ㄴ. 교감 신경이 부신을 자극하여 에피네프린 분비를 촉진한다.

ㄷ. 에피네프린은 간에서 글리코젠 분해를 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

**06**

**해설** | X는 뇌하수체 후엽에서 분비되고 X를 투여하면 단위 시간당 오줌 생성량이 감소하므로 X는 ADH이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 시상 하부는 혈장 삼투압 조절의 중추로, 혈장 삼투압에 따라 ADH의 분비를 조절한다.

**오답맞이기** > ㄴ. 다량의 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 감소하여 ADH의 분비가 감소한다. 이에 따라 단위 시간당 오줌 생성량이 증가한다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 많으므로 혈장 삼투압은  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 낮다.

ㄷ. ADH를 혈관에 투여하면 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량이 많아져 단위 시간당 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량은  $t_3$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 많다.

**07**

**해설** | A와 B는 모두 교감 신경이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런 말단에서는 아세틸콜린이, 신경절 이후 뉴런 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

**오답맞이기** > ㄴ. 교감 신경은 척수에서 나온다.

ㄷ. 피부 근처 혈관이 수축하면 피부 근처 혈관에 흐르는 혈액의 양이 적어져 열 발산량이 감소한다.

**08**

**해설** | 이자에서 인슐린과 글루카곤이 분비되고, 부신에서 에피네프린이 분비된다. 인슐린은 혈당량을 감소시키고, 글루카곤과 에피네프린은 혈당량을 증가시킨다. 따라서 A는 인슐린, B는 글루카곤, C는 에피네프린이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 인슐린은 간에서 글리코젠 합성을 촉진하고, 글루카곤은 간에서 글리코젠 분해를 촉진하므로 인슐린과 글루카곤은 간에서 길항 작용을 한다.

ㄴ. 부신에서 에피네프린이 분비된다.

ㄷ. 혈액으로 분비된 호르몬은 순환계를 통해 표적 기관으로 운반되어 표적 기관에 작용한다.



09 ④

10 ⑤

11 ③

12 ④

## 09

**예설** | X는 ADH이며, 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

**정답맞이기** > ㄱ. ADH 분비가 증가하면 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되어 전체 혈액량이 증가한다. 혈장 삼투압이  $P_1$ 로 일정할 때, 전체 혈액량이 정상 상태일 때보다 감소하면 전체 혈액량을 정상 상태로 회복시키기 위해 ADH의 분비가 증가한다. 따라서 ㉠은 정상 상태일 때보다 전체 혈액량이 감소한 상태이다.

ㄴ. 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 감소하여 ADH의 분비가 감소한다. 이에 따라 단위 시간당 오줌 생성량이 증가한다. 구간 II는 혈장 삼투압이 물 섭취 이전으로 회복된 상태이므로 혈중 ADH의 농도는 구간 II에서가 구간 I에서보다 높다.

**오답짜이기** > ㄴ. ADH 분비가 증가하면 생성되는 오줌의 양이 감소하고, 오줌의 삼투압은 증가한다. 따라서 생성되는 오줌의 삼투압은  $P_2$ 일 때가  $P_1$ 일 때보다 높다.

## 10

**예설** | 제시된 자료에서 시상 하부의 온도를 낮추면 체온이 증가하고 시상 하부의 온도를 높이면 체온이 감소한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 시상 하부는 체온 조절 중추로서 열 발산량과 열 발생량을 조절하여 체온을 조절한다.

ㄴ. 시상 하부의 온도가 낮아지면 체온을 높이기 위해 피부 모세 혈관에 흐르는 혈액의 양을 감소시켜 열 발산량을 감소시킨다. 따라서 단위 시간당 피부 모세 혈관에 흐르는 혈액의 양은 구간 II에서가 구간 I에서보다 적다.

ㄴ. 시상 하부의 온도가 높아지면 체온을 낮추기 위해 열 발산량은 증가하고, 열 발생량은 감소한다. 따라서 단위 시간당 열 발산량은 구간 III에서가 구간 II에서보다 크다.

## 11

**예설** | 티록신 분비는 음성 피드백에 의해 조절된다. 시상 하부에 일차적으로 이상이 생겨 TRH가 과다 분비되면 결국 TSH와 티록신도 과다 분비된다. 뇌하수체 전엽에 일차적으로 이상이 생겨 TSH가 과다 분비되면 티록신도 과다 분비되고 음성 피드백에 의해 TRH 분비는 억제된다. 갑상샘에 일차적으로 이상이 생겨 티록신이 과다 분비되면 음성 피드백에 의해 TRH 분비와 TSH 분비는 억제된다. 따라서 ㉠은 티록신, ㉡은 TRH, ㉢은 TSH이고, I~III 각각에서 일차적으로 이상이 생긴 부위는 I에서는 갑상샘, II에서는 뇌하수체 전엽, III에서는 시상 하부이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉡은 TRH이며, 뇌하수체 전엽에 작용하여 TSH 분비를 촉진한다.

ㄴ. III는 시상 하부에 일차적으로 이상이 생겨 TRH가 과다 분비되어 결국 TSH와 티록신도 과다 분비되는 사람이다.

**오답짜이기** > ㄴ. I에서 일차적으로 이상이 생긴 부위는 갑상샘이며, 갑

상샘은 중추 신경계에 속하지 않는다.

## 12

**예설** | 이자의  $\beta$  세포에서 인슐린이, 이자의  $\alpha$  세포에서 글루카곤이 분비된다.

**정답맞이기** > ㄱ. X를 주사한 후 혈당량이 감소하였으므로 X는 인슐린이고, Y는 글루카곤이다. ㉠은  $\beta$  세포, ㉡은  $\alpha$  세포이다.

ㄴ. 혈당량이 감소하면 혈당량을 정상 상태로 회복시키기 위해 글루카곤 분비가 증가하여 혈당량을 증가시키는 작용이 촉진된다. 따라서 혈중 글루카곤 농도는  $t_3$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 높다.

**오답짜이기** > ㄴ. 인슐린은 간에서 글리코젠 합성을 촉진하여 혈당량을 감소시킨다. 따라서 간에서 단위 시간당 글리코젠 합성량은  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 많다.

THEME  
12

방어 작용

\* 답은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 85쪽

정답 ⑤

예설 | 항체는 혈청에 들어 있고, 기억 세포는 혈구에 속한다.

정답맞이기 > 나, 다. Ⅲ은 B에 대한 기억 세포(㉞)를 주사 맞았다. 따라서 구간 I에서 B(X)에 대한 2차 면역 반응에 의한 특이적 면역 작용이 일어났다. 또한 B(X)에 대한 기억 세포가 형질 세포와 기억 세포로 분화되고, 이 형질 세포가 B(X)에 대한 항체를 분비한다.

오답짜이기 > 가. Ⅲ에게 ㉠(혈청)과 ㉡(기억 세포)를 주사했을 때 Y에 대한 항체 농도는 0보다 높고, X에 대한 항체 농도는 0이다. 따라서 Y는 A이고, X는 B이다.

테마별 수능 필수유제

본문 86~87쪽

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 01 ⑤ | 02 ① | 03 ② | 04 ③ | 05 ⑤ |
| 06 ① | 07 ③ | 08 ⑤ |      |      |

01

예설 | A는 바이러스에 의한 질병으로 독감이고, B는 세균에 의한 질병으로 결핵이다.

정답맞이기 > 가. 세균인 (나)는 효소를 가지고 있어 스스로 물질대사를 할 수 있다.

나. 바이러스(가)와 세균(나)은 모두 유전 물질인 핵산을 가진다.

다. 독감(A)과 결핵(B)은 모두 병원체의 감염에 의해 발병하는 감염성 질병이다.

02

예설 | 탄저병은 세균에 의한 감염성 질병이고, 혈우병은 유전 현상에 의한 비감염성 질병이다.

정답맞이기 > 가. X는 세균이다. 세균은 스스로 단백질 합성 등과 같은 물질대사를 할 수 있다.

오답짜이기 > 나. 유전 현상에 의한 질병은 백신을 통해 예방할 수 없다.

다. 병원체 감염에 의한 탄저병은 전염성을 나타내지만, 비감염성 질병인 혈우병은 전염성을 나타내지 않는다.

03

예설 | 염증 반응은 1차 방어 작용이고, 세포성 면역 반응과 체액성 면역 반응은 2차 방어 작용이다. 세 가지 특징을 모두 갖는 B는 체액성 면역 반응, 두 가지 특징을 갖는 A는 세포성 면역 반응, 한 가지 특징을 갖는 C는 염증 반응이다.

정답맞이기 > 나. B는 체액성 면역 반응으로 항체를 생성하는 형질 세포가 관여한다.

오답짜이기 > 가. '백혈구가 관여한다.'는 세 가지 방어 작용이 모두 갖는 특징이므로 ㉠이다.

다. 염증 반응(C)은 비특이적 면역에 속하고, 세포성 면역 반응(A)과 체액성 면역 반응(B)은 특이적 면역에 속한다.

04

예설 | 바이러스는 비세포 구조이며, 살아 있는 숙주 세포 내에서 증식한다.

정답맞이기 > 다. ㉠에 의해 A에서 우두 증상이 나타났으며, 이후 천연두 고름을 접촉하였을 때 천연두 증상이 나타나지 않았다. 이를 통해 우두 바이러스와 천연두 바이러스가 가진 항원 중에는 공통적인 것이 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 천연두 고름을 접촉하였을 때 A에서 천연두 바이러스에 대한 2차 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다.

오답짜이기 > 가. 바이러스는 독립적으로 물질대사를 할 수 없다.

나. ㉠은 염증 반응 후 생성된 고름으로 우두 바이러스가 들어 있다. 우두 바이러스는 천연두 환자의 치료에 이용되지 않으며, 천연두 환자의 치료에는 항바이러스제와 천연두 바이러스에 대한 항체가 이용된다. ㉠은 천연두 예방에 이용될 수 있다.

05

예설 | 1차 방어 작용은 비특이적 면역이고, 2차 방어 작용은 특정 항원을 인식하여 제거하는 특이적 면역이다.

정답맞이기 > 가. X에 항체가 결합하여 작용하는 것을 항원 항체 반응이라고 한다. 따라서 구간 II에서 항원 항체 반응에 의한 특이적 면역 반응이 일어난다.

나, 다. (나)는 대식 세포와 같은 백혈구가 체내로 침투한 X를 식균 작용을 통해 제거하는 방어 작용이다. 이는 1차 방어 작용으로 X에 감염되었을 때 신속하게 일어난다.

06

예설 | 항원 X에 감염된 세포를 용해하는 세포성 면역 반응을 담당하는 ㉠은 T 림프구이고, 기억 세포와 형질 세포로 분화되는 ㉡은 B 림프구이다.

정답맞이기 > 가. B 림프구(㉡)는 골수에서 생성되어 골수에서 성숙한다.

오답짜이기 > 나. 세포 독성 T 림프구에 의한 세포성 면역 반응인 과정(가)는 특이적 면역이다.

다. X가 체내로 2차 침입하면 기억 세포가 기억 세포와 형질 세포로 분화되는 2차 면역 반응이 일어난다.

07

예설 | X를 주사했을 때 생성되는 ㉠은 X에 대한 항체이고, Y를 주사했을 때 생성되는 ㉡은 Y에 대한 항체이다.

정답맞이기 > 가. 특정 항체는 특정 항원에 결합하여 작용하는데, 이를 항원 항체 반응의 특이성이라고 한다. ㉠은 X에 대한 항체로 X와 특

이적으로 결합한다.

ㄴ. X를 2차 주사했을 때 혈중 항체의 농도가 처음 주사했을 때 혈중 항체 농도보다 높다. 따라서 구간 I에는 X에 대한 기억 세포가 있다.

**오답피하기** > ㄷ. Y를 처음 생쥐의 체내에 주사했으므로 구간 II에서 Y에 대한 면역 반응은 1차 면역 반응이다.

### 08

**예설** | 혈액형이 A형(또는 B형)과 O형인 부모 사이에서 AB형이 자녀는 태어날 수 없으며, A형(또는 B형)과 AB형인 부모 사이에서 O형인 자녀가 태어날 수 없다. 따라서 (나)와 (다)는 부모이고, (가)는 자녀이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 주어진 자료를 바탕으로 (가)~(다)의 혈액형을 정리하면, (가)는 A형 또는 B형, (나)는 O형, (다)는 AB형이다.

ㄷ. O형인 (나)는 ABO식 혈액형에 대한 응집원이 없으므로 A형(또는 B형)과 AB형에게 모두 수혈이 가능하다.

**오답피하기** > ㄱ. (나)의 적혈구에는 ABO식 혈액형에 대한 응집원이 없고, (다)의 혈청에는 ABO식 혈액형에 대한 응집소가 없다. 따라서 ㉠은 ‘-’이다.

학생은 B형인 학생과 AB형인 학생이므로 AB형인 학생은 9명이다.

ㄴ. B형인 철수에게 수혈이 가능한 학생은 B형인 학생(17명)과 O형인 학생(9명)이다.

ㄷ. 항 A 혈청에는 응집소  $\alpha$ 가 들어 있다. 따라서 항 A 혈청에 응집하는 혈액은 응집원 A를 갖는 A형(15명)과 AB형(9명)이다.

### 11

**예설** | 결핵과 홍역은 감염성 질병이고, 고혈압, 터너 증후군, 낫 모양 적혈구 빈혈증은 비감염성 질병이다.

**정답맞이기** > ㄷ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 환자의 유전자 돌연변이에 의한 질병으로 유전자에 의해 다음 세대로 전달될 수 있다.

**오답피하기** > ㄱ. 홍역을 일으키는 병원체는 바이러스로 세포 호흡을 하지 않으며, 결핵을 일으키는 병원체는 세균으로 세포 호흡을 한다. 따라서 A는 결핵이다.

ㄴ. B(터너 증후군)는 환자의 염색체 수 이상에 의한 질병으로 비감염성 질병이며, 다른 사람에게 전염되지 않는다.

### 12

**예설** | T 림프구는 골수에서 생성되어 가슴샘(흉선)에서 성숙된다. 항원에 대한 정보를 인식한 보조 T 림프구는 B 림프구를 기억 세포와 형질 세포로 분화하도록 활성화시키는 역할을 한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 실험 결과 IV는 죽고 V는 살았다. 이를 통해 가슴샘(흉선)을 제거한 생쥐는 II라는 사실을 알 수 있다.

ㄴ, ㄷ. III과 V에서 X에 대한 혈중 항체 농도와 생성 속도의 비교를 통해 4일 때 항체를 생성하는 형질 세포의 수는 V에서가 III에서보다 많고, V에서 2차 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다. 따라서 ㉠에는 X에 대한 2차 면역 반응에 관여하는 기억 세포가 있다.

### 13

**예설** | ㉠은 형질 세포, ㉡은 대식 세포, ㉢은 보조 T 림프구, ㉣은 기억 세포이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 보조 T 림프구(㉢)는 골수에서 생성되어 가슴샘(흉선)에서 성숙된다.

ㄴ. X가 1차 침입하면 대식 세포(㉡)는 식균 작용을 통해 X를 세포 내에서 소화시키고, X에 대한 정보를 보조 T 림프구(㉢)에게 제시한다.

**오답피하기** > ㄷ. X가 2차 침입하면 기억 세포(㉣)가 형질 세포와 기억 세포로 분화된다.

### 14

**예설** | A는 결핵을 일으키는 병원체(세균)이고, B는 독감을 일으키는 병원체(바이러스)이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 독감을 일으키는 병원체(B)는 영양 물질로만 이루어진 배지에서는 증식할 수 없고, 살아 있는 숙주 세포 내에서 증식할 수 있다.

ㄷ. 결핵을 일으키는 병원체(A)는 I에서는 증식하지만 ㉠을 넣은 III

#### 테마별 수능 심화문제

본문 88~91쪽

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 09 ① | 10 ⑤ | 11 ③ | 12 ⑤ | 13 ③ |
| 14 ④ | 15 ③ | 16 ② |      |      |

### 09

**예설** | 생쥐의 생존 여부를 통해 죽은 X를 주사한 A에서 X에 대한 항체가 생성되었고, 생리 식염수를 주사한 B에서 X에 대한 항체가 생성되지 않았음을 알 수 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. 실험 결과 생리 식염수와 살아 있는 X를 함께 주사 맞은 C가 죽었다. 따라서 X에 대한 항체가 없는 ㉠과 살아 있는 X를 함께 주사한 E도 죽는다.

**오답피하기** > ㄴ. ㉠에는 X에 대한 항체가 들어 있다. 이 항체는 X에 특이적으로 반응하여 X를 제거하는 데 이용되지만 X를 예방하기 위한 백신으로 작용하지는 않는다.

ㄷ. A에는 죽은 X와 살아 있는 X를 2회에 걸쳐 주사했으므로 2차 면역 반응이 일어났지만 D에는 살아 있는 X를 처음 주사했으므로 1차 면역 반응이 일어났다.

### 10

**예설** | 철수 혈액과 항 B 혈청 사이의 응집 반응 결과를 통해 응집소 ㉠은 응집소  $\alpha$ , 응집소 ㉡은 응집소  $\beta$ , 응집원 ㉢은 응집원 B, 철수는 B형임을 알 수 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. 응집소 ㉠(응집소  $\alpha$ )을 가진 학생은 B형인 학생과 O형인 학생이므로 O형인 학생은 9명이다. 응집원 ㉢(응집원 B)을 가진

에서는 증식하지 못한다. 이를 통해 ㉠은 결핵의 치료에 이용될 수 있음을 알 수 있다.

**오답피하기** > 나. 독감을 일으키는 병원체(B)는 바이러스로 비세포 구조이다.

## 15

**예설** | 3은 B형이고, 7은 AB형이므로 4는 A형 또는 AB형이다. 4의 혈청과 6의 적혈구 사이에서 응집 반응이 일어났고, 4의 적혈구와 2의 혈청 사이에서 응집 반응이 일어났다. 이를 통해 4는 ABO식 혈액형에 대한 응집소와 응집원을 함께 갖는 것을 알 수 있다. 따라서 4는 A형이다.

**정답맞이기** > 가. 2의 혈청과 4의 적혈구(응집원 A) 사이에서 응집 반응이 일어났고, 2의 적혈구와 5의 혈청 사이에 응집 반응이 일어났다. 이를 통해 2는 응집소 a와 ABO식 혈액형에 대한 응집원을 함께 갖는 것을 알 수 있다. 따라서 2는 B형이다.

나. 1과 4는 A형, 2와 3은 B형, 5는 O형, 6과 7은 AB형이다. 따라서 1, 4, 5는 모두 응집소 β를 가진다.

**오답피하기** > 다. 6은 AB형이다. AB형에게 수혈이 가능한 혈액형은 A형, B형, O형, AB형이므로 6은 6명으로부터 수혈받을 수 있다.

## 16

**예설** | I은 정상 생쥐, II는 T 림프구가 결핍된 생쥐, III은 대식 세포가 결핍된 생쥐이다.

**정답맞이기** > 나. I과 II에서 모두 대식 세포에 의한 식균 작용이 일어난다. 대식 세포에 의한 식균 작용은 1차 방어 작용이다.

**오답피하기** > 가. III에서 X의 수가 가장 빠르게 증가한다. 대식 세포가 결핍되면 1차 방어 작용 및 2차 방어 작용 전체가 활성화되지 못한다. 따라서 III은 대식 세포가 결핍된 생쥐이다.

다. II는 T 림프구가 결핍된 생쥐로 B 림프구의 분화를 촉진하는 2차 방어 작용이 활성화되지 못한다. 따라서 2차 방어 작용에서 생성되는 항체의 혈중 농도는 I에서가 II에서보다 높다.

THEME

# 13

## 생물과 환경의 상호 관계

\* 낮은 끝 문제로 유형 익히기 \*

본문 93쪽

**정답** ①

**정답맞이기** > 가. 개체군은 한 지역에서 같이 생활하는 동일한 종으로 이루어진 집단이다. ㉠과 ㉡는 서로 다른 개체군에 속하는 개체이므로 서로 다른 종이다.

**오답피하기** > 나. 꿀벌이 일을 분담하며 협력하는 것은 생물적 요소 간에 서로 영향을 주고받는 상호 작용에 해당한다. 또한, 동일한 종 사이의 상호 작용이므로 ㉠에 해당한다.

다. 스라소니의 수가 증가하니 눈신토끼의 수가 감소하는 것은 서로 다른 개체군 간에 서로 영향을 주고받는 상호 작용인 ㉡에 해당한다.

