

개념을 쌓아가는 기본서

고등 **세포**



정답과 해설



I

생명 과학의 이해

1. 생명 과학의 이해

01 | 생물의 특성



탐구 대표 문제

p. 013

01 ③ 02 A: 머리, B: DNA(핵산), C: 꼬리

01 오답 피하기

강아지는 세포로 구성되어 있고 세포 분열을 통해 성장하지만, 강아지 로봇은 여러 부품으로 이루어져 있고 성장하지 않는다.

02 박테리오파지는 DNA(핵산)가 들어 있는 머리와 6개의 꼬리로 구성되어 있다.

문제 속 자료

바이러스의 일반적인 특징



- 바이러스의 크기: 10~100 nm 정도로 세균보다 크기가 훨씬 작다.
- 바이러스의 구성: 핵산(DNA 또는 RNA)과 단백질로 구성된다.
- 바이러스의 특징: 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 가지고 있다.



기초 탄탄 문제

p. 014

01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ② 05 ④ 06 ⑤

01 생물의 특성에는 세포로 구성, 물질대사, 자극에 대한 반응, 생식과 유전, 발생과 성장, 항상성, 적응과 진화가 있다.

오답 피하기

③ 발생과 성장 모두 생명 현상의 특성이다.

02 물질대사는 효소에 의해 진행되는 생체 내 화학 반응으로 에너지 출입이 따르며, 동화 작용과 이화 작용으로 구분할 수 있다.

오답 피하기

⑤ 더우면 땀이 나는 현상은 일정한 체온을 유지하기 위한 것이므로 항상성의 예이다.

03 생물은 세포로 이루어져 있으며 세포 하나가 개체인 단세포 생물과 많은 수의 세포로 이루어진 다세포 생물로 구분할 수 있다. 아메바, 짚신벌레, 대장균은 단세포 생물이며, 개나리는 다세포 생물이다.

오답 피하기

④ 박테리오파지는 바이러스로 생물과 비생물의 중간 형태이며, 세포 구조가 아닌 핵산과 단백질로 이루어져 있다.

04 항상성은 외부 환경이 변하여도 생물체 내의 상태가 일정하게 유지되는 것을 말하며, 내분비계와 신경계의 작용을 통해 조절된다.

오답 피하기

①은 물질대사, ③은 적응, ④는 성장, ⑤의 광합성과 세포 호흡은 물질대사의 예이다.

05 생물이 환경에 적합하게 몸의 구조와 기능, 형태, 습성 등이 변화하는 현상은 적응이며, 그로 인해 집단의 유전적 구성이 변화하여 새로운 종이 나타나는 과정은 진화이다.

06 (가)는 바이러스, (나)는 대장균, (다)는 동물 세포이다.

오답 피하기

① 바이러스(가)는 스스로 물질대사를 할 수 없다.

②, ③ (가)는 바이러스, (나)는 대장균이다.

④ 바이러스(가)는 세포로 되어 있지 않고, 단백질 껍질 속에 핵산이 들어 있다.

내신 만점 문제

p. 015~017

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



01 (가)는 단세포 생물, (나)는 다세포 생물로 모두 세포로 이루어져 있고, 물질대사가 가능하다.

오답 피하기

나. 일반적으로 (가)는 무성 생식으로 동일한 유전자를 가진 자손을 만들고, (나)는 유성 생식으로 다양한 유전자를 가진 자손을 만든다.

02 개체 유지에 관계된 생물의 특성은 세포로 구성, 물질대사, 발생과 성장, 자극에 대한 반응과 항상성이다. 종족 유지에 관계된 생물의 특성은 생식과 유전, 적응과 진화이다.

03 이 실험은 생물의 특성 중 물질대사를 통해 생명체의 존재를 확인하려는 것이다. (가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용을 확인하는 것으로, 만약 화성 토양에 생명체가 있다면 (가)와 (나)에서 방사성 기체가 검출될 것이다.

오답 피하기

ㄷ. 미모사의 잎을 건드리면 잎이 접히는 현상은 자극에 대한 반응에 해당한다. 동화 작용(가)은 물질대사의 예이다.

문제 속 자료 **화성 생명체 탐사 실험**

동화 작용 확인 실험	이화 작용 확인 실험
<p>화성 토양에 광합성을 하는 생명체가 있다면 $^{14}\text{CO}_2$를 재료로 ^{14}C로 표지된 유기물을 합성할 것이고, 가열 과정에 의해 방사성을 띠는 기체가 검출될 것이다.</p>	<p>화성 토양에 세포 호흡을 하는 생명체가 있다면 ^{14}C로 표지된 영양소를 분해하여 그 산물로 방사성을 띠는 $^{14}\text{CO}_2$가 검출될 것이다.</p>

04 밝기에 따라 고양이의 동공 크기가 달라지는 것은 빛이라는 외부 자극에 대한 반응의 예이다.