테마별 수능 필수유제

본문 94~95쪽

01 ⑤    02 ①    03 ①    04 ③    05 ③  
06 ⑤    07 ③    08 ⑤

## 01

**예설** | A는 분해자, B는 생산자, C는 소비자이다. ㉠은 비생물적 요소가 생물적 요소에 영향을 주는 작용이고, ㉡은 생물적 요소가 비생물적 요소에 영향을 주는 반작용이다.

**정답맞이기** > 가. A는 주로 생물의 사체나 배설물을 분해해서 유기물을 얻는 분해자로 버섯은 분해자에 속한다.

나. B는 생산자이고 C는 소비자이므로 이들 사이에 일어나는 피식과 포식 관계는 B와 C 사이에서 일어나는 상호 작용에 해당한다.

다. ㉠은 비생물적 요소가 생물적 요소에 영향을 주는 작용이므로 비생물적 요소인 빛의 세기에 따라 생물적 요소인 B에서 합성되는 유기물의 양이 달라지는 사례는 ㉠에 해당한다.

## 02

**예설** | ㉠은 동일한 생물 종 사이의 상호 작용이고, ㉡은 생물적 요소가 비생물적 요소에 영향을 주는 반작용이고, ㉢은 비생물적 요소가 생물적 요소에 영향을 주는 작용이다.

**정답맞이기** > 가. A는 생물적 요소인 숲이 비생물적 요소인 하천의 수량에 영향을 주는 것이므로 ㉡에 해당한다.

**오답피하기** > 나. B는 비생물적 요소인 일조량이 생물적 요소인 식물에 영향을 주는 작용이다.

다. ㉠은 서로 다른 종 사이의 상호 작용에 해당하지만 ㉠은 개체군(가)에 속한 동일한 종 사이의 상호 작용이므로 ㉠은 ㉡에 해당하지 않는다.



### 03

예설 | A는 양지, B는 음지이다.

정답맞이기 > 가. A에서 자란 묘목은 B에서 자란 묘목보다 잎의 면적 대비 중량이 높은 것으로 보아 활발한 광합성을 통해 유기물을 많이 합성한 양지에서 자란 묘목이다.

오답피하기 > 나. 이 실험에서 잎의 면적과 중량을 다르게 하는 요인은 실험자가 임의로 변화시킨 양지와 음지, 즉 빛의 조건이다.

다. 잎의 평균 두께는 잎의 중량에서 잎의 면적을 나눈 값으로 유추할 수 있다. 양지인 A에서보다 음지인 B에서 자란 묘목에서 잎의 평균 두께는 얇다.

### 04

예설 | ㉠은 비생물적 요소가 생물적 요소에 영향을 주는 작용이고, ㉡은 생물적 요소가 비생물적 요소에 영향을 주는 반작용이다. ㉢은 서로 다른 생물 종 사이의 상호 작용이고, ㉣은 동일한 생물 종 사이의 상호 작용이다.

정답맞이기 > 가. 개체군은 동일한 생물 종의 집단이므로 개체군 A를 구성하는 생물들은 동일한 종으로 구성되어 있다.

나. 생물적 요소인 지의류에 의해 비생물적인 요소인 바위의 토양화가 촉진되는 것은 ㉢에 해당한다.

오답피하기 > 다. 뿌리혹박테리아와 콩과식물은 서로 다른 종이므로 뿌리혹박테리아가 공기 중의 질소를 고정시켜 콩과식물에 공급하는 것은 ㉢에 해당한다.

### 05

예설 | ㉠과 ㉡은 생산자이다.

정답맞이기 > 가. 식물성 플랑크톤과 수생 식물은 모두 빛에너지를 이용해 유기물을 합성하는 생산자이다.

다. 생물적 요소인 식물성 플랑크톤의 영향으로 비생물적 요소인 환경에 문제가 생기는 것은 생물적 요소가 비생물적 요소에 영향을 주는 반작용에 해당한다.

오답피하기 > 나. 녹조에 의한 물고기의 죽음은 물속에 녹아 있는 산소량이 줄어들어 산소 부족으로 죽는 것이다. 빛의 세기는 수생 식물의 광합성에 영향을 줄 수는 있지만 물고기 죽음의 직접적인 원인은 아니다.

### 06

예설 | A는 녹조류, B는 갈조류, C는 홍조류이다. ㉠은 생물적 요소가 비생물적 요소에 영향을 주는 반작용이고, ㉡은 비생물적 요소가 생물적 요소에 영향을 주는 작용이다.

정답맞이기 > 가. A~C는 모두 해조류로 빛을 이용해서 광합성을 하는 생산자이다.

나. (가)는 비생물적 요소인 빛의 파장이 생물적 요소인 해조류에 영향을 주는 작용이다. 따라서 ㉡의 예에 해당한다.

다. 해조류의 서식 깊이는 빛의 파장에 따른 투과 깊이와 상관성이 있다. C는 가장 수심이 깊은 곳까지 투과하는 청색광을 이용하는 홍조류이다.

### 07

예설 | (가)는 추운 지역에 사는 토끼이고, (나)는 따뜻한 지역에 사는 토끼이다.

정답맞이기 > 다. 추운 지역에 사는 토끼가 더운 지역에 사는 토끼에 비해 몸집이 크고 말단부가 작아지는 이유는 열 손실을 줄이기 위해서이다. 몸의 표면적과 부피 차이를 나타내게 하는 환경 요인은 온도이다.

오답피하기 > 가. 추운 지역에 살수록 몸집이 크다. 부피에 비해 표면적이 작은 (가)는 (나)보다 추운 지역에 서식한다.

나. 몸의 부피에 비해 표면적이 큰 토끼는 (나)이다.

따라서  $\frac{\text{몸의 표면적}}{\text{몸의 부피}}$ 은 (가)가 (나)보다 작다.

### 08

예설 | A는 생산자, B와 C는 소비자이다.

정답맞이기 > 가. 생산자인 A에서 소비자인 B로 유기물이 이동한다.

나. B와 C는 다른 생물을 먹이로 섭취해 유기물을 얻는 소비자이다.

다. 버섯은 생물의 사체에서 유기물을 얻는 분해자이다.

#### 테마별 수능 심화문제

본문 96~97쪽

09 ⑤

10 ③

11 ④

12 ⑤

### 09

예설 | A는 양지 식물, B는 음지 식물이다. ㉠은 음엽, ㉡은 양엽이다.

정답맞이기 > 가. ㉠은 ㉡보다 잎의 평균 두께와 울타리 조직의 평균 두께가 얇으므로 음엽이다.

나. 동일한 식물 중 C에서 제시된 양엽과 음엽에서의 차이를 나타내게 하는 환경 요인은 빛의 세기이다.

다. 총광합성량에서 호흡량을 뺀 값은 순광합성량이다. 빛의 세기가  $20 \times 10^3 \text{ lx}$ 일 때 총광합성량에서 호흡량을 뺀 값은 양지 식물인 A가 음지 식물인 B보다 크다.

### 10

예설 | 식물 A에서 ㉢은 울타리 조직이고, ㉣은 해면 조직이다.

정답맞이기 > 가. 양엽과 음엽에서 해면 조직의 두께는 큰 차이가 없고 울타리 조직은 양엽이 음엽보다 두껍다. 따라서  $\frac{\text{㉢의 두께}}{\text{㉣의 두께}}$ 는 양엽보다 음엽이 크다.

다. (가)는 온도가 A에 미친 영향이고, (나)는 빛의 세기가 A에 미친 영향이다.

오답피하기 > 나. A에서 광합성이 가장 활발한 온도는 25~30 °C이다.

# 11

예설 | A는 식물 ㉠, B는 눈신토끼, C는 스라소니이다.

정답맞이기 > ㄱ. A는 A~C 중에서 상대적 생물량이 가장 많은 것으로 보아 생산자에 해당한다.

ㄴ. 눈신토끼와 스라소니는 모두 다른 생물을 먹이로 섭취해 유기물을 얻는 소비자이다.

오답피하기 > ㄷ. 스라소니가 눈신토끼를 잡아먹는 것은 생물과 생물 사이에서 일어나는 상호 작용이지만 A가 식물 ㉠이고, B가 눈신토끼이므로 ㉠에 해당하지 않는다.

# 12

예설 | A는 장일 식물, B는 단일 식물이다.

정답맞이기 > ㄴ. ㉠은 장일 식물에서 지속적인 암기가 한계 암기보다 짧으므로 '개화함'이고, ㉡은 단일 식물에서 지속적인 암기가 한계 암기보다 짧으므로 '개화 안 함'이다.

ㄷ. 단일 식물과 장일 식물의 개화 여부는 일조 시간에 영향을 받는데, 지속적인 암기의 길이가 결정적인 영향을 미친다.

오답피하기 > ㄱ. A는 지속적인 암기가 한계 암기보다 짧을 때 개화하므로 장일 식물이다.

## THEME 14 개체군과 군집

\* 낮은 골 문제로 유형 익히기 \* 본문 99쪽

정답 ③

정답맞이기 > ㄷ. 피식량은 순생산량의 일부이므로 피식량보다 순생산량이 크다.

오답피하기 > ㄱ. ㉠은 혼합림 이후 시기에 감소하므로 양수림인 A의 우점종이다.

ㄴ. ㉠과 ㉡의 개체수가 같을 때 극상을 이루는 것이 아니라 ㉡이 속하는 음수림이 번성하여 안정된 군집을 형성해 극상을 이룬다.

테마별 수능 필수유제 본문 100~101쪽

01 ③	02 ③	03 ②	04 ⑤	05 ④
06 ③	07 ②	08 ②		

# 01

예설 | A는 이론적 성장 곡선이고, B는 실제 성장 곡선이다.

정답맞이기 > ㄷ. B에서 이 개체군의 밀도는 구간 I보다 구간 II에서 크다.

오답피하기 > ㄱ. B는 어느 정도 시간이 지나면 개체수가 더 이상 증가하지 않고 일정한 수준을 유지하여 S자형의 성장 곡선을 나타내는 실제 성장 곡선이고, A는 이론적 성장 곡선이다.

ㄴ. B는 개체군의 밀도가 증가함에 따라 여러 환경 저항에 의해 개체군의 생장이 방해 받기 때문에 구간 I에서도 환경 저항이 작용한다.

# 02

예설 | A의 사망률은 ㉡, B의 사망률은 ㉢, C의 사망률은 ㉠이다.

정답맞이기 > ㄱ. 어린 개체의 사망률이 낮고, 대부분의 개체가 생리적 수명에 근접할 때까지 살아남는 A의 사망률 그래프는 ㉡이다.

ㄷ. 초기 출생 개체수에 비해 성체로 성장하는 개체의 비율은 많은 수의 자손을 낳지만 어린 개체의 사망률이 높아 성체의 수가 적은 C가 A보다 작다.

오답피하기 > ㄴ. 사람의 경우 적은 수의 자손을 낳지만 어린 때 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮기 때문에 사망률 ㉡에 해당한다.

# 03

예설 | 밀도는  $\frac{\text{특정 종의 개체수}}{\text{전체 방형구의 면적}}$ 이다.

정답맞이기 > ㄴ. 상대 밀도는 어떤 지역에서 조사한 모든 종의 개체수에 대한 특정 종의 개체수를 백분율로 나타낸 것이므로 밀도가 같더라도 전체 개체수가 다르므로 A의 상대 밀도는 20년 전과 현재에서 다르다.

**[오답피하기]** > ㄱ. 생물 다양성은 생명체들의 다양한 정도이므로 개체수가 달라졌기 때문에 생물 다양성은 다르다.

ㄷ. 우점종은 중요도(상대 밀도+상대 빈도+상대 피도)가 가장 높아 군집을 대표하는 종으로 20년 전의 우점종은 E이고, 현재에서 우점종은 D이다.

### 04

**예설** | A와 B는 생태적 지위가 비슷한 개체군들 사이에서 한정된 먹이와 생활 공간을 차지하기 위해 일어나는 경쟁 관계이다.

**[정답맞이기]** > ㄱ. (가)에서 A의 생장 곡선은 실제 생장 곡선이므로 S자형을 나타낸다.

ㄴ. (나)에서 경쟁을 통해 한쪽 개체군만 살아남고, 다른 개체군은 사라지므로 A와 B 사이에 경쟁 배타 원리가 적용된다.

ㄷ. 환경 저항은 모든 구간에서 일어나므로 구간 I에서 A와 B 모두에 환경 저항이 작용한다.

### 05

**예설** | ㉠은 피식과 포식, ㉡은 상리 공생, ㉢은 경쟁이다.

**[정답맞이기]** > ㄴ. 개체군은 동일한 종의 집단을 의미하므로 개체군 A는 동일한 종으로 구성된다.

ㄷ. B를 구성하는 종과 C를 구성하는 종 사이의 상호 작용은 모두 손해이므로 두 종 사이에 경쟁이 일어났다.

**[오답피하기]** > ㄱ. ㉠은 한쪽은 이익이고 다른 한쪽은 손해이므로 피식과 포식 관계이다. 상리 공생은 ㉡이다.

### 06

**예설** | A는 초원, B는 양수림, C는 음수림이다.

**[정답맞이기]** > ㄱ. 토양에 여러 가지 양분이 축적되고 수분 함량이 증가하면서 관목이 자라고, 이어서 양수가 자라 숲을 이루므로 초원에서 양수림으로 천이가 진행되는 과정에서 토양 속 유기 양분 함량은 증가한다.

ㄴ. 양수보다 음수에서 식물의 평균 잎 면적이 증가하므로 양수림인 B에서 음수림인 C로 천이가 진행될 때 군집에서 식물의 평균 잎 면적은 증가한다.

**[오답피하기]** > ㄷ. 산불이 일어난 후 진행되는 2차 천이는 토양에 유기물과 수분이 충분하므로 초원으로부터 천이가 시작된다.

### 07

**예설** | 다람쥐들이 고도에 따라 서식 공간을 달리하는 것은 분서이다.

**[정답맞이기]** > ㄴ. 분서는 생태적 지위가 비슷한 개체군이 함께 생활할 때 경쟁을 피하기 위해 먹이, 생활 공간 등을 달리하는 것을 말하므로 활동 공간의 차이는 과도한 경쟁을 줄이기 위한 것이다.

**[오답피하기]** > ㄱ. 개체군은 동일한 종의 집단이고, A와 B는 서로 다른 종이므로 다른 개체군에 해당한다.

ㄷ. 4종의 다람쥐의 관계는 분서이고 콩과식물과 뿌리혹박테리아의 관계는 상리 공생이다.

### 08

**예설** | 피식과 포식 관계에서 A는 피식자이고, B는 포식자이다.

**[정답맞이기]** > ㄴ. A와 B는 모두 동물이므로 소비자에 해당한다.

**[오답피하기]** > ㄱ. A의 개체수가 B의 개체수보다 많고, A가 먼저 증가한 후 B가 증가하므로 A는 B의 피식자이다.

ㄷ. 에너지의 이동은 피식자에서 포식자로 이동하므로 먹이 사슬을 통한 에너지의 이동은 A에서 B로 일어난다.

#### 테마별 수능 심화문제

본문 102~103쪽

09 ③

10 ②

11 ④

12 ③

### 09

**예설** | A와 B 사이의 상호 작용은 경쟁이다.

**[정답맞이기]** > ㄷ. (가)와 (나)에서 수심에 따라 생물량이 존재하는 구간을 비교해보면 B가 서식하는 수심의 범위는 (가)에서 (나)에서보다 넓다.

**[오답피하기]** > ㄱ. 환경 저항은 전 구간에서 일어나므로 구간 I에서 B는 환경 저항을 받는다.

ㄴ. 경쟁 배타 원리는 경쟁에 의해 한쪽 개체군이 사라지는 것인데 구간 II에서는 A와 B 사이에 경쟁이 일어나지 않는 구간이므로 경쟁 배타 원리가 적용되지 않는다.

### 10

**예설** | A는 포식자이고, B는 피식자이다. ㉠은 II, ㉡은 I, ㉢은 III, ㉣은 IV에 해당한다.

**[정답맞이기]** > ㄴ. A는 포식자이고, B는 피식자이므로 피식자가 감소하고 포식자가 증가하는 구간 I은 ㉡에 해당한다.

**[오답피하기]** > ㄱ. (나)에서 피식자(B)가 증가하고 난 후 포식자(A)가 증가하므로 A는 포식자이다.

ㄷ. A와 B 사이에서 상호 작용은 피식과 포식 관계이다. 따라서 경쟁 관계에서 나타나는 경쟁 배타 원리가 적용되지 않는다.

### 11

**예설** | (가)의 개체수는 25이고, (나)의 개체수는 30이다.

**[정답맞이기]** > ㄴ. 밀도는 방형구 내 특정 종의 개체수를 방형구 전체의 면적에 대해 나눈 값이다. (나)에서 B의 개체수는 10, C의 개체수는 10이므로 (나)에서 B와 C의 밀도는 같다.

ㄷ. 종 다양성은 전체 개체수에서 각 종이 차지하는 비율이 균등할수록 높아지므로 (나)가 (가)보다 높다.

**[오답피하기]** > ㄱ. (가)에서 A의 상대 밀도는  $\frac{\text{특정한 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100$ 이므로  $\frac{5}{25} \times 100 = 20\%$ 이다.

## 12

**예설** | 식물 중 A의 밀도가 증가할수록 식물 평균 무게, 잎의 평균 면적, 순광합성량은 감소한다.

**정답맞히기** > 다. 밀도가 5일 때는  $\frac{\text{잎의 평균 면적}}{\text{식물의 평균 무게}}$ 은 30이고, 10일 때는  $\frac{\text{잎의 평균 면적}}{\text{식물의 평균 무게}}$ 은 37.5이다. 따라서  $\frac{\text{잎의 평균 면적}}{\text{식물의 평균 무게}}$ 은 밀도가 5일 때보다 10일 때 크다.

**오답짜이기** > 가. 밀도가 높을수록 식물 성장과 비례하는 순광합성량이 감소하므로 밀도가 증가할수록 생장이 잘 일어나지 않는다.

나. 식물 중 A 내에서 일어나는 상호 작용으로 경쟁을 통해 한 종이 사라지는 것은 아니므로 개체들 사이에서 경쟁 배타가 일어나지 않는다.

## THEME

# 15

## 물질의 순환과 에너지 흐름/생물의 다양성

### \* 낮은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 106쪽

#### 정답 ③

**정답맞히기** > 다. 구간 I에서와 구간 II에서 종 수는 서로 같지만 전체 개체수에서 각 종이 차지하는 비율은 구간 I에서가 구간 II에서보다 균등하다. 균등한 정도는 전체 개체수의 합에서 각 종의 개체수를 나눈 것을 서로 비교하여 알 수 있다.

**오답짜이기** > 가. 구간 I에서의 우점종은 A이고, 구간 II에서 우점종은 C이다.

나. 종 다양성은 생물 종의 다양한 정도를 의미하며, 생물 종 수와 분포 비율이 모두 포함되므로 구간 I과 구간 II에서 다르다.

### 테마별 수능 필수유제

본문 107~109쪽

01 ②	02 ③	03 ⑤	04 ⑤	05 ②
06 ④	07 ③	08 ③	09 ③	10 ④
11 ①	12 ①			

## 01

**예설** | ㉠은 호흡량, ㉡은 피식량, ㉢은 순생산량이다.

**정답맞히기** > 나. ㉡은 식물 군집의 피식량으로 초식 동물인 1차 소비자의 섭식량과 같다.

**오답짜이기** > 가. 총생산량에서 호흡량을 뺀 것이 순생산량이므로 ㉠은 호흡량이다.

다. ㉢은 순생산량으로 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량은 총생산량이다.

## 02

**예설** | A는 총생산량이고, B는 호흡량이다.

**정답맞히기** > 가. 총생산량은 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량으로 순생산량과 호흡량을 더한 것이 총생산량이다. 따라서 A는 총생산량이다.

다. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이므로 구간 II에서보다 구간 I에서 많다.

**오답짜이기** > 나. 극상은 안정된 생물 군집으로 생산량과 소비량이 균형을 이루는 구간이므로 음수림이 출현하기 전인 구간 II에서 이 식물 군집은 극상을 이루지 않는다.

## 03

**예설** | A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다.



**정답맞이기** > 나. D는 생산자이므로 생산자를 먹고 사는 C는 1차 소비자이다.

다. D는 생산자로 광합성을 통해 스스로 양분을 합성하는 독립 영양 생물이다.

**오답맞이기** > 가. 에너지 효율은 전 영양 단계의 에너지양에 대한 현 영양 단계의 에너지양을 백분율로 나타낸 것이므로 A가 20%이고, B는 15%이다.

## 04

**예설** | 광합성을 통해 스스로 양분을 합성할 수 있는 생산자는 피식자이다.

**정답맞이기** > 가. 4에서 3으로 에너지가 이동하기 때문에 3은 4의 포식자이다.

나. 5는 다른 먹이는 이용하지 않고 오로지 4만을 먹이로 이용하기 때문에 피식자인 4가 사라지면 포식자인 5도 사라진다.

다. 생산자는 1과 4로 2종이고, 최종 소비자는 3과 6으로 2종이다. 따라서 생산자의 종 수와 최종 소비자의 종 수는 같다.

## 05

**예설** | 자료는 서식지를 나누었을 때 생태 통로에 의한 종 다양성 보호에 대한 자료이다.

**정답맞이기** > 나. 산에 만들어진 도로에 생태 통로를 만들면 로드킬 등을 방지하여 종 다양성 보호에 도움이 된다.

**오답맞이기** > 가. 생물 다양성이 풍부한 습지를 매립하여 농지로 개간하면 생물 다양성이 감소한다.

다. 생물 다양성이 풍부하여 생태적으로 가치가 있는 숲을 국립공원으로 지정하는 것은 생물 다양성 보전을 위해 도움이 된다.

## 06

**예설** | A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 분해자이다. ㉠은 에너지이고, ㉡은 물질이다.

**정답맞이기** > 가. 생태계 내에서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르므로 ㉠은 에너지이다.

다. C는 분해자이다. 버섯은 분해자이므로 C에 해당한다.

**오답맞이기** > 나. A는 생산자이고 B는 1차 소비자이다. 따라서 A는 B의 피식자이다.

## 07

**예설** | 생태계 평형의 기초가 되는 먹이 사슬에 의해 피식자와 포식자 간의 수적인 평형이 유지된다.

**정답맞이기** > 가. (가)에서 2차 소비자의 피식자인 1차 소비자가 증가하면 2차 소비자의 개체수가 증가하게 된다.

다. (다)에서 생산자의 포식자인 1차 소비자가 감소하면 피식자인 생산자의 개체수가 증가하게 된다.

**오답맞이기** > 나. (나)는 1차 소비자의 포식자 증가로 1차 소비자의 개체수가 감소하는 과정이다. 1차 소비자의 감소로 생산자의 개체수가 증가하는 과정은 (다)이다.

## 08

**예설** | 생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 모두 포함한다.

**정답맞이기** > C : 유전적 다양성은 한 개체군 내의 개체들 사이에 다양한 특성을 나타내므로 동일한 생물 종이라도 색, 크기, 모양 등의 형질이 다르게 나타난다.

**오답맞이기** > A : 종 다양성은 한 지역 내에서 종의 다양한 정도를 의미하므로 동물 종과 식물 종뿐만 아니라 모든 생물 종을 포함한다.

B : 생태계 다양성은 사막, 삼림, 습지, 갯벌 등 다양한 생태계를 의미하는 것이다. 한 생태계 내에 존재하는 생물 종의 다양한 정도를 의미하는 것은 종 다양성이다.

## 09

**예설** | ㉠은 생산자, ㉡은 2차 소비자, ㉢은 1차 소비자이다.

**정답맞이기** > 가. 생태계에서 가장 많은 에너지양을 가지고 있는 ㉠은 생산자이고, 두 번째 많은 에너지양을 가지고 있는 ㉢은 1차 소비자이다.

다. B는 생산자에서 1차 소비자로 전달되는 에너지양이 400이고, C도 생산자에서 1차 소비자로 전달되는 에너지양이 400이다. 따라서 생산자에서 1차 소비자로 전달되는 에너지양은 B와 C에서 같다.

**오답맞이기** > 나. A에서 2차 소비자의 에너지 효율은  $\frac{50}{200} \times 100 = 25\%$ 이다. C에서 2차 소비자의 에너지 효율은  $\frac{80}{400} \times 100 = 20\%$ 이다.

## 10

**예설** | A는 분해자, B는 생산자, C는 소비자이다. ㉠은 질소 고정 과정이고, ㉡은 탈질소 작용이다.

**정답맞이기** > 나. 대기 중의 질소는 뿌리혹박테리아, 아조토박터 등 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온으로 고정된다. 따라서 뿌리혹박테리아는 과정 ㉠에 관여한다.

다. 과정 ㉡에서 토양 속의 질산 이온 일부가 탈질소 세균의 작용으로 질소 기체로 되어 대기 중으로 돌아간다. 탈질소 세균(질산 분해 세균)은 과정 ㉡에 관여한다.

**오답맞이기** > 가. A는 분해자이다.

## 11

**예설** | 식물성 플랑크톤은 멸치의 먹이가 된다.

**정답맞이기** > 가. 광합성을 통해 양분을 합성하는 식물성 플랑크톤은 생산자이다.

**오답맞이기** > 나. 다시 원래의 개체군 크기로 돌아갈 수 있는 능력 이상으로 과도하게 포획하는 것을 남획이라고 한다. 멸치의 남획은 생물 종의 개체수 감소를 초래하여 해양 생태계를 파괴할 수 있다.

다. 실험을 통해 멸치는 식물성 플랑크톤의 포식자임을 알 수 있다.

## 12

**예설** | 먹이 사슬이 복잡할수록 안정된 생태계이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 먹이 사슬이 복잡하고 다양할수록 안정된 생태계이다. 따라서 먹이 사슬이 단순한 A보다 먹이 사슬이 복잡한 C가 안정된 생태계이다.

**오답짜이기** > ㄴ. 종 다양성은 종의 수가 적은 A에서보다 종의 수가 많은 B에서 높다.

ㄷ. C에서 에너지의 일부가 먹이 사슬을 통해 소비자로 이동한다. C에서는 생산자의 에너지양이 소비자의 에너지양보다 크다.

### 테마별 수능 심화문제

본문 110~112쪽

13 ①      14 ④      15 ③      16 ②      17 ②  
18 ①

## 13

**예설** | A는 생산자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A는 생산자이고, C는 에너지 효율이 15%인 1차 소비자이다. 2차 소비자인 B의 에너지 효율은  $\frac{30}{150} \times 100 = 20\%$ 이므로 ① > 15이다.

**오답짜이기** > ㄴ. 에너지 효율이 15%인 것은 (나)의 1차 소비자이다. 따라서 B는 2차 소비자에 해당한다.

ㄷ. (가)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 10%, 2차 소비자의 에너지 효율은 20%이다. (나)에서 1차 소비자의 에너지 효율은 15%, 2차 소비자의 에너지 효율은 20%이다. C의 에너지 효율은 15%이므로 표는 (나)의 에너지 효율에 해당한다.

## 14

**예설** | ①은 호흡량, ②은 순생산량이다.

**정답맞이기** > ㄴ. ①은 총생산량에서 호흡량을 뺀 것으로 순생산량이다. 순생산량은 구간 I에서가 구간 II에서보다 많다.

ㄷ. ①은 호흡량, ②은 순생산량이다. II에서 천이가 진행됨에 따라 순생산량은 감소하고 호흡량이 증가하여  $\frac{①}{②}$ 은 증가한다.

**오답짜이기** > ㄱ. 초식 동물의 호흡량은 식물 군집의 피식량에 포함된다. 따라서 초식 동물의 호흡량은 ①에 포함되지 않는다.

## 15

**예설** | A는 생산자, B는 소비자, C는 분해자이다. ①은 질화 작용이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A는 생산자, B는 소비자이다. 따라서 A와 B는 피식과 포식 관계이다.

ㄴ. 과정 ①에는 암모늄 이온을 아질산 이온으로 전환하는 아질산균이 관여한다. 질소 고정 세균이나 아질산균은 분해자에 해당한다.

**오답짜이기** > ㄷ. 식물은 대기 중의 질소(N<sub>2</sub>)를 단백질 합성에 직접 이용할 수 없기 때문에 질소 고정 과정을 거쳐 식물이 이용할 수 있는 상태로 전환해서 이용한다.

## 16

**예설** | I의 총생산량은 II의 총생산량의 2배이므로 같은 비율인 경우 I의 양이 II보다 2배 많다.

**정답맞이기** > ㄴ. 생산자에서 25%만큼 1차 소비자로 전달되므로 II에서 1차 소비자의 에너지 효율은 25%이다.

**오답짜이기** > ㄱ. 총생산량은 I이 II보다 2배 많으므로 I에서의 성장량 비율이 30%이고, II에서 성장량 비율이 15%이므로 I에서의 성장량은 II에서의 성장량보다 4배 많다.

ㄷ. 식물 군집에서 호흡량은 초식 동물의 호흡량이 포함되지 않는다. 초식 동물의 호흡량은 식물 군집의 피식량에 포함된다.

## 17

**정답맞이기** > ㄷ. 가뭄 전후의 핀치 개체군의 부리 크기 변화는 비생물적 요인이 생물인 핀치에 영향을 주는 사례에 해당한다.

**오답짜이기** > ㄱ. 부리의 크기 차이는 생물 다양성 중에서 유전적 다양성에 해당한다.

ㄴ. 작은 부리를 가진 핀치는 크고 딱딱한 씨앗을 먹지 못해 가뭄에 살아남기 어려우므로 부리의 평균 크기는 가뭄 전보다 가뭄 후에 증가하였다.

## 18

**예설** | 서식지 단편화는 생물 다양성의 감소 원인이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 서식지 단편화로 서식지가 감소하고 서식하는 개체군의 크기도 감소한다. 따라서 종 다양성은 서식지 단편화를 통해 감소한다.

**오답짜이기** > ㄴ. 큰 서식지가 작은 서식지로 단편화되었을 때 단편화 후 A의 밀도는 단편화 전보다 감소하였다.

ㄷ. 서식지가 단편화될수록 실제 감소되는 면적이 적더라도 가장자리 길이와 면적이 늘어나 전체 서식지 면적에서 주변 환경의 영향을 받는 면적의 비율이 증가한다.

## 실전 모의고사

### 실전 모의고사 1회

본문 114~119쪽

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

### 01

**예설** | A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 중심립이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 핵에는 DNA와 단백질인 히스톤이 있으며, DNA가 히스톤을 감아 뉴클레오솜을 형성한다.

ㄴ. 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어나므로 미토콘드리아에는 세포 호흡에 관여하는 여러 효소가 있다.

ㄷ. 중심립은 세포 분열 시 방추사 형성에 관여하며, 방추사는 염색체 이동에 관여한다.

### 02

**예설** | 항체의 주성분인 것은 단백질이고, 기본 단위가 포도당인 것은 녹말이다. 따라서 A는 스테로이드, B는 단백질, C는 녹말이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 단백질과 인지질은 세포막의 구성 성분이다.

ㄴ. C는 포도당으로 구성된 다당류인 녹말이다.

ㄷ. 스테로이드로 구성된 호르몬과 단백질로 구성된 호르몬이 있으므로 '호르몬의 구성 성분이다.'는 ㉠에 해당한다.

### 03

**예설** | (가)는 상피 조직, (나)는 근육 조직, (다)는 신경 조직이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 위의 안쪽 벽을 덮고 있는 상피 조직에는 소화 효소를 분비하는 세포가 있다.

**오답짜이기** > ㄴ. (나)는 내장근에 해당한다. 체성 신경에 해당하는 운동 신경에 의해 수축되는 것은 골격근이다.

ㄷ. 동물의 구성 단계에는 조직계가 없다. 조직계는 식물의 구성 단계에 해당하며, 식물의 여러 조직이 모여 조직계를 이룬다.

### 04

**예설** | (나)의 검은색 염색체를 제외한 염색체와 모양, 크기가 같은 염색체가 (라)에 있으므로 (나)와 (라)는 같은 종의 세포이다. (나)의 검은색 염색체는 Y 염색체이고, (라)의 검은색 염색체는 X 염색체이다.

**정답맞이기** > ㄱ, ㄴ, ㄷ. A, B, C는 2가지 종으로 구분되고 (나)와 (라)는 같은 종의 세포이므로 (가)와 (나)는 다른 종의 세포이다. (나)에는 Y 염색체가 1개 들어 있으므로 (나)는 수컷의 세포이고, (라)에는 X 염색체가 2개 들어 있으므로 (라)는 암컷의 세포이다. 따라서 (가)와 (다)는 같은 개체의 세포이며, (가)의 성염색체와 (다)의 성염색체는

다르므로 이 개체는 성염색체가 XY인 수컷이다.

### 05

**예설** | 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전병에 해당한다. 결핵은 세균에 의해 발병하고, 독감은 바이러스에 의해 발병한다. 세균은 스스로 물질 대사를 하고, 바이러스는 세포 분열을 하지 못한다. 따라서 A는 낫 모양 적혈구 빈혈증, B는 결핵, C는 독감이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이에 의한 유전병에 해당한다.

ㄴ. 결핵을 치료할 때 결핵균을 죽이는 항생제가 사용된다.

**오답짜이기** > ㄷ. 바이러스는 단백질을 가지고 있다.

### 06

**예설** | 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 모두 척수에 있으므로 I은 부교감 신경이다. II의 신경절 이후 뉴런 말단에서 아세틸콜린이 분비되므로 II는 부교감 신경이다. 방광에 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있으므로 ㉠은 척수이다. ㉡은 연수이므로 III은 부교감 신경이다. 심장에 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있으므로 ㉢는 눈, ㉣는 심장이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 척수는 배뇌 반사의 중추이다.

ㄴ. 심장은 순환계에 속한 기관이다.

ㄷ. I과 III은 모두 부교감 신경이므로 신경절 이전 뉴런보다 신경절 이후 뉴런이 짧다.

### 07

**예설** | ㉠의 길이+㉢의 길이+㉡의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 짧으므로 X의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 짧다.

**정답맞이기** > ㄴ, ㄷ. X가 수축하여 길이가  $2a \mu\text{m}$ 만큼 짧아지면 ㉠의 길이는  $a \mu\text{m}$ 만큼 길어지고, ㉡의 길이는  $2a \mu\text{m}$ 만큼 짧아지며, ㉢의 길이는  $a \mu\text{m}$ 만큼 짧아진다. ㉠이 ㉡이려면 ㉢과 ㉡ 중 하나가 ㉠이고, 다른 하나가 ㉢이 되므로 ㉢의 길이+㉡의 길이는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때가 같아야 하는데 그렇지 않으므로 ㉠은 ㉢이고, ㉢과 ㉡ 중 하나가 ㉠이며, 다른 하나가 ㉡이다. ㉠의 길이+㉡의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.4 \mu\text{m}$  더 짧으므로 ㉡의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.8 \mu\text{m}$  더 짧고, ㉢의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.4 \mu\text{m}$  더 짧다.

**오답짜이기** > ㄱ. ㉠은 ㉢이다.

### 08

**예설** | ㉠은 중기의 세포, ㉡은 후기의 세포이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 체세포 분열에서는 염색 분체가 분리되므로 후기의 세포인 ㉡은 염색 분체가 분리된 상태이다.

**오답짜이기** > ㄱ. 체세포 분열에서는 상동 염색체의 접합은 일어나지 않는다. 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체가 형성된다.

ㄷ. P에서 세포 1개당 r의 수는 ㉡이 2, G<sub>2</sub>기 세포도 2이다.



## 09

**정답맞이기** > 가. 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어나 ATP가 합성된다.

나. (가)에서 방출된 에너지의 일부는 ATP 합성에 이용되고 나머지는 열로 방출된다.

**오답짜이기** > 다. 폐포에서 폐포 모세 혈관으로의 O<sub>2</sub> 이동은 확산에 의해 일어나므로 ATP가 분해되면서 나오는 에너지가 사용되지 않는다.

## 10

**예설** | (가)는 배설계이고, (나)는 순환계이며, (다)는 소화계이다.

**정답맞이기** > 가. 콩팥은 항이뇨 호르몬의 표적 기관이며, 배설계에 속한다.

나. 대동맥, 대정맥, 심장은 순환계에 속한 기관이다.

다. 간에서 글리코젠 합성이 일어나며, 간은 소화계에 속한다.

## 11

**예설** | B와 D는 각각 E에 대해 완전 우성이므로 (가)의 유전자형이 BB인 사람과 BE인 사람의 표현형은 같고, 유전자형이 DD인 사람과 DE인 사람의 표현형은 같다. 유전자형이 BD인 사람, BB인 사람, DD인 사람, EE인 사람의 표현형이 서로 달라 (가)의 표현형은 4가지이다. 1, 2, 5, 6의 (가)에 대한 표현형은 모두 다르고, 1과 2는 B, D, E 중 하나를 공통으로 가지며, 6의 (가)에 대한 유전자형은 이형 접합이다. 따라서 1, 2, 5, 6의 (가)에 대한 유전자형은 1과 2 중 한 명은 BE, 다른 한 명은 DE이고, 5는 EE, 6은 BD이다. 3, 4, 7, 8의 (가)에 대한 표현형이 모두 다르고, 4의 (가)에 대한 유전자형은 동형 접합이다. 따라서 3, 4, 7, 8의 (가)에 대한 유전자형은 3이 BD, 4가 EE, 7과 8 중 한 명은 BE, 다른 한 명은 DE이다.

**정답맞이기** > 나. 6의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)에 대한 유전자형으로 가능한 것은 BD, BE, DE, EE이므로 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)에 대한 표현형은 최대 4가지이다.

다. 3의 (가)에 대한 유전자형은 BD이므로 6과 7 사이에서 태어나는 아이가 3과 (가)에 대한 표현형이 같으려면 유전자형이 BD여야 한다. 6의 (가)에 대한 유전자형은 BD이므로 7의 (가)에 대한 유전자형이 BE든지, DE든지 상관없이 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이의 (가)에 대한 유전자형이 BD일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

**오답짜이기** > 가. 4와 5의 (가)에 대한 유전자형은 EE이므로 표현형은 같다.

## 12

**예설** | 피식과 포식에서는 두 종 중 한 종이 이익을 보고, 다른 한 종이 손해를 본다. 상리 공생에서는 두 종이 모두 이익을 보며, 경쟁에서는 두 종이 모두 손해를 본다. 따라서 A는 경쟁이고, B는 피식과 포식이며, C는 상리 공생이다.

**정답맞이기** > 가. A는 경쟁이고, 기생에서는 한 종이 이익을 보고, 다른 한 종이 손해를 보므로 ㉠과 ㉡은 모두 '손해'이다.

다. 뿌리혹박테리아와 콩과식물 사이의 상호 작용은 상리 공생이다.

**오답짜이기** > 나. B는 피식과 포식이다.

## 13

**예설** | 응집소 ㉠이 응집소  $\alpha$ 이면 I 이 없는 학생은 A형 또는 AB형이다. 이 때 혈청 ㉡이 항 A 혈청이라면 II가 없는 학생은 B형 또는 O형이므로 I과 II가 모두 없는 학생이 68명일 수 없다. 따라서 응집소 ㉠이 응집소  $\alpha$ 이면 혈청 ㉡은 항 B 혈청이며, I과 II가 모두 없는 학생은 A형이다. B형인 학생 수+O형인 학생 수=110, B형인 학생 수+AB형인 학생 수=76, A형인 학생 수=68이다. B형인 학생 수+O형인 학생 수+AB형인 학생 수=132이므로 AB형인 학생은 22명, O형인 학생은 56명, B형인 학생은 54명이다. 구한 결과는 B형인 학생 수가 O형인 학생 수보다 적은 조건을 만족한다. 응집소 ㉠이 응집소  $\beta$ 이면 B형인 학생이 68명, O형인 학생이 56명이 되어 제시된 조건과 맞지 않는다.

**정답맞이기** > 가. 응집소 ㉠은 응집소  $\alpha$ 이고, 혈청 ㉡은 항 B 혈청이다.

나. I과 II를 모두 가진 학생은 B형이며, 54명이다.

**오답짜이기** > 다. 응집원 A를 가진 학생은 90명, 가지지 않은 학생은 110명이다.

## 14

**예설** | H, h, T, t 각각의 1개당 DNA 상대량은 1이다. (나)에서 염색체 비분리가 1회 일어났고, ㉠, ㉡, ㉢의 핵상은 모두 다르다. 따라서 ㉠의 핵상은  $n$ , ㉡과 ㉢ 중 어느 하나의 핵상은  $n-1$ , 다른 하나의 핵상은  $n+1$ 이며, (나)에서는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어났다. ㉠은 핵상이  $n$ 인 정상 정자이므로 I이다. H와 h의 DNA 상대량을 고려했을 때 II~V 중 ㉠으로 가능한 것은 III과 V이며, I(㉠)과 ㉡에는 H가 있으므로 ㉠과 ㉡에는 H가 있다. 따라서 II는 ㉢이다. ㉠, ㉡, ㉢에는 모두 t가 없으므로 t가 있는 III과 V는 ㉡이 아니며 IV가 ㉡이다. IV(㉡)에는 H와 T가 각각 2개 있고 h와 t가 없으므로 H, h, T, t는 X 염색체에 존재한다. V가 ㉠이라면 III이 ㉡인데 이 경우는 V에 H가 2개 있고, II와 III에 각각 h가 2개 있으므로 조건에 맞지 않는다. 따라서 III이 ㉠, V가 ㉡이다.

**정답맞이기** > 가. IV는 ㉡이다.

나. 다. IV의 X 염색체에 H와 T가 연관되어 있으므로 I에는 H와 T가 각각 1개 있다. 따라서 ㉡는 1이다. III(㉠)에는 H, h, T, t가 각각 2개 있으므로 ㉠는 2이다. V(㉡)에는 H와 t가 각각 2개 있고, II(㉢)에는 h가 2개 있으므로 II에는 T가 2개 있다. 따라서 ㉣는 2이며, (가)의 감수 2분열에서 X 염색체 비분리가 일어났다.