오답 피하기

②는 항상성의 예, ③은 물질대사의 예, ④와 ⑤는 적응과 진화의 예이다.

05 ㉠은 물질대사 중 동화 작용에 해당하며, ㉡은 적응과 진화의 예이다. 생물의 특성은 개체 유지에 필요한 특성과 종족 유지에 필요한 특성으로 나눌 수 있는데, 개체를 유지하는 데 필요한 특성은 세포로 구성, 물질대사, 발생과 생장, 자극에 대한 반응과 항상성이고, 종족을 유지하는 데 필요한 특성은 생식과 유전, 적응과 진화이다. 사막에 사는 캥거루쥐가 진한 오줌을 하루에 한두 번만 배설하도록 콩팥 기능이 발달한 것은 물이 없는 사막 환경에 적응하여 진화한 예이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠은 개체 유지, ㉡은 종족 유지와 관계된 생물의 특성이다.

06 ㉠은 이화 작용으로 효소에 의해 진행되는 물질대사이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠은 개체를 유지하기 위한 생물의 특성에 해당한다.

ㄷ. 바이러스가 살아 있는 숙주 세포 내에서 증식하는 과정에서 많은 변종 바이러스가 형성되는 현상은 적응 및 진화와 관계 깊은 생물의 특성이다.

07 그림은 먹이의 종류나 서식지에 따라 새의 발 모양이 달라진 것으로, 이는 적응과 진화에 관한 예이다.

오답 피하기

ㄴ. 식물을 넣은 유리 상자에 빛을 비추면 상자 내의 산소 농

도가 높아지는 것은 광합성을 했기 때문이므로 이는 물질대사에 해당한다.

08 바이러스는 생물과 비생물의 중간 형태로 바이러스의 생물적 특성에는 '핵산이 있음, 살아 있는 숙주 세포 내에서 물질대사와 증식 가능, 돌연변이 발생' 등이 있으며, 비생물적 특성으로는 '핵산과 단백질로 이루어진 비세포 구조, 효소가 없어 독자적인 물질대사를 할 수 없음' 등이 있다.

09 바이러스는 생물과 비생물의 중간 형태로 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 가진다.

③ 숙주 세포 내에서 증식하는 과정에서 변종 바이러스가 발생하며 이는 적응과 진화의 예이다.

오답 피하기

① 바이러스는 단백질과 핵산으로 구성되어 있으며, 생물과 비생물의 중간 형태이므로 생물에 해당하지 않는다.

② 모두 동물 세포에 기생하는 바이러스이다.

④ 바이러스는 효소가 없어 독자적인 물질대사를 하지 못하고 숙주 세포의 효소를 이용하여 물질대사와 증식을 한다.

⑤ 바이러스는 핵산만을 숙주 세포 안으로 침투시켜 증식한다.

문제 속 자료 **바이러스의 특성**

▲ 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)

▲ 인플루엔자 바이러스

▲ 천연두 바이러스

바이러스의 생물적 특성	바이러스의 비생물적 특성
<ul style="list-style-type: none"> • 유전 물질(핵산)이 있다. • 숙주 세포 내에서 물질대사와 증식을 한다. • 증식 과정에서 돌연변이가 발생한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 비세포 구조이다. • 효소가 없어 독자적인 물질대사를 할 수 없다. • 생물체 밖에서 핵산과 단백질 결정체로 존재한다.

10 바이러스는 단백질로 이루어진 껍질 속에 DNA나 RNA 등의 핵산을 유전 물질로 가지고 있고, 메뚜기를 구성하는 세포의 핵 속에도 유전 물질이 들어 있다.

오답 피하기

ㄴ. 바이러스(가)는 숙주 세포 내에서만 물질대사를 할 수 있다.

ㄷ. 바이러스는 숙주 세포 내에서 자신의 유전 물질을 복제하고 단백질 껍질을 만들어 증식한다.

11 [모범 답안] (1) 자극에 대한 반응

(2) 무의 짝은 세포 분열로 세포의 수를 늘려 성장하지만 스마트폰은 세포 분열과 성장을 하지 않는다.

해설 무의 썩은 빛이 들어오는 방향으로 굽어 자라고, 스마트폰은 터치를 하면 반응하여 정보를 제공한다. 둘 다 자극에 대한 반응을 나타내지만, 스마트폰은 세포 분열과 생장을 하지 않으므로 비생물이다.

서술형 Tip

생물의 특성을 정확히 파악한 후 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	자극에 대한 반응을 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	제시된 단어를 모두 이용하여 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %
	제시된 단어를 하나만 이용하여 서술한 경우	30 %

12 [모범 답안] (1) 핵산(또는DNA)

(2) 유전 물질인 핵산이 있으며, 살아 있는 숙주 세포 내에서 물질대사와 증식이 가능하다.