## 15

**예설** | 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 제외한 유기물의 양이며, 성장량은 순생산량에서 피식량, 고사량, 낙엽량을 제외한 유기물의 양이다. 따라서 A는 호흡량, B는 순생산량이다.

**정답맞이기** > 나. ㉠의 피식량은 B에 포함되므로, ㉠에서 초식 동물이 이동하는 유기물의 양은 B에 포함된다.

**오답짜이기** > 가. A는 호흡량으로, ㉠의 호흡에 사용된 유기물의 양이



다. 분해자는 생물의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 호흡에 사용하므로 분해자의 호흡량은 A에 포함되지 않는다.

ㄷ. 성장량은 순생산량에서 피식량, 고사량, 낙엽량을 제외한 유기물의 양이므로 ㉠의 성장량은 C보다 크지 않다.

### 16

**예설** | II의 세포 중 ㉠~㉢이 모두 없는 세포는 없으므로 (바)에는 ㉢이 있다. ㉠~㉢이 모두 상염색체에 존재하면 II의 세포에는 ㉠~㉢ 중 최소한 두 개가 있어야 한다. 하지만 (바)에는 ㉢만 있으므로 ㉢은 상염색체에 존재하고, ㉠~㉢ 중 2개는 X 염색체에 존재하며, 나머지 한 개는 ㉢과 대립 유전자로 상염색체에 존재한다. (바)에는 X 염색체는 없고 Y 염색체가 있으므로 II는 남자이고, I은 여자이다. (마)에는 X 염색체가 1개 있으므로 ㉠~㉢이 모두 있을 수는 없다. 따라서 (마)에는 ㉢이 없으며, ㉢은 X 염색체에 존재하는 유전자이다.

**정답맞이기** > 가. (다)에는 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 있으므로 (다)는 핵상이 2n인 세포이다. I의 세포 중 핵상이 n인 세포에는 ㉠, ㉡, ㉢ 중 서로 대립 유전자가 아닌 두 개의 유전자가 있다. 따라서 (가)와 (나)는 모두 핵상이 n인 세포이며, (가)에는 ㉢이 있고, (나)에는 ㉠이 없다. (가)에는 ㉢과 ㉢이 있으므로 ㉢은 ㉢과 대립 유전자가 아니며, (나)에는 ㉠과 ㉢이 있으므로 ㉢은 ㉠과 대립 유전자가 아니다. 따라서 ㉢은 ㉠과 대립 유전자이며, ㉠은 ㉢과 대립 유전자이다. ㉠과 ㉢은 상염색체에 존재하고 ㉠과 ㉢은 X 염색체에 존재한다.

ㄷ. I의 유전자형은 ㉠㉡㉢㉢이고, II의 유전자형은 ㉠㉢㉠Y이다. I과 II 사이에서 태어나는 여자 아이를 P라고 하자. ㉠과 ㉢ 중 어느 하나가 다른 하나에 대해 완전 우성이고, 이 유전자들에 의해 결정되는 형질에 대한 P의 유전자형은 ㉠㉠, ㉠㉢, ㉢㉢ 중 하나이므로 이 형질에 대한 표현형이 우성일 확률은  $\frac{3}{4}$ 이다. ㉠과 ㉢ 중 어느 하나가 다른 하나에 대해 완전 우성이고, 이 유전자들에 의해 결정되는 형질에 대한 P의 유전자형은 ㉠㉢이므로 이 형질에 대한 표현형이 우성일 확률은 1이다. 따라서 구하는 확률은  $\frac{3}{4} \times 1 = \frac{3}{4}$ 이다.

**오답피하기** > 나. ㉠은 상염색체에 존재한다.

### 17

**예설** | 흥분이 먼저 도달한 지점은 흥분이 늦게 도달한 지점보다 먼저 막전위 변화가 일어나므로 흥분이 먼저 도달한 지점은 흥분이 늦게 도달한 지점보다 제시된 막전위 변화 그림에서 오른쪽(흥분이 도달한 후 시간이 더 지난 상태)에 있는 막전위가 측정되어야 한다. 즉, 동일한 신경에서는  $d_1$ 이  $d_2$ 보다,  $d_2$ 가  $d_3$ 보다 오른쪽에 있는 막전위가 측정되어야 하며, 신경 X와 Y의 같은 지점에서는 X가 Y보다 오른쪽에 있는 막전위가 측정되어야 한다. X와 Y의 II에서 막전위가 각각  $-55\text{ mV}$ ,  $-65\text{ mV}$ 이므로 Y의 II에서 막전위는 시간이 더 지나야  $-55\text{ mV}$ 가 될 수 있다. 막전위 변화 그림에서  $-65\text{ mV}$ 보다  $-55\text{ mV}$ 가 오른쪽에 있는 경우에 막전위가  $-65\text{ mV}$ 인 지점은 탈분극 상태이므로 Y의 II는 탈분극 상태이다. Y의 I에서 막전위는  $+30\text{ mV}$ , Y의 III에서 막전위는  $-55\text{ mV}$ 이고 모두 Y의 II에서 막전위보다 오른쪽에 있으므로 II는  $d_3$ 이다.  $-20\text{ mV}$ (X의 III에서

막전위)가  $-55\text{ mV}$ (Y의 III에서 막전위)보다 오른쪽에 있어야 하고,  $-10\text{ mV}$ (X의 I에서 막전위)가  $+30\text{ mV}$ (Y의 I에서 막전위)보다 오른쪽에 있어야 한다. 이를 만족할 때  $+30\text{ mV}$ (Y의 I에서 막전위)가  $-55\text{ mV}$ (Y의 III에서 막전위)보다 오른쪽에 있으므로 I은  $d_1$ , III은  $d_2$ 이다.

**정답맞이기** > 가. I은  $d_1$ 이다.

ㄷ. X의  $d_3$ (II)에서 막전위와 Y의  $d_2$ (III)에서 막전위가 같으므로 동시에 흥분이 도달했다. 따라서  $\frac{9}{a} = \frac{6}{b}$ 이므로  $\frac{a}{b} = 1.5$ 이다.

**오답피하기** > 나.  $t_1$ 일 때, X의  $d_2$ 는 탈분극 상태이다.

### 18

**예설** | A는 관목림, B는 양수림, C는 음수림이다.

**정답맞이기** > ㄷ. C는 음수림이다.

**오답피하기** > 가. 제시된 천이는 호수에서 시작하여 진행되는 천이이므로 1차 천이이며, 습성 천이이다.

나. 관목은 양수보다 평균 키가 작으므로 우점종의 평균 키는 관목림에서 양수림에서보다 작다.

### 19

**정답맞이기** > ㉠에는 종자 색이 흰색인 개체와 주황색인 개체가 있고, 노란색인 개체는 없으므로 P1은 e를 가지고 있고, P2는 F를 가지고 있으며, f를 가지지 않는다. ㉠에서 주황색 : 붉은색 = 1 : 3이므로 P1과 P2는 모두 G와 g를 가진다. 따라서 P1의 유전자형은 EeffGg, P2의 유전자형은 eeFFGg이다. ㉠의 종자 색은 4가지이므로 P3의 유전자형은 EeFfgg이다. ㉠에서 종자 색이 붉은색인 개체의 유전자형은 EeFfGG와 EeFfGg 중 하나이다. ㉠에서 종자 색이 주황색인 개체의 유전자형은 EEffgg와 EeFfgg 중 하나이다. F<sub>2</sub>의 종자 색이 주황색이라면 ㉠에서 종자 색이 붉은색인 개체의 유전자형은 EeFfGg여야 하고 이 확률은  $\frac{2}{3}$ 이다. ㉠에서 종자 색이 주황색인 개체의 유전자형이 EEffgg일 확률은  $\frac{1}{3}$ , EeFfgg일 확률은  $\frac{2}{3}$ 이다. ㉠에서 종자 색이 주황색인 개체의 유전자형이 EEffgg일 때, F<sub>2</sub>의 종자 색이 주황색일 확률은 1(E\_일 확률)  $\times \frac{3}{4}$ (F\_일 확률)  $\times \frac{1}{2}$ (gg일 확률) =  $\frac{3}{8}$ 이다.

㉠에서 종자 색이 주황색인 개체의 유전자형이 EeFfgg일 때, F<sub>2</sub>의 종자 색이 주황색일 확률은  $\frac{3}{4}$ (E\_일 확률)  $\times \frac{3}{4}$ (F\_일 확률)  $\times \frac{1}{2}$ (gg일 확률) =  $\frac{9}{32}$ 이다.

따라서 구하는 확률은  $\frac{2}{3} \times (\frac{1}{3} \times \frac{3}{8} + \frac{2}{3} \times \frac{9}{32}) = \frac{5}{24}$ 이다.

### 20

**정답맞이기** > 가. ㉠은 열성 형질이며, ㉠의 유전자는 X 염색체에 있으므로 아버지에게서 ㉠이 발현되지 않으면 딸에게서도 ㉠이 발현되지 않아야 한다. ㉠이 발현되지 않은 아버지에게서 ㉠이 발현된 딸이 태어났으므로 ㉠은 ㉠이 아니다. 따라서 ㉠은 ㉠이고, ㉠은 ㉠이다.

**오답피하기** > 나. ㉔가 우성 형질이라면 남자인 1은 B와 C가 연관된 X 염색체를 가지고, 어머니도 이 염색체를 가진다. 아버지가 B를 가지지 않으므로 2가 가진 B도 어머니에게서 물려받은 것이다. 어머니의 ㉔에 대한 유전자형은  $BB^*$ 이므로 2는 어머니에게서 B와 함께 C도 물려받게 되어 2에게서 ㉔가 발현되어야 하는데 그렇지 않으므로 ㉔는 열성 형질이다.

다. 아버지와 어머니의 ㉔에 대한 유전자형은 각각  $A^*A^*$ 와  $AA^*$ 이므로 1의 여동생이 태어날 때, 이 아이에게서 ㉔가 발현되지 않을 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. ㉔와 ㉔의 유전자 연관 형태를 살펴보면 1의 연관 형태는  $BC^*/Y$ 이므로 어머니의 연관 형태는  $BC^*/B^*$ 이다. 아버지가  $B^*$ 를 가지므로 2도  $B^*$ 를 가진다. 따라서 2의 연관 형태는  $BC^*/B^*C$ 이며, 아버지의 연관 형태는  $B^*C/Y$ 이다. 1의 여동생이 태어날 때, 이 아이의 연관 형태는  $B^*C/BC^*$  또는  $B^*C/B^*$ 이므로 이 아이에게서 ㉔와 ㉔가 모두 발현될 확률은 0이다.

실전 모의고사 2회					분문 120~125쪽
01 ④	02 ④	03 ③	04 ③	05 ⑤	
06 ③	07 ③	08 ④	09 ④	10 ①	
11 ①	12 ①	13 ⑤	14 ②	15 ③	
16 ⑤	17 ②	18 ⑤	19 ①	20 ④	

## 01

**예설** | A는 리보솜, B는 미토콘드리아, C는 엽록체이다. X는 엽록체를 가지므로 광합성을 통해 스스로 양분을 합성할 수 있다.

**정답맞이기** > 가. X는 엽록체(C)를 가지므로 광합성을 할 수 있다.

다. B(미토콘드리아)에서는 세포 호흡에 관여하는 효소가 존재하고, C(엽록체)에서는 광합성에 관여하는 효소가 존재한다.

**오답피하기** > 나. A는 리보솜으로 인지질 2층층으로 구성된 막 구조를 갖지 않는다.

## 02

**예설** | (가)는 바이러스이고, (나)는 세균이다. (가)와 (나)는 모두 단백질과 핵산을 갖는다.

**정답맞이기** > 나. (나)(세균)는 스스로 물질대사를 할 수 있고, 분열을 통해 증식한다.

다. (가)(바이러스)와 (나)(세균)는 모두 아미노산 사이의 펩타이드 결합에 의해 형성되는 단백질을 갖는다.

**오답피하기** > 가. (가)(바이러스)는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있고, 세포 분열을 할 수 없다.

## 03

**예설** | A는 뉴런, B는 신경 조직, C는 뇌, D는 신경계, E는 사슴이다.

**정답맞이기** > 가. A(뉴런)의 신경 세포체에는 ATP 합성, 신경 전달 물질 합성 등의 물질대사가 일어난다.

나. C(뇌)는 기관에 속한다.

**오답피하기** > 다. D는 신경계로 동물의 구성 단계 중 기관계에 해당한다. 식물의 구성 단계는 '세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체'이므로 식물은 D(신경계)가 속한 구성 단계인 기관계를 갖지 않는다.

## 04

**예설** | ㉔는 광합성, ㉔은 세포 호흡이고, ㉔는 ATP 분해 과정, ㉔는 ATP 합성 과정이다.

**정답맞이기** > 가. ㉔(광합성)과 ㉔(세포 호흡)은 모두 생명체 내에서 일어나는 물질대사 과정으로 여러 종류의 효소에 의해 반응이 조절된다.

나. 뉴런에서  $Na^+ - K^+$  펌프를 통한 이온의 이동에는 ATP 에너지가 필요하므로 ATP 분해 과정인 ㉔가 일어난다.

**오답피하기** > 다. ㉔(세포 호흡)에서 포도당이 가진 에너지의 일부는 열 에너지로 방출되고, 일부는 ATP 합성 과정인 ㉔ 과정에 사용된다.

### 05

**예설** |  $d_2$ 에 흥분이 도착한 후 경과된 시간이 3 ms일 때  $d_2$ 의 막전위는  $-80$  mV이다. ㉠의  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 5 ms일 때 ㉠의  $d_2$ 에서 측정된 막전위가  $-80$  mV이므로  $d_1$ 부터  $d_2$ 까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간은 2 ms이다. 표에서 ㉠의 전도 속도가 4 cm/ms이므로  $d_1$ 부터  $d_2$ 까지의 거리는 8 cm이다.  $d_3$ 에 흥분이 도착한 후 경과된 시간이 2 ms일 때  $d_3$ 의 막전위는  $+30$  mV이다. ㉠의  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 5 ms일 때 ㉠의  $d_3$ 에서 측정된 막전위가  $+30$  mV이므로  $d_1$ 부터  $d_3$ 까지 흥분이 이동하는 데 걸린 시간은 3 ms이다. 표에서 ㉠의 전도 속도가 4 cm/ms이므로  $d_1$ 부터  $d_3$ 까지의 거리는 12 cm이다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $d_1$ 부터  $d_2$ 까지의 거리는 8 cm,  $d_1$ 부터  $d_3$ 까지의 거리는 12 cm이므로  $d_2$ 부터  $d_3$ 까지의 거리는 4 cm이다.

ㄴ. ㉠의  $d_2$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 경과된 시간이 4 ms일 때  $d_2$ 에서의 막전위는  $-70$  mV이고,  $d_3$ 에서의 막전위는 흥분이 도착한 후 2 ms가 지난 시점으로  $+30$  mV이다.

ㄷ. ㉠의 전도 속도는 1 cm/ms이고  $d_1 \sim d_3$ 까지의 거리가 12 cm이므로,  $d_3$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고  $d_1$ 까지 흥분이 이동하는 데 걸리는 시간은 12 ms이다.  $d_1$ 에 흥분이 도착한 후  $-80$  mV 막전위가 나타나기 위해서는 3 ms가 필요하므로 ㉠의  $d_3$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고  $d_1$ 에  $-80$  mV가 최초로 측정되는 시간은 자극을 주고 경과된 시간이  $12 \text{ ms} + 3 \text{ ms} = 15 \text{ ms}$ 일 때이다.

### 06

**예설** | (나)는 유전적 다양성을 의미하고, (나)는 A의 의미를 나타낸 것이므로 A는 유전적 다양성이다. C는 비생물적 요소의 다양성을 포함하므로 생태계 다양성이고, B는 종 다양성이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A(유전적 다양성)는 같은 종 내에서 나타나는 다양성으로 무당벌레의 무늬가 다양한 것은 유전적 다양성의 예에 해당한다.

ㄷ. C는 생태계 다양성이다.

**오답피하기** > ㄴ. B(종 다양성)는 한 지역 내의 종의 다양한 정도를 의미한다. 삼림, 초원, 사막, 습지 등이 다양하게 나타나는 것은 C(생태계 다양성)에 해당한다.

### 07

**예설** | I에서는 1차 면역 반응, II에서는 1차 면역 반응과 2차 면역 반응이 모두 일어난다. ㉠은 대식 세포, ㉡은 T 림프구, ㉢은 B 림프구, ㉣은 기억 세포, ㉤은 형질 세포이다.

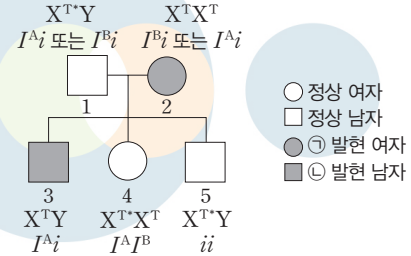
**정답맞이기** > ㄱ. 구간 I에서는 항체 농도가 증가한다. I에서는 형질 세포(㉤)에 의한 항체 생성으로 항원을 무력화시키는 체액성 면역 반응이 일어난다.

ㄴ. 구간 II에서는 2차 면역 반응이 일어난다. 2차 면역에서는 기억 세포(㉣)의 일부가 형질 세포로 분화되는 과정인 ㉤가 일어난다.

**오답피하기** > ㄷ. ㉠(T 림프구)은 가슴샘에서 성숙되고, ㉢(B 림프구)은 골수에서 성숙된다.

### 08

**예설** | 자료의 (나)에서 구성원 I은  $T^*T$ 를, II는  $T^*T$ 를, III은 T를 가지므로 T와  $T^*$ 는 성염색체에 존재함을 알 수 있다. (가)에서 1은  $X^T Y$ 를 갖고, 4는  $X^T X^T$ 를 가지고 정상이므로,  $T^*$ 는 우성인 정상 유전자이고, T는 열성인 ㉠ 발현 유전자이다. 3은 III, 4는 II, 5는 I이다. 표에서 3의 혈액형은 A형, 4의 혈액형은 AB형이고, 1, 2, 4, 5의 혈액형이 모두 다르다고 했으므로 1은 A형 혹은 B형, 2는 B형 혹은 A형, 3은 A형, 4는 AB형, 5는 O형이다.



**정답맞이기** > ㄴ. 남자 ㉢은 성염색체를 갖지 않고, 여자 ㉤는 성염색체로 XY를 갖는다. ㉤에서 상염색체 수는 22이고, 성염색체 수는 2이므로  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{성염색체 수}} = 11$ 이다.

ㄷ. 5의 동생이 태어날 때 이 아이가 가질 수 있는 ㉠에 대한 유전자 구성은  $X^T X^T$ ,  $X^T X^T$ ,  $X^T Y$ ,  $X^T Y$ 이므로 ㉠이 발현될( $X^T Y$ ) 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 5의 동생이 O형일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이므로 5의 동생에게서 ㉠이 발현되고 O형일 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이다.

**오답피하기** > ㄱ. 5는 I이다.

### 09

**예설** | ㉠과 ㉡에 자극을 주었을 때 ㉠~㉣ 모두에서 활동 전위가 발생했고, ㉤에 활동 전위를 주었을 때 ㉤에서만 활동 전위가 발생했으므로 I은 부교감 신경이고, II는 교감 신경이다. I이 교감 신경이라면 ㉤에 자극을 주었을 때 활동 전위가 발생한 지점의 수가 2이어야 한다.

**정답맞이기** > ㄴ. I(부교감 신경)은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길다.

ㄷ. II(교감 신경)의 신경절 이전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이고, 신경절 이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이다.

**오답피하기** > ㄱ. I은 부교감 신경이므로 ㉤에 시냅스가 존재하고, II는 교감 신경이므로 ㉤에 시냅스가 존재한다.

### 10

**예설** | X는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 ADH(항이뇨 호르몬)로 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진시켜 혈장 삼투압을 감소시키고, 혈액량을 증가시킨다.

**정답맞이기** > ㄱ. 혈장 삼투압이  $P_1$ 일 때 ㉤의 X(ADH) 분비량이 정상 상태일 때 보다 작으므로 ㉤은 전체 혈액량이 증가한 상태이고, ㉠은 전체 혈액량이 감소한 상태이다.



**오답풀이** > 나. 오줌 생성량이 적은  $t_1$ 일 때 X(ADH)의 혈중 농도는 오줌 생성량이 많은  $t_2$ 일 때 X(ADH)의 혈중 농도보다 높다.  
 다.  $P_1$ 일 때 X(ADH)의 혈중 농도는 정상 상태일 때가 ㉔일 때보다 높으므로 오줌 생성량은 정상 상태일 때가 ㉔일 때보다 적다.

## 11

**해설** | A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다.

**정답풀이** > 가. 두더지는 올빼미의 피식자이고, 올빼미는 두더지의 포식자이므로 두더지는 B(2차 소비자)의 예이고, 올빼미는 A(3차 소비자)의 예이다.

**오답풀이** > 나. A의 에너지 효율은 20%이고, C의 에너지 효율은 A의  $\frac{1}{4}$ 이므로 5%이다. 따라서 C가 가진 에너지량은 50이고, B의 에너지 효율은  $\frac{5}{50} \times 100\% = 10\%$ 이다.

다. C(1차 소비자)에서 B(2차 소비자)로 이동하는 에너지의 형태는 유기물에 저장된 화학 에너지이다.

## 12

**해설** | 어떤 지역에서 특정 종의 상대 밀도(%)는

$$\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} = \frac{\text{특정 종의 개체수}}{\frac{\text{조사한 면적}}{\text{조사한 모든 종의 개체수 합}}} \text{이므로,}$$

$\frac{\text{특정 종의 개체수}}{\text{조사한 모든 종의 개체수 합}}$ 로 구할 수 있다. (가)~(다)에서 B의 상대

$$\text{밀도가 같으므로 } \frac{\text{㉑}}{80+\text{㉑}} = \frac{\text{㉒}}{40+\text{㉒}} = \frac{\text{㉓}}{8+\text{㉓}} \text{이다. } \frac{\text{㉑}}{80+\text{㉑}} =$$

$$\frac{\text{㉒}}{40+\text{㉒}} \text{에서 } 40\text{㉑} + \text{㉑} \cdot \text{㉒} = 80\text{㉒} + \text{㉑} \cdot \text{㉒} \text{이므로 } \text{㉑} = 2\text{㉒} \text{이고,}$$

$$\frac{\text{㉒}}{40+\text{㉒}} = \frac{\text{㉓}}{8+\text{㉓}} \text{에서 } 8\text{㉒} + \text{㉒} \cdot \text{㉓} = 40\text{㉓} + \text{㉒} \cdot \text{㉓} \text{이므로 } \text{㉒} = 5$$

㉓이다. 발문에서  $\text{㉑} + \text{㉒} + \text{㉓} = 32$ 라고 했으므로, ㉑은 20, ㉒은 10, ㉓은 2임을 알 수 있다.

**정답풀이** > 나. ㉒ = 10이다.

**오답풀이** > 가. 밀도는 서식지 면적에 대한 특정 종의 개체수 비율이다. (가)와 (나)에서 A의 개체수는 18로 같지만, (가)와 (나)의 면적이 다르므로 A의 개체군 밀도는 (가)와 (나)에서 서로 다르다.

다. 상대 밀도(%)는  $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100$ 이다. C의 상대 밀도는 (가)에서 22%, (나)에서 14%, (다)에서 0%이므로 (가)에서 가장 크다.

## 13

**해설** | (가)는 크기와 모양이 같은 상동 염색체 4쌍을 가지므로 성염색체로 XX를 갖는 I의 세포이다. (다)는 크기와 모양이 다른 검은색 염색체를 가지므로 성염색체로 XY를 갖는 II의 세포이다. (나)와 (라)에서 크기가 작은 검은색 염색체(Y 염색체)가 있으므로 (나)와 (라) 또한 II의 세포이다.

**정답풀이** > 가. 염색체를 구성하는 염색 분체는 유전자 구성이 서로 같으므로 (라)에서 ㉑은 a이다.

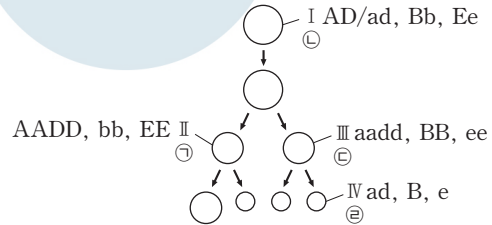
나. (나)~(라)는 모두 개체 II의 세포이다.

다. (가)에서 세포 1개당  $\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}} = \frac{2}{6}$ 이고, (라)에서 세포 1개당

$$\frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}} = \frac{1}{3} \text{이므로 (가)와 (라)에서 } \frac{\text{성염색체 수}}{\text{상염색체 수}} \text{의 값은 같다.}$$

## 14

**해설** | (나)에서 세포는 a, B, d, e가 존재하고, 표에서 세포 ㉑은 A, b, D, e를 가지고, ㉒은 e가 0이므로 이 동물의 유전자형은 AaBbDdEe를 가지며, A와 D, a와 d는 연관되어 있다. I은  $G_1$ 기 세포이므로 표에서 세포 ㉒이다.



**정답풀이** > 나. ㉑ = 2, ㉒ = 0, ㉓ = 1이므로 ㉑ + ㉒ + ㉓ = 3이다.

**오답풀이** > 가. (나)는 a, B, d, e를 갖는 세포를 나타낸 것으로 IV의 세포에 들어 있는 염색체를 나타낸 것이다.

다. II로부터 형성된 생식 세포는 AD, b, E를 가지므로

$$\frac{\text{A의 DNA 상대량}}{\text{B의 DNA 상대량} + \text{D의 DNA 상대량}} = \frac{1}{0+1} = 1 \text{이다.}$$

## 15

**해설** | P1을 자가 교배하여 얻은 자손( $F_1$ ) 320개체에서 표현형이 A\_B\_인 개체수 비율이  $\frac{3}{4}$ 이므로 P1에서 A와 B는 연관되어 있고, 유전자형이 AaBb임을 알 수 있다. 자손( $F_1$ )에서 표현형 A\_D\_의 개체수 비율이  $\frac{9}{16} (\frac{3}{4} \times \frac{3}{4})$ 이므로 P1에서 A와 D는 독립되어 있고 유전자형이 Dd임을 알 수 있다. 자손( $F_1$ )에서 표현형 B\_D\_의 개체수 비율이  $\frac{9}{16} (\frac{3}{4} \times \frac{3}{4})$ 이므로 P1에서 B와 D는 독립되어 있음을 알 수 있다.

P1~P3 모두 유전자형이 같다고 했으므로 유전자형은 모두 AaBbDd이고, P1에서 A와 B는 연관되어 있다.

**정답풀이** > 가. 주어진 자료 중 세 번째 자료에서 P2를 자가 교배하여 얻은 자손( $F_1$ ) 320개체에서 표현형이 A\_B\_인 개체수와 표현형이 A\_bb인 개체수의 비가 2 : 1이므로 P2에서 A와 b는 연관되어 있음을 알 수 있다. P2에서 A와 B가 연관되어 있다면 표현형이 A\_bb인 개체가 태어날 수 없다.

다. P2와 P3을 교배하여 얻은 자손( $F_1$ ) 320개체에서 나타날 수 있는 (다)에 대한 유전자형 종류는 3가지(DD, Dd, dd)이므로, 주어진 자료 중 네 번째 자료에서 P2와 P3을 교배하여 얻은 자손( $F_1$ ) 320개체의 유전자형 종류가 12가지(=3×4)가 되기 위해서 자손( $F_1$ )에서 (가)와 (나)에 대한 유전자형 종류는 4가지가 되어야 한다. P2에서 A와 b는 연관되어 있다. P2와 P3이 교배하여 나타날 수 있



는 (가)와 (나)에 대한 유전자형은 다음과 같다.

P3(A와 B 연관)	P2(A와 b 연관)	Ab	aB
	AB	AABb	AaBB
	ab	Aabb	aaBb

유전자형 종류 4가지

P3(A와 b 연관)	P2(A와 B 연관)	Ab	aB
	Ab	AAbb	AaBb
	aB	AaBb	aaBB

유전자형 종류 3가지

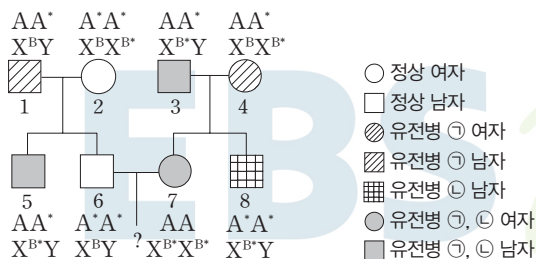
따라서 P3은 A와 B가 연관된 염색체를 갖는다.

P1과 P3 모두 A와 B가 연관된 염색체를 가지고 유전자형이 AaBbDd이므로, 자손(F<sub>1</sub>)에게서 표현형 A\_B\_가 나타날 확률은  $\frac{3}{4}$ , 표현형 D\_가 나타날 확률은  $\frac{3}{4}$ 이므로, 자손(F<sub>1</sub>)의 표현형이 A\_B\_D\_일 확률은  $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ 이다.

**오답피하기** > 나. P2의 AaBb(A와 b 연관)와 P3의 AaBb(A와 B 연관)를 통해 나타날 수 있는 자손(F<sub>1</sub>)의 표현형은 A\_B\_, A\_bb, aaB\_ 3가지이고, P2의 Dd와 P3의 Dd를 통해 나타날 수 있는 자손(F<sub>1</sub>)의 표현형은 D\_, dd 2가지이다. 따라서 P2와 P3을 교배하여 얻은 자손(F<sub>1</sub>)에서 나타날 수 있는 (가)~(다)에 대한 표현형은  $3 \times 2 = 6$ 가지이다.

### 16

**예시** | ㉠이 발현된 3과 4로부터 ㉠에 대해 정상인 8이 태어났으므로 ㉠이 발현되는 것은 ㉠이 발현되지 않는 것에 대해 우성 형질이고, A는 ㉠ 발현 유전자, A\*는 정상 유전자이다. ㉠이 상염색체 유전이라면 정상인 2로부터 ㉠ 발현인 5가 태어날 수 없으므로 ㉠은 상염색체 유전이고, ㉡이 상염색체 유전이다. ㉡에 대해 정상인 1과 2로부터 ㉡이 발현된 5가 태어났으므로 정상은 ㉡ 발현에 대해 우성 형질이고, B는 정상 유전자, B\*는 ㉡ 발현 유전자이다.



**정답맞이기** > 가. ㉠의 발현을 결정하는 유전자는 상염색체에 존재하고, ㉡의 발현을 결정하는 유전자는 성염색체에 존재한다.

나. 구성원 1~8 중 A와 B를 모두 가진 사람은 1과 4이다.  
 다. 6과 7 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 ㉠이 나타날(A\_) 확률은 1이고, ㉡이 나타날(X<sup>B\*</sup>Y) 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 6과 7 사이에서 ㉠과 ㉡이 모두 나타날 확률은  $1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ 이다.

### 17

**예시** | P<sub>1</sub>에 자극을 준 후 흥분의 전도는 P<sub>1</sub>에서 P<sub>2</sub> 방향으로 진행된다.

**정답맞이기** > 다. P<sub>2</sub>에 역치 이상의 자극을 1회 주면 흥분의 전도는 P<sub>2</sub>에서 P<sub>1</sub> 방향으로 진행되고, 활동 전위는 ㉢에서가 ㉠에서보다 먼저 나타난다.

**오답피하기** > 가. 뉴런에서의 흥분은 '분극 → 탈분극 → 재분극 → 분극' 과정을 거치면서 이동한다. t<sub>1</sub>일 때 ㉠은 탈분극에 의해 활동 전위가 발생했고, ㉡은 탈분극 이전 상태이므로 분극 상태이다.

나. 역치 이상의 자극을 주었을 때 발생하는 활동 전위의 크기는 자극의 세기와 상관없이 일정하므로, 이 뉴런에 주어지는 자극의 세기가 커질수록 I의 크기는 계속 증가하지 않는다.

### 18

**예시** | (가)~(다)는 모두 성염색체 유전을 따르고 여자인 자녀 2의 아버지는 (가)가 발현되었으므로 자녀 2는 (가) 발현 유전자를 가지지만 (가)가 발현되지 않았다. 따라서 A는 우성인 정상 유전자이고, A\*는 열성인 (가) 발현 유전자이다. 마찬가지로 자녀 2는 (나)가 발현된 아버지로부터 태어나 (나) 발현 유전자를 가지지만 (나)에 대해 정상이므로 B는 우성인 정상 유전자, B\*는 열성인 (나) 발현 유전자이다. 자녀 1과 자녀 3은 모두 남자이지만 (나)에 대한 표현형이 다르므로 어머니로부터 서로 다른 X 염색체를 물려받았다. 자녀 1과 3은 모두 (다)가 발현되었으므로 어머니는 (다)에 대해 동형 접합 유전자를 갖고, 자녀 2는 (다)가 발현되지 않았으므로 D는 우성인 정상 유전자, D\*는 열성인 (다) 발현 유전자이다.

구성원	성별	(가)	(나)	(다)	유전자 구성
아버지	남	○	○	?(×)	A*B*D
어머니	여	×	×	?(○)	ABD*/AB*D*
자녀 1	남	×	○	○	AB*D*
자녀 2	여	×	×	×	A*B*D/ABD*
자녀 3	남	×	×	○	ABD*

(○ : 발현됨, × : 발현되지 않음)

**정답맞이기** > 가. 아버지는 (다)에 대해 우성인 정상 유전자 D를 가지므로 (다)가 발현되지 않는다.

나. 자녀 2는 AA\*를 가지고 (가)가 발현되지 않았으므로 (가)는 열성 형질이다.

다. 자녀 3의 동생이 태어날 때, 이 동생이 가질 수 있는 (나)에 대한 유전자형은 X<sup>B</sup>X<sup>B\*</sup>, X<sup>B\*</sup>X<sup>B\*</sup>, X<sup>B</sup>Y, X<sup>B\*</sup>Y이므로 (나)가 발현될(X<sup>B\*</sup>X<sup>B\*</sup>, X<sup>B\*</sup>Y) 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

### 19

**예시** | 만약 이 사람이 상염색체에 동형 접합 유전자를 갖거나, 성염색체로 XX를 가지면서 성염색체에 동형 접합 유전자를 갖는다면 표의 (가)~(라)에서 유전자 ㉠~㉢에 대해 모두 '○'인 유전자가 있어야 하지만 그렇지 않았다. 또한 성염색체로 XX를 가지면서 성염색체에 이형 접합 유전자를 갖는다면 표의 세로 (나)와 (라)의 유전자 구성이 나타날 수 없다. 따라서 (나)와 같이 ㉠~㉢ 중 5개의 유전자를 갖기



위해서는 상염색체에 존재하는 E, e, G, g는 이형 접합의 유전자형을 가져야 하고, 성염색체에 존재하는 F와 f 중 하나만 가져야 한다. 이 사람은 성염색체로 XY를 갖는 남성이고, 유전자 구성은  $EeX^FYGg$  혹은  $EeX^fYGg$ 이다. (가), (다), (라)는 ㉠~㉣ 중 유전자 2개~3개를 가지므로 핵상이  $n$ 이다. (가)에서 ㉠과 ㉡이 존재하므로 ㉠의 대립 유전자는 ㉡이 아니다. (다)에서 ㉠, ㉢, ㉣이 존재하고, (라)에서 ㉠과 ㉡이 모두 존재하지 않으므로 ㉠의 대립 유전자는 ㉢, ㉣, ㉣이 아니다. 따라서 ㉠의 대립 유전자는 ㉡이다. 마찬가지로 방법으로 ㉢의 대립 유전자는 ㉡이며, ㉣은 X 염색체에 존재한다. ㉠, ㉢, ㉣, ㉣은 각각 상염색체에 존재하는 E, e, G, g 중 하나이고, ㉡과 ㉣은 각각 X 염색체에 존재하는 F와 f 중 하나이다.

**정답맞이기** > 나. ㉠의 대립 유전자는 ㉡이고, ㉢의 대립 유전자는 ㉣이다.

**오답짜이기** > 가. (가)에는 ㉡(F 혹은 f)이 존재하지 않으므로 X 염색체가 존재하지 않는다.

다. 이 사람은 남성이고, 상염색체에 존재하는 2쌍의 대립 유전자(E, e, G, g)는 이형 접합이다. 따라서 이 사람의 ㉡에 대한 유전자 구성은  $EeX^FYGg$  혹은  $EeX^fYGg$ 이다.

## 20

**예설** | A는 배설계, B는 순환계, C는 소화계이다. ㉠은 콩팥, ㉡은 심장, ㉢은 위이다.

**정답맞이기** > 가. 노폐물인 요소는 A(배설계)를 통해 체외로 배설된다.

다. ㉡(심장)과 ㉢(위)은 모두 기관의 예이고, 결합 조직을 갖는다.

**오답짜이기** > 나. ㉠은 콩팥이다.

## 실전 모의고사 3회

본문 126~131쪽

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

## 01

**예설** | 바이러스는 세포로 이루어진 생명체와 달리 독립적으로 물질대사를 하지 못한다.

**정답맞이기** > 나. 이 탐구의 조작 변인은 배지에 ㉠의 첨가 여부와, 종속 변인은 X의 증식 여부이므로 '㉠은 X의 증식을 억제할 것이다.'는 가설(㉡)에 해당한다.

다. 효모의 몸 일부가 흑처럼 자라는 것은 출아법을 통해 번식하기 위해서이므로 '효모의 몸 일부가 흑처럼 자라 떨어진다.'와 X의 증식(㉢)은 모두 생명 현상의 특성 중 생식의 예이다.

**오답짜이기** > 가. X는 ㉠이 첨가되지 않은 배지에서 영양 물질만을 이용해 증식했다. 따라서 X는 독립적으로 물질대사를 하므로 바이러스가 아니다.

## 02

**예설** | (가)의 세포에 엽록체가 있으므로 이 세포는 식물 세포이며, A는 조직, B는 조직계, C는 기관이다.

**정답맞이기** > 가. ㉠은 물질을 세포 밖으로 분비하는 데 관여하는 골지체이다.

나. ㉡은 세포 호흡이 일어나는 미토콘드리아이다. 세포 호흡 과정에서 영양소가 분해되어 방출되는 에너지를 이용해 ATP가 합성된다.

**오답짜이기** > 다. 식물의 잎과 동물의 심장은 모두 기관(C)에 속한다.

## 03

**예설** | 뉴클레오솜은 DNA와 히스톤 단백질로 구성되므로 '뉴클레오솜을 구성하는가?'는 ㉠이고, C는 뉴클레오솜을 구성하지 않는 글리코젠이다.

**정답맞이기** > 나. A와 B는 각각 DNA와 단백질 중 하나이고, 바이러스는 핵산과 단백질로 구성된다.

**오답짜이기** > 가. '기본 단위가 ㉡인가?'는 ㉢이고, A는 DNA와 단백질 중 하나이다. 핵산과 단백질은 모두 기본 단위가 포도당이 아니므로 ㉡는 포도당이 아니다.

다. 핵산, 단백질, 글리코젠 중 인체를 구성하는 비율은 단백질이 가장 높다. C는 글리코젠이다.

## 04

**예설** | ㉠과 ㉢은 핵상이 같으므로 이 두 세포는 모두 핵상이  $n$ 이고, ㉠과 ㉢은 같은 종의 세포이므로 이 두 세포에는 크기와 모양이 같은 상염색체가 들어 있다. 따라서 왼쪽 세포부터 순서대로 ㉢, ㉣, ㉠이다.

**정답맞이기** > 가. ㉡는 상염색체가 XX인 ㉠에 존재하지 않는 Y 염색체이므로 부계로부터 물려받은 것이다.

ㄴ. ㉠에 들어 있는 성염색체는 Y, ㉡에 들어 있는 성염색체는 XX  
이므로 ㉠은 수컷, ㉡은 암컷의 세포이다.

ㄷ. ㉢과 ㉣에는 각각 크기와 모양이 다른 상염색체가 들어 있으므로  
㉢과 ㉣은 서로 다른 종의 세포이다.

## 05

**예설** | 이 동물의 생식 세포 중 유전자형이 ABd인 생식 세포의 비율  
이  $\frac{1}{2}$ 이므로 A, B, d(a, b, D)가 모두 연관되어 있다. 따라서 A와  
D가 모두 존재하는 ㉢과 ㉣은 각각 핵상이  $2n$ 이고 ㉠과 ㉡이다. ㉢  
은 A의 DNA 상대량이 2이므로 ㉢이고, ㉣은 ㉢이다.

**정답맞이기** ㄱ. ㉢(㉢, ABd/ABd)에 A가 존재하므로 ㉢(㉢, abD)  
에서 D의 DNA 상대량은 1이다.

ㄷ. 세포 1개당  $\frac{b \text{의 DNA 상대량}}{B \text{의 DNA 상대량}}$ 은 ㉢(ABd/ABd/abD/abD)  
이  $\frac{2}{2}$ 이고, ㉢(㉢, ABd/abD)가  $\frac{1}{1}$ 이다.