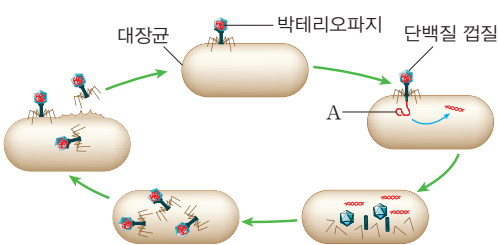
해설 바이러스는 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 가진다. 자료에서는 바이러스가 숙주 세포 내에 들어가 자신의 유전 물질을 이용하여 증식하는 과정을 보여주고 있다.

서술형 Tip

바이러스의 증식 과정에서 나타나는 생물의 특성에는 어떤 것이 있는지 찾아본 후 서술하도록 한다.

채점 기준		배점
(1)	핵산 또는 DNA를 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	70 %
	숙주 세포 내에서 증식한다고만 쓴 경우	30 %

문제 속 자료 박테리오파지의 증식 과정



- 바이러스는 숙주 세포의 표면에 부착한 후 유전 물질인 핵산(A)을 숙주 세포 안으로 침투시킨다.
- 바이러스는 숙주 세포의 효소를 이용하여 자신의 유전 물질을 복제하고 단백질 껍질을 합성한다.
- 새롭게 증식한 바이러스들은 숙주 세포 밖으로 나오는데, 이 과정에서 숙주 세포가 손상되거나 파괴되어 숙주에 질병을 일으키기도 한다.

02 | 생명 과학의 특성과 탐구 방법

기초 탄탄 문제

p. 022

01 ③ 02 ⑤ 03 ① 04 ② 05 ⑤

01 생명 과학은 지구에 살고 있는 생물의 기원, 구조와 기능, 생식과 유전, 분류 및 분포 등을 연구하는 학문이다. 생명 과학의 연구 성과는 인류의 생존과 복지에 관한 여러 문제 해결에 이용되며, 현재는 생물 정보학, 생물 기계 공학 등과 같은 통합 학문 분야가 발달하고 있다.

오답 피하기

③ 생명 과학은 생물뿐만 아니라 생물과 환경과의 관계를 포함한 생태계까지 다양한 범위의 생명 현상을 연구한다.

02 구달 박사의 연구는 관찰을 통해 일반적인 원리를 도출하는 귀납적 탐구 방법을 이용한 것이다. 귀납적 탐구를 이용하여 연구한 예로는 세포설의 발견, 진화설의 발견, 사람 유전체 사업 등이 있다.

오답 피하기

⑤ 가설을 설정하고 이를 확인하는 실험을 통해 생명 현상을 연구하는 것은 연역적 탐구 방법이다.

03 귀납적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하여 일반적인 원리나 법칙을 이끌어 내는 탐구 방법으로, 가설을 설정하여 검증하지는 않는다.

오답 피하기

②, ③ 가설을 세우고, 대조 실험을 통해 가설을 증명하여 생명 현상의 원리를 알아내는 탐구 방법은 연역적 탐구 방법이다.

④ 생명 과학과 관련한 연구에는 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법이 이용되며, 두 탐구 방법이 모두 이용되는 경우도 있다.

⑤ 변인 통제는 연역적 탐구 과정 중 가설을 증명하는 대조 실험에서 조작 변인 이외에 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 다른 모든 조건을 동일하게 하는 것이다.

04 연역적 탐구 과정은 ‘관찰 및 문제 인식 → 가설 설정 → 탐구 설계 및 수행 → 탐구 결과 정리 및 해석’ 순서이고, 탐구 결과가 가설과 일치하는 경우에는 결론을 도출하지만, 가설과 일치하지 않을 경우에는 가설을 수정하여 다시 설정해야 한다.

05 (가)에서는 귀납적 탐구 방법이, (나)에서는 연역적 탐구 방법이 이용되었다. (나)에서 시험관 A(배즙 + 달걀흰자)는 실험군, 시험관 B(증류수 + 달걀흰자)는 대조군이다.

오답 피하기

② 연역적 탐구 방법(나)에서는 가설을 설정하고 이를 대조 실험으로 검증한다.

③ 사람 유전체 사업은 귀납적 탐구 방법(가)으로 연구하였다.

④ 귀납적 탐구 방법(가)은 가설 설정 단계가 없고 자연 현상을 관찰하는 과정에서 수집된 자료를 통해 결론을 도출한다.

내신 만점 문제

p. 023-025

- 01 ④ 02 ③ 03 ④ 04 ① 05 ② 06 ②
07 ① 08 ② 09 ② 10 ① 11~12 해설 참조



01 분자 수준의 생명 현상이 화학적, 물리학적 연구를 거쳐 밝혀진 이후 생명 과학은 통합적 학문으로 발달하였다. (가)는 생명 과학과 정보학이 융합된 생물 정보학이 발달한 계기가 되었다.