**오답맞이기** ㄴ. ㉢(㉢)은 감수 2분열 중기 세포이므로 이 세포에서 2가  
염색체는 관찰되지 않는다.

## 06

**예설** | (가)는 표현형이 A\_B\_D\_이고, (가)의 자가 교배로 얻은  
F<sub>1</sub>(㉢)에서 ㉠~㉣ 중 ㉢과 ㉣만 나타나므로 ㉢에서 유전자형이 aa,  
bb, dd인 개체가 각각 나타나며, 3가지 형질에 대한 유전자가 모두  
연관되어 있거나, 모두 독립되어 있지는 않다. 따라서 3가지 형질에  
대한 유전자 중 2가지 형질에 대한 유전자는 연관되어 있고, 나머지  
1가지 형질에 대한 유전자는 독립되어 있다. 그런데 ㉢에서 ㉢과 ㉣  
의 비율이 서로 같으므로 ㉢은 aabbdd이고, (가)에서 A와 b(a와  
B)가 연관되어 있고, D(d)는 독립되어 있다.

**정답맞이기** ㄱ. (나)는 유전자형이 (가)와 같은 AaBbDd이고, (나)를  
자가 교배시켜 얻은 F<sub>1</sub>(㉢)에는 표현형이 aabbD\_인 개체가 있으며  
로 (나)에서는 A와 B(a와 b)가 연관되어 있고, D(d)는 독립되어 있  
다. 따라서 ㉢에는 표현형이 ㉢(aabbdd)인 개체가 있다.

ㄴ. ㉢에서 유전자형이 AaBbDd인 개체의 비율은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이  
다.

**오답맞이기** ㄷ. ㉢에서 표현형이 ㉢인 개체는 유전자형이 Abd인 생식  
세포만 형성하거나, aBd인 생식 세포만 형성한다. 그런데 (나)는 유  
전자형이 각각 ABD, ABd, abD, abd인 생식 세포를 같은 비율로  
생성하므로 구하고자 하는 확률은 (나)가 유전자형이 ABD인 생  
식 세포를 형성할 확률과 같은  $\frac{1}{4}$ 이다.

## 07

**예설** | (나)를 결정하는 대립 유전자가 3가지이고, 각 대립 유전자 사이  
의 우열 관계가 분명하다. 따라서 F<sub>1</sub>에서 나타나는 (나)의 표현형은  
최대 2가지이므로, (가)의 표현형은 최대 3가지이다.

**정답맞이기** ㄱ. (가)의 경우, F<sub>1</sub>에서 나타나는 표현형이 최대 3가지이  
므로 부모에서 3쌍의 대립 유전자가 모두 연관되어 있거나, 이 중 2  
쌍의 대립 유전자만 연관되어 있다. 그런데 F<sub>1</sub>에는 ㉢의 수가 2개보

다 적은 개체가 있으므로 ㉠과 ㉡은 각각 A, B, D가 모두 연관되어  
있다.

ㄴ. (나)를 결정하는 대립 유전자(E, F, G) 사이의 우열 관계는 모두  
분명하므로 (나)의 표현형은 최대 3가지이다.

ㄷ. ㉠과 ㉡은 각각 유전자형이 ABDE, ABDF, abdE, abdF인  
생식 세포를 같은 비율로 형성한다. 따라서 F<sub>1</sub>에서 (가)의 표현형이  
모두 부모와 같은 개체(㉢가 3개)의 비율은  $\frac{1}{2}$ 이고, (나)의 표현형이  
부모와 같은 개체의 비율은  $\frac{3}{4}$ 이므로 구하고자 하는 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$   
=  $\frac{3}{8}$ 이다.

## 08

**예설** | (가)의 경우, 1과 2는 r의 수가 같지만 표현형이 다르므로 (가)  
는 X 염색체 유전 형질이다. (나)의 경우, 1과 2가 (나) 발현, 4가 정  
상이므로 (나) 발현(T)이 우성이고, (나)는 상염색체 유전 형질이다.

**정답맞이기** ㄱ. (가)의 유전자형이 1은 Rr, 2는 rY이다. 따라서 (가)  
발현(R)이 우성이고, 유전자형이 3은 RY, 4는 rr, 5는 RY, 6은 rr  
이다.

ㄷ. (가)와 혈액형에 대한 유전자형이 5는 RY/AO이고, 6은 rr/  
AB이다. 따라서 5와 6 사이에서 태어나는 아이가 (가) 발현, A형인  
딸(Rr/AA 또는 Rr/AO)일 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

**오답맞이기** ㄴ. 1은 B형, 2는 A형, 4는 O형이므로 혈액형과 (나)에  
대한 유전자형이 1은 BOTt, 2는 AOTt, 4는 OOtt이고, AB형인  
3은 ABtt이다. 따라서 혈액형과 (나)는 독립되어 있다.

## 09

**예설** | 표현형이 어머니와 아버지는 ㉢, 누나와 철수는 ㉣이므로 ㉢이  
우성, ㉣이 열성이다. 우성 대립 유전자를 A, 열성 대립 유전자를 a  
라고 하면, 어머니와 아버지 중 한 사람은 1가지 대립 유전자만 가지  
며, 이 대립 유전자는 A이다. 만약 어머니의 유전자형이 AA이면 누  
나와 철수가 모두 유전병을 나타내기 위해서는 비분리가 최소 2회 일  
어나야 한다. 따라서 A만 가진 사람은 아버지이고, 아버지의 유전자  
형은 AY, 어머니의 유전자형은 Aa이므로 이 유전병은 X 염색체  
유전 형질이다.

**정답맞이기** ㄴ. 누나는 어머니로부터만 X 염색체를 1개 물려받았으  
로 터너 증후군( $2n-1=44+X$ )의 염색체 이상을 나타낸다.

ㄷ. 핵상과 염색체 수가 ㉢는  $n-1=22+0$ , ㉢는  $n=22+X$ , ㉣는  
 $n=22+Y$ , ㉣는  $n=22+X$ 이다. 따라서 세포당  $\frac{X \text{ 염색체 수}}{\text{상염색체 수}}$   
㉢=㉣>㉢=㉣이다.

**오답맞이기** ㄱ. 유전자형이 누나는 a, 철수는 aY이므로 염색체 비분  
리는 아버지의 정자 형성 과정에서 일어났다.

## 10

**예설** | X는 에너지가 방출되고, O<sub>2</sub>가 소비되므로 세포 호흡이다. 따라  
서 ㉢은 포도당, ㉣은 CO<sub>2</sub>이다. (다)는 호흡계이고, 포도당(㉢)은 소  
화계에 의해 몸 안으로 들어오므로 (나)는 소화계이고, (가)는 배설계



이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 배설계(가)에서 오줌이 생성될 때 여과된 포도당(㉠)의 재흡수가 일어난다.

ㄷ. 연수는 호흡 속도를 조절하는 중추이므로 호흡계(다)에는 연수의 조절을 받는 기관이 속해 있다.

**오답짜이기** > ㄴ. CO<sub>2</sub>(㉡)는 주로 호흡계(다)에 의해 날숨으로 몸 밖으로 나간다.

## 11

**예설** | X와 Y 중 한 부위를 1회 자극하고 3ms가 지날 때 C에서의 막전위가 -5mV이므로 A에서의 막전위는 -80mV이고, B에서의 막전위는 +35mV이다. 따라서 이 경우 X를 자극해 흥분이 A에서 C 방향으로 전도된다.

**정답맞이기** > ㄴ. 흥분은 C → Y 방향으로 전도되므로 C와 Y 사이에 있는 부위의 막전위는 -5mV와 -70mV(휴지 전위) 사이의 값이다.

**오답짜이기** > ㄱ. 흥분은 B → C 방향으로 전도되며, 막전위가 B에서는 양(+), C에서는 음(-)의 값이므로 (가)의 C에서는 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.

ㄷ. X를 자극하고 3ms가 지났을 때 B는 막전위가 +35mV이므로 B를 자극하면 3ms가 지나기 전에 활동 전위가 발생한다. 그런데 (나)에서 ㉠의 막 투과도는 3ms 이후에 최대가 된다. 따라서 ㉠은 K<sup>+</sup>이며, K<sup>+</sup>은 통로를 통해 세포 안에서 밖으로 확산된다.

## 12

**예설** | A는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 교감 신경, B는 신경절이 없는 체성 운동 신경, C는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 긴 부교감 신경이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 피부 근처 혈관이 수축하면 피부를 통한 열 방출량이 감소하고, 골격근에서 열 발생량이 증가하므로 이 과정은 추울 때 일어난다.

**오답짜이기** > ㄴ. 피부 근처 혈관의 수축(㉠)은 교감 신경(A)이 작용하여 일어나며, 골격근의 수축에 의한 몸 떨림(㉡)은 체성 운동 신경(B)이 작용하여 일어난다.

ㄷ. C는 척수에서 나오는 부교감 신경이다. 심장 박동 속도를 감소시키는 부교감 신경은 연수에서 나온다.

## 13

**예설** | A는 부신에서 분비되므로 에피네프린이다. B는 식사 후 혈당량이 높아질 때 혈중 농도가 증가하므로 혈당량을 낮추는 인슐린이고, C는 글루카곤이다.

**정답맞이기** > ㄱ. X는 부신 속질에서 에피네프린(A)의 분비 및 이자에서 인슐린(B)과 글루카곤(C)의 분비를 조절하는 시상 하부이다.

ㄴ. 글루카곤(C)은 이자의 α 세포에서 분비된다.

**오답짜이기** > ㄷ. ㉠은 교감 신경에 의해 에피네프린(A)의 분비가 촉진되는 경로이고, ㉡은 부교감 신경에 의해 인슐린(B)의 분비가 촉진되는 경로이다.

## 14

**예설** | 1차 면역 반응 과정에서 대식 세포가 보조 T 림프구에게 항원을 제시하면 보조 T 림프구가 활성화되고, 활성화된 보조 T 림프구는 B 림프구를 활성화시키므로 ㉠은 대식 세포, ㉡은 보조 T 림프구, ㉢은 B 림프구이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 체액성 면역 반응이 일어나 항체가 생성되기 위해서는 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구가 형질 세포로 분화되어야 하므로 I에서 (가)와 (나)가 모두 일어난다.

ㄴ. 대식 세포(㉠)는 1차 방어 작용(비특이적 방어)에 해당하는 식균 작용을 통해 X를 세포 안으로 들여온 후 보조 T 림프구에게 제시한다.

ㄷ. III에서 2차 면역 반응이 일어나 I~II에서보다 항체가 빠르게 생성되었다. 따라서 II에서 이 위의 체내에 X에 대한 기억 세포가 존재한다. 기억 세포는 B 림프구(㉢)로부터 분화되었다.

## 15

**예설** | ABO식 혈액형만 고려했을 때, 소량 수혈은 ㉠이 각각 ㉡와 ㉢에게 혈액을 주는 것만 가능하므로 ㉠~㉢은 모두 ABO식 혈액형이 서로 다르고, ㉠은 O형이다.

**정답맞이기** > ㄱ. I~III(㉠~㉢)의 ABO식 혈액형이 모두 서로 다르므로 ㉡은 항 Rh 혈청이고, 혈액형이 I은 Rh<sup>+</sup> O형, II와 III은 각각 Rh<sup>+</sup> A형과 Rh<sup>+</sup> B형 중 하나이다. 딸은 Rh<sup>+</sup> O형이므로 ㉠이다.

ㄴ. I(Rh<sup>+</sup> O형)의 혈장에는 응집소 α와 β가 모두 존재하고, III의 혈구에는 응집원 A와 B 중 하나가 존재하므로 이 둘을 섞으면 응집한다.

**오답짜이기** > ㄷ. II와 III의 혈액형은 각각 Rh<sup>+</sup> A형과 Rh<sup>+</sup> B형 중 하나이므로 이 둘은 ABO식 혈액형에 대해 공통된 응집소를 가지지 않는다.

## 16

**예설** | ㉠은 작용, ㉡은 반작용, ㉢은 군집 내(개체군 간) 상호 작용, ㉣은 개체군 내 상호 작용이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉠은 환경이 생물에 영향을 미치는 작용이다.

**오답짜이기** > ㄴ. ㉡은 군집 내 두 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용이고, ㉢은 개체군 내에서 일어나는 상호 작용이다. (나)에서 은어의 텃세는 개체군 내 상호 작용이므로 ㉣의 예이다.

ㄷ. 뿔나무 세포가 겨울에 어는 것을 막기 위해 삼투압이 높아지는 것은 온도에 대한 적응이므로 작용(㉠)의 예이다.

## 17

**예설** | X가 이완해 길이가  $x \mu\text{m}$  길어질 경우, ㉠의 길이는  $\frac{1}{2}x \mu\text{m}$  짧아지고, ㉡의 길이는  $x \mu\text{m}$  길어지며, ㉢의 길이는  $\frac{1}{2}x \mu\text{m}$  길어진다. 따라서 시간이  $t_1$ 에서  $t_2$ 로 흐를 때 ㉠의 길이는  $0.2 \mu\text{m}$  길어지지만 ㉡와 ㉢의 길이 합은 변하지 않으므로 ㉠은 ㉡이고, ㉡와 ㉢은 각각 ㉠과 ㉢ 중 하나이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉠(㉡)의 길이가  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.2 \mu\text{m}$  길므로 X의 길이는  $0.2 \mu\text{m}$  길어지고, ㉠의 길이는  $0.1 \mu\text{m}$  짧아지며, ㉢의



길이는 0.1 μm 길어진다.

ㄴ. X가 이완하면 A대의 길이는 변하지 않지만, I대의 길이는 길어진다.

**오답피하기** > ㄷ. ㉠의 길이는 0.1 μm 짧아지고, ㉡의 길이는 0.2 μm 길어지므로 ㉠과 ㉡의 길이 합은 0.1 μm 증가한다.

### 18

**예설** | A와 B 사이에서 포식과 피식이 일어나 두 종의 개체수가 주기적으로 변동한다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $t_1 \sim t_2$ 에서 A는 개체수가 감소 중이고, B는 개체수가 증가 중이므로  $\frac{\text{사망률}}{\text{출생률}}$ 은 A에서는 1보다 크고, B에서는 1보다 작다.

ㄴ. 경쟁에서는 두 종이 모두 손해를 보고, 포식과 피식에서는 한 종(피식자)이 손해를 보고, 다른 종(포식자)이 이익을 얻는다. 따라서 경쟁은 ㉠, 포식과 피식은 ㉡이고, ㉢는 '손해', ㉣는 '이익'이다. A와 B 사이에서 포식과 피식이 일어난다.

**오답피하기** > ㄷ. ㉤은 두 종이 모두 이익(㉣)을 보는 상리 공생이다. 환경 수용력은 개체군의 최대 크기로, 상리 공생(㉤)에서는 두 종의 환경 수용력이 모두 단독 배양할 때가 혼합 배양할 때보다 작다.

### 19

**예설** | ㉢는 생산자(A)의 순생산량에 포함되므로 피식량이고, ㉣는 호흡량이다. 질화 작용을 통해 ㉠이 ㉡으로 전환되므로 ㉠은  $\text{NH}_4^+$ , ㉡은  $\text{NO}_3^-$ 이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 생산자의 호흡량(㉣)은 40(상댓값)이고, 순생산량은  $100 - 40 = 60$ (상댓값)이다.

ㄷ. 질소 순환 과정에서 탈질소 세균에 의해  $\text{NO}_3^-$ (㉡)이  $\text{N}_2$ 로 전환되는 탈질소 작용이 일어난다.

**오답피하기** > ㄴ. 분해자는 생산자의 사체와 낙엽을 분해하며, 생산자를 포식한 소비자의 사체와 배설물도 분해한다. 따라서 표에서 분해자의 호흡량은 고사, 낙엽량뿐 아니라 피식량(㉢)에도 포함된다.

### 20

**예설** | 표는 두 지역에 서식하는 여러 종의 개체수를 나타낸 것이므로 종 다양성(A)과 가장 관련이 깊다. 따라서 B는 생태계 다양성이다. (가)와 (나)는 면적이 같고, 이 두 지역에서 ㉢의 밀도가 같으므로 (나)에서 ㉢의 개체수는 40이다. 그런데 (가)에서 ㉢의 상대 밀도는  $\frac{40}{150} \times 100 = \frac{80}{3} \%$ 이므로 (나)에서 ㉢의 상대 밀도도  $\frac{80}{3} \%$ 이다. 따라서 (나)에서 ㉢의 개체수는 40이다.

**정답맞이기** > ㄷ. B는 생태계 다양성이다. 생태계 다양성은 생물과 무기 환경과의 상호 작용에 대한 다양성을 포함하므로 초원, 삼림, 강, 습지 등이 다양하게 형성되는 것이 생태계 다양성에 해당한다.

**오답피하기** > ㄱ. 종 다양성(A)은 서식하는 종이 다양하고, 각 종의 분포 비율이 고를수록 높다. 그런데 (가)와 (나)에 서식하는 종은 모두 4종이지만, 각 종의 분포 비율은 (나)에서가 (가)에서보다 더 고르므로 종 다양성은 (나)에서가 (가)에서보다 높다.

ㄴ. ㉢의 상대 밀도는 (가)에서는  $\frac{20}{150} \times 100 = \frac{40}{3} \%$ 이고, (나)에서는  $\frac{30}{150} \times 100 = 20 \%$ 이다.

## 실전 모의고사 4회

분문 132~137쪽

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

### 01

**예설** | A는 바이러스, B는 숙주 세포이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 숙주 세포(B)는 리보솜을 가진다.

ㄷ. 바이러스(A)와 숙주 세포(B)는 모두 핵산을 가지고 있다.

**오답피하기** > ㄱ. 바이러스(A)는 세포 구조가 아니기 때문에 분열법으로 증식하지 않는다.

### 02

**예설** | A는 골지체, B는 중심체이다. 중심체는 토끼의 간세포에만 있고, 골지체는 토끼의 간세포와 시금치의 공변세포에 모두 있으므로 ㉠은 B, ㉡은 A이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 골지체(㉢)는 세포의 물질 분비에 관여한다.

**오답피하기** > ㄱ. ㉠은 토끼의 간세포에는 있고, 시금치의 공변세포에는 없으므로 중심체인 B이다.

ㄷ. 골지체는 토끼의 간세포에 있으므로 ㉢는 'O'이다.

### 03

**예설** | (가)는 조직, (나)는 기관, (다)는 기관계이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 비슷한 기능을 담당하는 세포가 모여 조직을 이루므로 근육 조직은 (가)의 예에 해당한다.

ㄴ. 식물의 꽃은 식물의 구성 단계에서 기관에 해당한다. 따라서 동물의 (나)와 같은 구성 단계이다.

**오답피하기** > ㄷ. 기관계(다)는 동물 구성 단계에만 있고 식물의 구성 단계에는 없다.

### 04

**예설** | 이 사람의 핵형 분석 결과를 보면 21번 염색체가 3개이므로 다운 증후군을 나타내며 성염색체는 XY를 가지므로 남자이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 21번 염색체가 3개이므로 다운 증후군의 염색체 이상을 보인다.

ㄴ. ㉠은 X 염색체로 어머니로부터 물려받았다.

**오답피하기** > ㄷ. 성염색체의 염색 분체 수는 4, 상염색체의 염색 분체 수는 90이므로  $\frac{\text{상염색체의 염색 분체 수}}{\text{성염색체의 염색 분체 수}} = \frac{45}{2}$ 이다.

### 05

**정답맞이기** > ㄴ. (나)는 염색 분체가 분리되고 있고 상동 염색체는 없으므로 감수 2분열 후기의 모습이다. 감수 2분열 후기는 구간 II에 해당한다.

ㄷ. 이 동물의 염색체 수는  $2n = 6$ 이다. 따라서 구간 I에서 관찰되

는 세포에서 A의 수는 1, a의 수는 1, 염색체 수는 6이다. 구간 III은 감수 2분열이 끝난 시기이므로 A의 수가 1이면 a의 수는 0이고, A의 수가 0이면 a의 수는 1이다. 따라서 A의 수+a의 수는 1이고, 염색체 수는 3이다. 세포당  $\frac{\text{염색체 수}}{\text{A의 수+a의 수}}$ 는 구간 I에서 관찰되는 세포와 구간 II에서 관찰되는 세포가 같다.

**오답피하기** > ㄱ. 구간 I은 G<sub>1</sub>기에 해당하는데 세포에 방추사가 나타나는 시기는 분열기이므로 구간 I의 세포에서 방추사가 나타나지 않는다.

## 06

**정답맞이기** > ㄴ, ㄷ. ㉠은 A의 DNA 상대량이 4, B의 DNA 상대량이 2이므로 DNA가 복제된 상태의 세포인 I이다. ㉠이 분열하면 A의 DNA 상대량은 2가 되고 B 또는 b의 DNA 상대량이 2가 되므로 ㉡은 II임을 알 수 있다. 따라서 ㉢는 2, ㉣는 2이다. ㉡이 분열하면 A의 DNA 상대량은 1, b의 DNA 상대량은 1이 되는데 ㉠에서 b의 DNA 상대량이 2이므로 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어났고 ㉠은 III임을 알 수 있다. 따라서 ㉤은 IV, ㉥은 V가 되므로 ㉦는 2가 된다.

**오답피하기** > ㄱ. ㉠+㉡+㉢=6이다.

## 07

**예설** | II가 A라면 II의 에너지 효율은 15%가 되므로 III은 D가 될 것이다. I이 C라면 I의 에너지양은 100이 되고 III의 에너지양은 15가 될 것이다. 따라서 IV는 B가 되며 에너지 효율은 20%이다.

**정답맞이기** > ㄴ. ㉠은 100, ㉡은 15이므로 ㉢는 ㉡보다 크다.

ㄷ. (가)에서 A의 에너지 효율은 15%, B의 에너지 효율은 20%이므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율이 증가한다.

**오답피하기** > ㄱ. I이 A일 때 D의 에너지 효율이 A와 같은 경우가 없으므로 I은 A가 아니다.

## 08

**예설** | 영희와 남동생에서 A와 A\*의 DNA 상대량 합이 2로 동일하므로 A와 A\*는 상염색체에 있고, B와 B\*의 DNA 상대량 합은 오빠가 영희의 절반이므로 B와 B\*는 성염색체에 있다.

**정답맞이기** > ㄴ. A와 A\*는 상염색체에 존재하므로 오빠에서 A의 DNA 상대량은 2이다. 따라서 ㉠은 2이고, 영희에서 A\*의 DNA 상대량이 2이므로 어머니는 A와 A\*의 DNA 상대량이 각각 1이다. 따라서 ㉡은 1이다. 어머니에서 B\*의 DNA 상대량이 0이므로 B의 DNA 상대량은 2이다. 따라서 ㉢은 2이고, ㉠+㉡+㉢=5이다.

ㄷ. 영희는 아버지에게서 A\*와 B\*를, 어머니에게서 A\*와 B를 물려받았다.

**오답피하기** > ㄱ. 염색 분체는 동일한 유전 정보를 가지므로 ㉣는 A\*이다.

## 09

**예설** | 빛에너지를 흡수하여 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O를 이용하여 포도당을 합성하는 과정인 ㉠은 광합성이고, 포도당을 분해하여 ATP를 합성하는

과정인 ㉡은 세포 호흡이다.

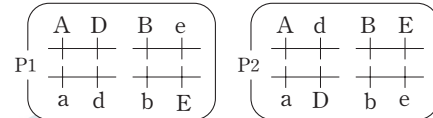
**정답맞이기** > ㄱ. 광합성(㉠) 과정에서 동화 작용이 일어난다.

ㄴ. 물질대사 과정에는 촉매 역할을 하는 효소가 필요하다.

ㄷ. ATP가 분해되는 과정에서 방출된 에너지는 (나)와 같은 물질의 합성 과정에 사용된다.

## 10

**예설** | ㉠에서 표현형이 aaB\_ddee인 개체가 태어나는 경우는 A, D, E(a, d, e)가 연관된 경우, A와 D(a와 d)가 연관된 경우, A와 E(a와 e)가 연관된 경우, D와 E(d와 e)가 연관된 경우이다. 이 중 A\_B\_D\_ee인 개체가 태어나는 경우는 A와 D(a와 d)가 연관되고, B와 e(b와 E)가 연관된 경우이다. 따라서 P1에서 A는 D(a는 d)와, B는 e(b는 E)와 연관되어 있다. P1과 P2를 교배하여 얻은 자손의 표현형이 최대 12가지가 되려면 P2에서 A는 d(a는 D)와, B는 E(b는 e)와 연관되어 있어야 한다.



**정답맞이기** > ㄴ. P2를 자가 교배한 결과를 염색체 단위로 살펴보면 다음과 같다.

생식 세포	Ad	aD	생식 세포	BE	be
Ad	AAdd	AaDd	BE	BBEE	BbEe
aD	AaDd	aaDD	be	BbEe	bbee

따라서 이 자손에서 (가)~(라)에 대한 유전자형이 모두 이형 접합일 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

ㄷ. ㉠을 염색체 단위로 살펴보면 다음과 같다.

생식 세포	AD	ad	생식 세포	Be	bE
AD	AADD	AaDd	Be	BBee	BbEe
ad	AaDd	aadd	bE	BbEe	bbEE

표현형이 A\_bbD\_EE인 개체에서 AD의 생식 세포가 형성될 확률은  $\frac{1}{3} \times 1 + \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$ 이고, ad의 생식 세포가 형성될 확률은  $\frac{1}{3}$ 이고, bE의 생식 세포가 형성될 확률은 1이다.

㉡을 염색체 단위로 살펴보면 다음과 같다.

생식 세포	AD	ad	생식 세포	Be	bE
Ad	AADd	Aadd	BE	BBEe	BbEE
aD	AaDD	aaDd	be	Bbee	bbEe

표현형이 aaB\_D\_ee인 개체에서 aD의 생식 세포가 형성될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, ad의 생식 세포가 형성될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, Be의 생식 세포가 형성될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, be의 생식 세포가 형성될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

㉠에서 표현형이 A\_bbD\_EE인 개체와 ㉡에서 표현형이 aaB\_D\_ee인 개체를 교배한 결과를 염색체 단위로 살펴보면 다음과 같다.

생식 세포	AD( $\frac{2}{3}$ )	ad( $\frac{1}{3}$ )	생식 세포	bE
aD( $\frac{1}{2}$ )	AaDD( $\frac{1}{3}$ )	aaDd( $\frac{1}{6}$ )	Be( $\frac{1}{2}$ )	BbEe( $\frac{1}{2}$ )
ad( $\frac{1}{2}$ )	AaDd( $\frac{1}{3}$ )	aadd( $\frac{1}{6}$ )	be( $\frac{1}{2}$ )	bbEe( $\frac{1}{2}$ )

따라서 이 자손의 유전자형이 P1과 같을 확률은  $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ 이다.

**오답피하기** > ㄱ. ㉠에서 표현형이 A\_B\_ddee인 개체수와 aabbD\_Ee인 개체수의 비는 1 : 1이다.

## 11

**예설** | A는 부교감 신경, B는 교감 신경이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 방광과 연결된 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.

ㄴ. 교감 신경의 활동 전위 발생 빈도가 증가(가)하면 방광이 확장된다.

ㄷ. 부교감 신경은 방광을 수축시키고, 소장 운동을 촉진한다.

## 12

**예설** |  $t_1$ 일 때 ㉠, ㉡, ㉢의 길이를 각각 ㉠<sub>1</sub>, ㉡<sub>1</sub>, ㉢<sub>1</sub>이라 하고,  $t_2$ 일 때 ㉠, ㉡, ㉢의 길이를 각각 ㉠<sub>2</sub>, ㉡<sub>2</sub>, ㉢<sub>2</sub>이라 하면 ㉠<sub>1</sub>+0.2=㉠<sub>2</sub>이고, ㉡<sub>1</sub>+0.4=㉡<sub>2</sub>이다.  $t_1$ 일 때 ㉠의 길이 : ㉡의 길이=2 : 3이므로 5㉠<sub>1</sub>+㉡<sub>1</sub>=2.4이고,  $t_2$ 일 때 ㉠의 길이 : ㉡의 길이=1 : 2이므로 ㉠<sub>2</sub>+㉡<sub>2</sub>=1.4이다. 따라서 ㉠<sub>1</sub>+㉡<sub>1</sub>=0.8이므로  $t_1$ 일 때 ㉠의 길이는 0.4, ㉡의 길이는 0.6, ㉢의 길이는 0.4이고,  $t_2$ 일 때 ㉠의 길이는 0.6, ㉡의 길이는 0.4, ㉢의 길이는 0.8이다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $t_2$ 일 때 ㉠의 길이는 0.6  $\mu$ m이다.

ㄴ.  $t_1$ 일 때 ㉡의 길이 : ㉢의 길이=0.6 : 0.4=3 : 2이다.

**오답피하기** > ㄷ.  $\frac{\text{㉠의 길이}}{\text{㉠의 길이}+\text{㉡의 길이}}$ 는  $t_1$ 일 때  $\frac{0.4}{0.6+0.4}=0.4$ 이

고,  $t_2$ 일 때  $\frac{0.6}{0.4+0.8}=0.5$ 이므로  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.

## 13

**예설** | 포도당은 알코올 발효를 통해 에탄올이 생성되므로 (가)는 포도당, (나)는 아미노산이다. 세포 호흡 과정에서 O<sub>2</sub>가 소비되므로 ㉠은 O<sub>2</sub>이고, 3가지 세포 호흡 과정에서 모두 생성되는 ㉡은 CO<sub>2</sub>이다. 아미노산의 세포 호흡을 통해서 NH<sub>3</sub>가 생성되므로 ㉢은 H<sub>2</sub>O, ㉣은 NH<sub>3</sub>이다.

**정답맞이기** > ㄴ. 폐에서 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O의 일부가 몸 밖으로 배출되므로 호흡계는 CO<sub>2</sub>(㉡)와 H<sub>2</sub>O(㉣)의 배출에 관여한다.

ㄷ. 위를 구성하는 조직 세포에서 세포 호흡이 이루어지면 CO<sub>2</sub>(㉡), H<sub>2</sub>O(㉣), NH<sub>3</sub>(㉣)가 모두 생성된다.

**오답피하기** > ㄱ. 아미노산(나)은 소장의 모세 혈관을 통하여 흡수된다.

## 14

**정답맞이기** > ㄴ. ㉠은 3 ms일 때 B의 d<sub>1</sub>에서 측정된 막전위이다. A의 d<sub>4</sub>는 d<sub>1</sub>에서 4 cm 떨어져 있고, B의 d<sub>1</sub>은 d<sub>5</sub>에서 6 cm 떨어져 있

는데 A와 B의 흥분 전도 속도는 각각 2 cm/ms, 3 cm/ms이므로 A의 d<sub>4</sub>에서의 막전위와 ㉠은 같다.

**오답피하기** > ㄱ. A의 d<sub>1</sub> 지점에 자극을 주고 3 ms일 때 d<sub>1</sub>의 막전위는 -80 mV가 되므로 IV는 d<sub>1</sub>임을 알 수 있다. B의 d<sub>5</sub> 지점에 자극을 주고 3 ms일 때 d<sub>5</sub>의 막전위는 -80 mV가 되므로 II는 d<sub>5</sub>임을 알 수 있다. A에서 흥분 전도 속도가 2 cm/ms이므로 막전위가 +10 mV인 I은 d<sub>2</sub>이고, -60 mV인 III은 d<sub>4</sub>이다. 따라서 V는 d<sub>3</sub>이다.

ㄷ. 3 ms일 때 B의 d<sub>3</sub>에서의 막전위는 +10 mV로 재분극이 일어나고 있다.

## 15

**예설** | 시상 하부의 설정점 온도를 높이면 체온을 높이기 위하여 갑상샘에서는 티록신이 분비되고, 부신 속질에서는 에피네프린이 분비되어 간과 근육에서 물질대사가 촉진된다. A는 티록신, B는 에피네프린이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 갑상샘에서 분비되는 티록신은 음성 피드백에 의해 분비가 조절되는데, 티록신의 농도가 높아지면 시상 하부의 TRH 분비와 뇌하수체 전엽의 TSH 분비가 억제되어 갑상샘의 티록신 분비가 감소한다.

ㄷ. 시상 하부의 설정점 온도를 높이면 체온을 높이기 위하여 에피네프린(B)의 분비가 촉진된다. 따라서 단위 시간당 B의 분비량은  $t_1$ 일 때보다  $t_2$ 일 때가 많다.

**오답피하기** > ㄴ. 에피네프린은 부신 속질에서 분비된다.

## 16

**예설** | 항원의 침입 시 보조 T 림프구의 도움을 받아 B 림프구는 기억 세포와 형질 세포로 분화되며, 형질 세포는 항체를 생산하므로 ㉠은 형질 세포, ㉡은 기억 세포이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉡은 기억 세포이다.

ㄴ. 항원 A의 1차 주사로 동물 X의 혈중 항원 A에 대한 항체 농도가 증가하고 항원 A의 2차 주사로 혈중 항원 A에 대한 항체 농도가 1차 주사 이후보다 많이 증가하므로 구간 I에는 항원 A에 대한 형질 세포(㉠)와 기억 세포(㉡)가 모두 존재한다.

ㄷ. 구간 II에서 동물 X의 혈중 항원 B에 대한 항체 농도가 증가하고 있으므로 체액성 면역이 일어나고 있는 것이다. 체액성 면역는 2차 방어 작용에 해당한다.

## 17

**예설** | (가)를 결정하는 3개의 유전자가 모두 하나의 상염색체에 있는 경우와 2개의 상염색체에 있는 경우와 3개의 상염색체에 존재하는 경우가 있다. 이 중 주어진 조건을 만족하는 경우는 (가)를 결정하는 3개의 유전자가 2개의 상염색체에 있는 경우이다. 만약 A와 B(a와 b)가 하나의 염색체에 존재한다고 가정하고 1과 2에서 모두 A와 B(a와 b)가 연관되어 있을 때 5의 동생에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 7가지가 된다. 또한 3과 4에서 모두 A와 b(a와 B)가 연관되어 있을 때 6의 동생에게서 나타날 수 있는 표현형은 최대 3가지가



된다.

**정답맞이기** > ㄴ. (가)를 결정하는 3개의 유전자 중 A와 B(a와 b)가 하나의 염색체에 존재한다고 가정하고 3과 4에서 모두 A와 b(a와 B)가 연관되어 있을 때 6의 동생에게서 나타날 수 있는 유전자형은 다음과 같다.

생식 세포	Ab	aB	생식 세포	D	d
Ab	AAbb	AaBb	D	DD	Dd
aB	AaBb	aaBB	d	Dd	dd

따라서 6의 동생이 태어날 때, 이 아이의 (가)의 표현형이 6과 같은 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

ㄷ. 5와 6의 유전자형은 모두 AaBbDd인데 5는 2개의 유전자가 상인 연관이고 6은 2개의 유전자가 상반 연관이다. A와 B(a와 b)가 하나의 염색체에 존재한다고 가정할 때 5의 생식 세포는 ABD, ABd, abD, abd이고, 6의 생식 세포는 AbD, Abd, aBD, aBd이다. 5와 6 사이에서 아이가 태어날 때 염색체 단위로 살펴보면 다음과 같다.

생식 세포	AB	ab	생식 세포	D	d
Ab	AABb	Aabb	D	DD	Dd
aB	AaBB	aaBb	d	Dd	dd

대문자로 표시되는 대립 유전자의 수가 1, 2, 3, 4, 5이다. 따라서 이 아이에게서 나타날 수 있는 (가)에 대한 표현형은 최대 5가지이다.

**오답짜이기** > ㄱ. (가)를 결정하는 3개의 유전자 중 A와 B(a와 b)가 하나의 염색체에 존재한다고 가정하고 1과 2에서 모두 A와 B(a와 b)가 연관되어 있을 때 5의 동생에게서 나타날 수 있는 유전자형은 다음과 같다.

생식 세포	AB	ab	생식 세포	D	d
AB	AABB	AaBb	D	DD	Dd
ab	AaBb	aabb	d	Dd	dd

따라서 5의 동생이 태어날 때, 유전자형이 AaBbDd일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

## 18

**예설** | ㉠은 비생물적 환경 요인이 생물 군집에 영향을 미치는 작용, ㉡은 생물 군집이 비생물적 환경 요인에 영향을 미치는 반작용, ㉢은 군집 내 개체군 간의 상호 작용, ㉣은 개체군 내의 상호 작용이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 곰팡이는 생물 군집에 속한다.

ㄴ. 가뭄으로 옥수수 생장이 저해되는 것은 비생물적 환경 요인이 생물 군집에 영향을 미치는 작용(㉠)의 예에 해당한다.

**오답짜이기** > ㄷ. 수컷 도마뱀이 동일 종의 다른 수컷들을 쫓아내면서 자신의 영역을 지키는 것(territory)은 개체군 내의 상호 작용(㉢)의 예에 해당한다.

## 19

**예설** | (가)에서 아버지와 (나)에서 아들의 표현형이 같고, (가)에서 어머니와 (다)에서 딸의 표현형이 같으므로 (가)는 ㉢이며, (나)는 ㉣.

(다)는 ㉣이거나 (나)는 ㉣, (다)는 ㉣임을 알 수 있다. (나)는 ㉣, (다)는 ㉣이라고 하자.

**정답맞이기** > ㄴ. 1~7에서 A와 B를 모두 가지는 사람은 2와 6으로 총 2명이다.

ㄷ. ㉠과 ㉡에 대한 5의 유전자형은  $X^A Y/BB^*$ , 6의 유전자형은  $X^A X^A/BB^*$ 이다. 따라서 7의 동생이 태어날 때 이 아이에게서 ㉠이 발현될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이고, ㉡이 발현될 확률은  $\frac{3}{4}$ 이므로 ㉠과 ㉡이 모두 발현될 확률은  $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ 이다.

**오답짜이기** > ㄱ. (나)의 아버지, 어머니, 아들은 가계도에서 구성원 1, 2, 5에 해당한다. 1, 2, 5에서 A\*의 수는 서로 같다고 했는데 남자인 1과 5에서는 ㉠이 발현되고, 여자인 2에서는 ㉠이 발현되지 않았으므로 A와 A\*는 성염색체에 있고, A\*는 ㉠ 발현 대립 유전자임을 알 수 있다.

## 20

**예설** | A의 개체군 밀도는 ㉠과 ㉡에서 같은데 ㉢의 면적은 ㉠의 2배이므로 ㉢에서 A의 개체수는 ㉠에서 A의 개체수의 2배이다. 따라서 ㉢에서 A의 개체수는 20이다.

**정답맞이기** > ㄱ. C의 상대 밀도는 ㉢과 ㉣에서 같으므로  $\frac{a}{60+a} = \frac{25}{100}$ 이다. 따라서 a는 20임을 알 수 있다.

ㄷ. ㉠에서 D의 상대 밀도는  $\frac{12}{50}$ 이고, ㉢에서 D의 상대 밀도는  $\frac{12}{80}$ 이다. 따라서 D의 상대 밀도는 ㉠에서가 ㉢에서보다 크다.

**오답짜이기** > ㄴ. ㉠의 면적을 a라 할 때 ㉢의 면적은 2a, ㉣의 면적은 3a가 된다. ㉢에서 B의 개체군 밀도는  $\frac{15}{2a}$ 이고, ㉣에서 B의 개체군 밀도는  $\frac{24}{3a}$ 이다. 따라서 B의 개체군 밀도는 ㉢에서가 ㉣에서보다 작다.



**실전 모의고사 5회**

본문 138~143쪽

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

**01**

**예설** | 탄수화물에 속하는 것은 과당과 셀룰로스이고, 식물 세포벽의 주성분인 것은 셀룰로스이다. 따라서 A는 셀룰로스이고, B는 과당이며, C는 콜레스테롤이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A는 셀룰로스이다.

ㄷ. 콜레스테롤은 스테로이드에 해당하며, 중성 지방, 인지질, 스테로이드는 지질에 속한다.

**오답짜이기** > ㄴ. 과당, 포도당은 단당류에 속한다.

**02**

**예설** | 구간 I에는 G<sub>1</sub>기 세포가, 구간 II에는 G<sub>2</sub>기 세포와 M기 세포가 있다.

**정답맞이기** > ㄴ. 구간 II에는 G<sub>2</sub>기 세포가 있으며 G<sub>2</sub>기 세포는 핵막을 가진다.

**오답짜이기** > ㄱ. (나)는 M기 후기의 세포이다. 따라서 구간 II에 (나)와 같은 시기의 세포가 있다.

ㄷ. ③과 ④는 분리되기 전에는 하나의 염색체를 이루던 염색 분체였으므로 ③과 ④ 중 어느 하나가 복제되어 다른 하나가 만들어진 것이다.

**03**

**정답맞이기** > ㄱ. 잎과 열매는 모두 식물의 구성 단계 중 기관에 해당한다.

ㄴ. 식물의 조직계에는 기본 조직계, 표피 조직계, 관다발 조직계가 있다. 해면 조직과 울타리 조직은 모두 기본 조직계에 속한다.

**오답짜이기** > ㄷ. 정맥은 여러 조직으로 구성된 기관에 해당한다.

**04**

**예설** | (가)는 엽록체, (나)는 미토콘드리아, (다)는 리소좀이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 엽록체에서 광합성이 일어나 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.

ㄴ. 리소좀은 가수 분해 효소를 가지고 있어 세포 내 소화를 담당한다.

ㄷ. 미토콘드리아에는 세포 호흡에 관여하는 효소가, 리소좀에는 가수 분해 효소가 있다.

**05**

**예설** | 뇌졸중에 속하는 것은 연수이고, 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 있는 것은 연수와 척수이다. 따라서 A는 척수,

B는 연수, C는 소뇌이며, ㉠은 '부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 있다.', ㉡은 '뇌졸중에 속한다.'이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉡은 '뇌졸중에 속한다.'이다.

ㄴ. 척수의 속질은 신경 세포체가 모여 있는 회색질이다.

ㄷ. 연수는 심장 박동 조절의 중추이다.

**06**

**예설** | 체세포 분열 중기의 세포가 가진 염색체를 이용하여 핵형을 분석한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 이 사람은 성염색체 구성이 XXY이므로 클라인펠터 증후군의 염색체 이상을 보인다.

ㄷ. 이 핵형 분석 결과에서 상염색체 수는 44이고, 1개의 상염색체는 2개의 염색 분체로 되어 있으므로 상염색체의 염색 분체 수는 88이다. X 염색체 수는 2이다.

**오답짜이기** > ㄴ. 이 핵형 분석 결과에서 적록 색맹 여부, ABO식 혈액형 등은 알 수 없다.

**07**

**예설** | 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 낮아져 항이뇨 호르몬의 분비가 감소한다. 이에 따라 단위 시간당 오줌 생성량이 증가하고, 오줌 삼투압은 감소한다.

**정답맞이기** > ㄱ. 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 낮아져 항이뇨 호르몬의 분비가 감소하므로 혈중 항이뇨 호르몬의 농도는 t<sub>1</sub>일 때가 t<sub>2</sub>일 때보다 높다.

**오답짜이기** > ㄴ. 항이뇨 호르몬의 분비가 감소하면 콩팥에서 단위 시간당 수분 재흡수량이 감소한다. 따라서 콩팥에서 단위 시간당 수분 재흡수량은 t<sub>1</sub>일 때가 t<sub>2</sub>일 때보다 많다.

ㄷ. t<sub>3</sub>일 때는 혈장 삼투압이 물 섭취 이전으로 회복된 상태이므로 혈장 삼투압은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>3</sub>일 때보다 작고, 단위 시간당 오줌 생성량은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>3</sub>일 때보다 많다. 따라서  $\frac{\text{혈장 삼투압}}{\text{단위 시간당 오줌 생성량}}$ 은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>3</sub>일 때보다 작다.

**08**

**예설** | ㉠은 총생산량이고, ㉡은 호흡량이다. 양수림 → 혼합림 → 음수림 순으로 천이가 진행된다.

**정답맞이기** > ㄱ. A는 양수림이고, B는 음수림이다.

**오답짜이기** > ㄴ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이므로 P의 순생산량은 구간 I에서가 구간 II에서보다 적다.

ㄷ. P의 호흡량은 P의 호흡에 사용된 유기물의 양이다. 분해자는 생물의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 호흡에 사용하므로 분해자의 호흡량은 P의 호흡량에 포함되지 않는다.

**09**

**예설** | A는 종 다양성, B는 생태계 다양성, C는 유전적 다양성이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 종 다양성에는 생산자, 소비자, 분해자에 해당하는 모든 생물 종이 포함된다.

나. 습지, 사막, 초원, 삼림, 강 등이 다양하게 나타나는 것은 생태계 다양성이다.

다. 사람마다 눈동자 색이 다른 것은 동일한 생물 중에서 형질이 개체 간에 다르게 나타나는 것에 해당하므로 유전적 다양성에 해당한다.

## 10

**예설** | IV의 적혈구를 ㉠에 섞었을 때 응집되므로 IV의 적혈구에는 응집원이 있고, ㉠에는 응집소가 있다. I의 적혈구를 ㉡에 섞었을 때 응집되므로 I의 적혈구에는 응집원이 있고, ㉡에는 응집소가 있다. II의 적혈구를 ㉢에 섞었을 때 응집되므로 II의 적혈구에는 응집원이 있고, ㉢에는 응집소가 있다. 따라서 ㉠~㉢은 아버지의 혈청, 자녀 1의 혈청, 자녀 2의 혈청을 순서 없이 나타낸 것이므로 아버지, 자녀 1, 자녀 2의 ABO식 혈액형은 각각 A형, B형, O형 중 하나이다. 이 가족의 구성원은 ABO식 혈액형이 모두 다르다는 조건을 만족하려면 아버지가 O형, 자녀 1과 2 중 한 명은 A형, 다른 한 명은 B형이어야 하며, 어머니는 AB형이다. II의 적혈구와 IV의 적혈구는 응집 반응 결과에서 응집되는 경우도 있고, 응집되지 않는 경우도 있다. 따라서 II와 IV 중 한 명은 A형, 다른 한 명은 B형이므로 II와 IV 중 한 명은 자녀 1, 다른 한 명은 자녀 2이다. I과 III 중 한 명은 AB형, 다른 한 명은 O형인데, III의 적혈구는 응집 반응 결과에서 응집되지 않는 경우가 있으므로 III이 O형인 아버지, I이 AB형인 어머니이다. O형의 적혈구 이외의 다른 혈액형의 적혈구를 O형 혈청에 섞으면 응집되므로 ㉣이 O형인 아버지의 혈청이다. ㉠과 ㉡ 중 하나는 자녀 1의 혈청, 다른 하나는 자녀 2의 혈청이다.

**정답맞이기** > ㄱ. AB형인 어머니의 적혈구는 응집원 A와 응집원 B를 모두 가지므로 ㉠은 '+'이고, O형인 아버지의 혈청은 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 를 모두 가지므로 ㉡는 '+'이다.

나. III은 O형인 아버지이다.

**오답짜이기** > ㄷ. I은 AB형이므로 ABO식 혈액형에 대한 응집소를 가지지 않는다.

## 11

**예설** | ㉠과 ㉡에는 t가 있고, ㉢에는 T가 있으며, ㉣에는 T와 t가 없다. 따라서 ㉣는 수컷의 세포이고, Y 염색체를 가지며, T와 t는 X 염색체에 존재하는 유전자이다.

**정답맞이기** > ㄱ, ㄴ, ㄷ. ㉣는 열성 형질이므로 수컷인 II에게서 ㉣이 발현되지 않으면 I과 II 사이에서 태어난 암컷에게서는 ㉣이 발현되지 않아야 한다. 따라서 ㉣이 발현된 III은 수컷이며, 암컷인 IV에게서는 ㉣이 발현되지 않는다. ㉠에는 h가 1개, t가 2개 있으므로 H가 1개 있으며 ㉡는 핵상이  $2n$ 인 암컷의 세포이다. ㉢를 가진 암컷의 ㉣에 대한 유전자형은 tt이므로 이 암컷에게서는 ㉣이 발현된다. 따라서 이 암컷은 I이며, H를 가지고 있으므로 ㉠도 발현된다. III에게서 ㉣이 발현되므로 ㉢는 III의 세포, ㉣는 II의 세포, ㉠은 IV의 세포이다.

## 12

**예설** | I은 암모니아가 요소로 전환되는 과정, II는 단백질 합성 과정, III은 글리코젠 합성 과정이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 간에서 암모니아가 요소로 전환되며, 간은 소화계에 속한 기관이다.

나. 형질 세포에서 항체가 생성되며, 항체의 주성분은 단백질이므로 형질 세포에서 II가 일어난다.

**오답짜이기** > ㄷ. 이자의  $\alpha$  세포는 글루카곤을 분비한다. 글루카곤은 간에서 글리코젠 분해를 촉진한다.

## 13

**예설** | 이 동물에서 정상 생식 세포의 총 염색체 수는 4이다. ㉠의 총 염색체 수가 6이고 제시된 염색체 비분리가 일어난 조건을 보면 ㉡에는 정상 생식 세포보다 상염색체와 성염색체가 각각 1개씩 더 많은 것을 알 수 있다. ㉡에는 X 염색체가 없고 Y 염색체가 2개 있으므로 ㉡은 IV 또는 V이다.

**정답맞이기** > ㄱ. ㉡이 V라면 제시된 염색체 비분리 조건에 따라 II와 IV에는 3번 상염색체가 없어 II와 IV의 총 염색체 수는 각각 3, X 염색체 수는 각각 1이어야 한다. 이는 제시된 표와 맞지 않으므로 ㉡은 IV이다.

나. II의 총 염색체 수는 5, X 염색체 수는 0이며, V의 총 염색체 수는 3, X 염색체 수는 1이다. 따라서 ㉢은 II, ㉠은 V이며, ㉣는 1, ㉤는 0이다. I의 총 염색체 수는 3 또는 5가 가능하고, X 염색체 수는 1이므로 ㉢은 I, ㉣는 III이다. 2번 상염색체가 없고, 총 염색체 수가 3인 세포의 감수 2분열에서 X 염색체 비분리가 일어나 X 염색체 수가 2인 III이 형성되었으므로 ㉤는 4이다.

**오답짜이기** > ㄷ. 상염색체 수는 III과 V가 2로 같다.

## 14

**예설** | X가 수축하여 길이가  $2a \mu\text{m}$ 만큼 짧아지면 ㉠의 길이는  $a \mu\text{m}$ 만큼 짧아지고, ㉡의 길이는  $2a \mu\text{m}$ 만큼 짧아지며, ㉢의 길이는  $a \mu\text{m}$ 만큼 길어진다. X의 길이가  $2.8 \mu\text{m}$ 에서  $2.2 \mu\text{m}$ 로 짧아지면 ㉠의 길이가  $0.8 \mu\text{m}$ 에서  $0.2 \mu\text{m}$ 로 짧아지므로 ㉠은 ㉡이다. ㉢가 ㉣이라면  $t_1$ 일 때 ㉢가  $0 \mu\text{m}$ 가 되어 X의 길이가  $2.8 \mu\text{m}$ 인 조건에 맞지 않는다. 따라서 ㉢는 ㉠이고, ㉤는 ㉣이다.

**정답맞이기** > ㄱ.  $t_1$ 일 때 ㉢의 길이는  $0.6 \mu\text{m}$ 이다. 액틴 필라멘트의 길이는 ㉠의 길이 + ㉢의 길이와 같고,  $1.0 \mu\text{m}$ 이다. 이 길이는  $t_1 \sim t_3$ 일 때 모두 같으므로 ㉣=0.5이다.

ㄷ. A대는 마이오신 필라멘트가 있는 부분이고, H대는 마이오신 필라멘트만 있는 부분(㉢)이다. 따라서  $t_3$ 일 때 A대의 길이는  $2.2 \mu\text{m} - 0.6 \mu\text{m} = 1.6 \mu\text{m}$ 이고, H대의 길이는  $0.2 \mu\text{m}$ 이다.

**오답짜이기** > ㄴ. ㉢의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.1 \mu\text{m}$ 만큼 길므로 X의 길이는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다  $0.2 \mu\text{m}$ 만큼 짧다. 따라서 ㉣=2.6이다.

## 15

**예설** | ㉠의 유전자가 X 염색체에 존재한다고 가정해보자. ㉠이 열성 형질이라면 여자인 2에게서 ㉠이 발현되었으므로 남자인 5에게서도 ㉠이 발현되어야 하는데 그렇지 않으므로 ㉠은 열성 형질이 아니다. ㉠이 우성 형질이라면 남자인 3에게서 ㉠이 발현되었으므로 여자인 8

에게서도 ㉠이 발현되어야 하는데 그렇지 않으므로 ㉠은 우성 형질이 아니다. 따라서 ㉠의 유전자는 상염색체에 존재한다. 구성원 1~9에서 유전자의 연관 형태를 나타내면 표와 같다.

1	AB*D/A*B*D*	3	ABD*/A*B?
2	A*BD*/AB*D*	4	A*B*D/A*B*D*
5	A*B*D*/A*BD*	8	A*B*?/A*B?
6	AB*D/A*BD*	9	ABD*/A*B*D*
7	AB*D/AB*D*		

㉠의 유전자형이 AA\*인 2에게서 ㉠이 발현되었고 A\*A\*인 5에게서 ㉠이 발현되지 않았으므로 ㉠은 우성 형질이고, A는 A\*에 대해 완전 우성이다. ㉡의 유전자형이 B\*B\*인 4에게서 ㉡이 발현되었고, BB\*인 9에게서 ㉡이 발현되지 않았으므로 ㉡은 열성 형질이고, B는 B\*에 대해 완전 우성이다. D가 D\*에 대해 완전 우성이므로 3이 D를 가지고 있다면, 3이 8에게 D를 물려주어 3과 8이 모두 D를 가지게 되므로 ㉢의 표현형이 같아야 하는데 그렇지 않으므로 3은 D를 가지지 않는다. 따라서 3에서 유전자 연관 형태는 ABD\*/A\*BD\*이고, 8에서 유전자의 연관 형태는 A\*B\*D/A\*BD\*이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 구성원 1~9 중 B\*를 가지지 않은 사람은 구성원 3으로 1명이다.

**오답짜이기** > ㄴ. 구성원 1~9 중 A\*, B\*, D\*가 연관된 염색체를 가진 사람은 구성원 1, 4, 5, 9로 4명이다.

ㄷ. 7과 8 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에서 유전자 연관 형태로 가능한 것은 AB\*D/A\*B\*D, AB\*D/A\*BD\*, AB\*D\*/A\*B\*D, AB\*D\*/A\*BD\*이므로 이 아이에게서 ㉠~㉢이 모두 발현될 확률은 0이다.

## 16

**예설** | 뿌리혹박테리아는 대기 중의 N<sub>2</sub>를 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>으로 전환하는 질소 고정 세균이다. 완두는 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>을 흡수하여 질소 동화 작용에 이용한다. 완두는 CO<sub>2</sub>를 흡수하여 광합성에 이용하고, 호흡에서 생성된 CO<sub>2</sub>를 방출한다. 따라서 ㉠은 N<sub>2</sub>, ㉡은 CO<sub>2</sub>이며, A는 뿌리혹박테리아, B는 완두이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 뿌리혹박테리아는 질소 고정 세균이다.

ㄴ. CO<sub>2</sub>는 완두에서 광합성에 이용된다.

ㄷ. 완두에서 단백질, 핵산을 합성하는 질소 동화 작용이 일어난다.

## 17

**예설** | A는 부신, B는 간, C는 소장이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 부신에서 에피네프린과 코르티코이드가 분비된다.

ㄴ. 부신과 간은 모두 교감 신경의 조절을 받는 기관이다.

ㄷ. 소장에서 포도당, 아미노산, 지방산 등이 흡수된다.

## 18

**예설** | (가)의 표현형은 4가지이고, 유전자형이 AA인 개체, BB인 개체, BC인 개체, CC인 개체의 표현형은 모두 다르므로 B와 C의 우열 관계는 분명하지 않으며, A가 B와 C에 대해 각각 완전 우성이거나 C와 B가 각각 A에 대해 완전 우성이다. I과 II 사이에서 개

체 ㉠이 태어날 때, ㉠에서 (가)의 유전자형이 AB일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이므로 (나)의 유전자형이 DDEEFF일 확률은  $\frac{1}{16}$ 이다. (나)를 결정하는 3개의 유전자가 서로 다른 상염색체에 존재한다면 (나)의 유전자형이 DDEEFF일 확률은  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$ 이다. D, E, F와 d, e, f가 각각 연관되어 있다면 (나)의 유전자형이 DDEEFF일 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 (나)를 결정하는 3개의 유전자 중 어느 2개의 유전자는 연관되어 있고, 나머지 1개의 유전자는 이 2개의 유전자와 서로 다른 상염색체에 존재한다. III과 IV 사이에서 (나)의 유전자형이 DdEEFF인 개체 ㉢과 ddeeFf인 개체 ㉣이 태어났다. (나)를 결정하는 3개의 유전자 중 D, d를 가진 유전자와 E, e를 가진 유전자가 연관되어 있다면 III과 IV 사이에서 DdEE인 개체와 ddee인 개체가 함께 태어날 수 없다. E, e를 가진 유전자와 F, f를 가진 유전자가 연관되어 있다면 III과 IV 사이에서 EEFF인 개체와 eeFf인 개체가 함께 태어날 수 없다. 따라서 D, d를 가진 유전자와 F, f를 가진 유전자가 연관되어 있다. A와 C 중 어느 하나가 다른 하나에 대해 완전 우성이고, AC × AC → AA, AC, AC, CC이므로 (가)의 표현형이 ㉢과 같은 ㉣에서 (가)의 유전자형이 AC일 확률은  $\frac{2}{3}$ 이다.

㉠에서는 D와 F, d와 f가 각각 연관되어 있고, ㉡에서 D와 F, d와 F가 각각 연관되어 있다. ㉠과 ㉡ 사이에서 (나)의 표현형이 ㉢과 같은 개체가 태어나는 경우는 이 개체의 유전자형이 DDEeFF인 경우와 DdEEFF인 경우가 있다. 이 두 경우의 확률은 각각  $\frac{1}{8}$ 이므로 ㉣에서 (나)의 유전자형이 DDEeFF일 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. 따라서 구하는 확률은  $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ 이다.

## 19

**예설** | 결핵은 세균에 의해, 독감은 바이러스에 의해 발병하는 감염성 질병이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 결핵균은 리보솜을 가지고 있어 스스로 단백질을 합성한다.

**오답짜이기** > ㄴ. 바이러스는 세포로 되어 있지 않다.

ㄷ. 백신은 질병을 일으키지 않을 정도로 약화시킨 항원이다.

## 20

**예설** | 흥분이 먼저 도달한 지점은 흥분이 늦게 도달한 지점보다 먼저 막전위 변화가 일어나므로 같은 시점일 때 흥분이 먼저 도달한 지점은 흥분이 늦게 도달한 지점보다 그림 (나)에서 오른쪽(흥분이 도달한 후 시간이 더 지난 상태)에 있는 막전위가 측정되어야 한다. ㉠ms일 때, B의 II에서 막전위가 -80 mV이므로 흥분이 도달한지 3 ms가 지났으며 B의 I과 III에서 막전위가 각각 -40 mV, +10 mV이므로 I, II, III 중 II가 흥분이 가장 먼저 도달했다. ㉡이 ㉠보다 작고, ㉢ms일 때 B의 V에서 막전위가 -80 mV, B의 IV에서 막전위가 +10 mV이므로, V는 II보다 흥분이 늦게 도달했고, IV는 V보다 흥분이 늦게 도달했다. 따라서 II는 d<sub>1</sub>이다. P에서 B의 d<sub>1</sub>까지 흥분이 전도되는 데 걸리는 시간은  $\frac{2}{3}$  ms이고 막전위가 -80 mV

가 되는 데 걸리는 시간이 3 ms이므로 ㉠은  $\frac{2}{3} + 3 = \frac{11}{3}$ 이다.

$\frac{11}{3}$  ms일 때, A의 I에서 측정된 막전위보다 B의 I에서 측정된 막전위가 그림 (나)에서 오른쪽에 있어야 하므로 B의 I은 재분극 상태이다. B의 I에서 막전위가  $-40$  mV이므로 B의 III에서 막전위  $+10$  mV보다 (나)에서 오른쪽에 있게 되어 I이 III보다 흥분이 먼저 도달했음을 알 수 있다. A의 I에서 막전위가  $+30$  mV에서 시간이 더 지나  $+10$  mV이 되었으므로 (나)에서  $+10$  mV는  $+30$  mV보다 오른쪽에 있어야 한다. 따라서 ㉡ms일 때 A의 I은 재분극 상태이다. P에 자극을 주고 경과된 시간이 2 ms일 때 A의  $d_3$ 과 B의  $d_5$ 에 흥분이 동시 도달하므로 ㉢ms일 때 A의  $d_3$ 에서 막전위와 B의  $d_5$ 에서 막전위가 같다. 따라서 I은  $d_3$ , IV는  $d_5$ 이다. I이 III보다 흥분이 먼저 도달하므로 III은  $d_4$ 이고, V는  $d_2$ 이다.

**정답맞이기** > ㄱ. 흥분이 B의  $d_2$ (V)에 도달하는 데 걸리는 시간이 1 ms이고, 막전위가  $-80$  mV가 되는 데 걸리는 시간이 3 ms이므로 ㉣은 4이다. 따라서 ㉣-㉠= $\frac{1}{3}$ 이다.

ㄴ. P에 자극을 주고 경과된 시간이 1 ms일 때 A의  $d_1$ (II)과 B의  $d_2$ (V)에 흥분이 동시 도달하므로  $\frac{11}{3}$ (㉠)ms일 때 A의  $d_1$ 에서 막전위와 B의  $d_2$ 에서 막전위가 같다. B의  $d_3$ (I)이  $d_2$ 보다 흥분이  $\frac{1}{3}$  ms만큼 늦게 도달하므로  $\frac{11}{3}$ (㉠)ms일 때 B의  $d_2$ 에서 막전위가 ㉤mV이면  $\frac{1}{3}$  ms가 더 경과된 4(㉣)ms일 때 B의  $d_3$ 에서 막전위도 ㉤mV이다.

**오답짜이기** > ㄷ. 4(㉣)ms일 때, B의  $d_5$ 는 재분극 상태이다.