오답 피하기

ㄷ. (나)와 (다)는 모두 생명 과학이 물리학(광학과 초음파 연구)과 연계된 사례이다.

02 제시된 탐구 방법은 관찰을 통하여 일반적인 원리를 도출하는 귀납적 탐구 방법으로, A는 관찰 등 자료 수집 방법을 고안하는 단계이다. 세포설, 사람 유전체 사업, 다윈의 진화설은 귀납적 탐구 방법을 이용하여 연구한 대표적인 사례이다.

오답 피하기

ㄱ. 귀납적 탐구 과정에서는 대조군을 설정하지 않는다.
ㄴ. 가설 설정은 연역적 탐구 방법의 한 과정이다.

03 변인에는 독립변인과 종속변인이 있다. 실험 결과에 영향을 주는 독립변인에는 조작 변인과 통제 변인이 있다. 조작 변인은 의도적으로 변화시키는 변인이고, 통제 변인은 실험하는 동안 일정하게 유지시키는 변인이다. 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인으로 실험 결과에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 조작 변인과 통제 변인은 모두 독립변인에 해당하며, 실험 결과에 영향을 미친다.

04 변인이란 실험에 영향을 미치거나 결과에 관계되는 여러 가지 요인들을 말한다. 변인의 종류에는 독립변인(가)과 종속변인(나)이 있다. 실험 결과에 영향을 미치는 요인을 통틀어 독립 변인이라 하고, 실험 결과에 해당하는 변인을 종속변인이라고 한다. 독립변인 중 의도적으로 체계적인 변화를 주는 변인을 조작 변인(다)이라 하고, 온도나 위치 등 실험하는 동안 대조군과 실험군에서 일정하게 유지시켜야 하는 변인을 통제 변인(라)이라고 한다.

05 플레밍의 실험은 연역적 탐구 방법을 사용한 사례이다. ㉠은 실험군, ㉡은 대조군, ㉢은 가설이다. 푸른곰팡이의 접종 여부는 조작 변인, 세균의 증식 여부는 종속변인에 해당한다.

오답 피하기

② 이 실험을 순서대로 나열하면 (라) → (가) → (마) → (다) → (바) → (나)이다.

06 ㄱ, ㄷ. 독립변인은 실험 결과에 영향을 주는 요인으로, 조작 변인과 통제 변인이 있다.

오답 피하기

ㄴ, ㄹ. 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인으로 실험 결과에 해당하며, 변인 통제는 조작 변인 외에 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 다른 조건을 동일하게 통제하는 것을 말한다.

07 (가)는 가설로 '소화 효소 X는 녹말을 분해할 것이다.'이고, ㉠은 조작 변인으로 '소화 효소 X가 있는 용액 + 녹말 용액'이다. ㉡은 통제 변인으로 37 °C이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠은 조작 변인, ㉡은 통제 변인에 각각 해당한다.
ㄷ. 시험관 II에서만 녹말이 분해된 것은 소화 효소 X를 첨가하였기 때문이다.

문제 속 자료 소화 효소의 작용

시험관	첨가한 물질	온도
I	녹말 용액 + 증류수	37 °C
II	㉠ - 녹말 용액 + 소화 효소 X가 있는 용액	㉡ - 37 °C

- 조작 변인(㉠)은 의도적으로 변화를 주는 변인이다. 시험관 I의 녹말 용액 + 증류수에서 증류수 대신 특징을 알고자 하는 소화 효소 X가 있는 용액을 의도적으로 넣어 주어 소화 효소의 특징을 확인할 수 있다.
- 조작 변인이 소화 효소 X가 있는 용액의 첨가 여부이므로, 통제 변인인 ㉡은 시험관 I과 같이 37 °C로 유지해 주어야 한다.

08 A는 통제 변인, B는 조작 변인, C는 종속변인이다.

오답 피하기

ㄱ, ㄷ. 실험 결과에 해당하는 것은 종속변인(C)이며, 대조군과 실험군에서 동일하게 유지해야 하는 변인은 통제 변인(A)이다.

09 제시된 실험은 연역적 탐구 방법을 이용한 것으로 ㉠은 대조군, ㉡은 실험군이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 대조군, ㉡은 실험군이다.
ㄴ. 연역적 탐구 방법을 이용하여 연구한 것이다.

문제 속 자료 레디의 실험

대조군	병의 입구를 막지 않은 것
실험군	천으로 병의 입구를 막은 것
조작 변인	병의 입구를 막았는지의 여부
통제 변인	고기 조각의 크기 및 종류, 온도나 습도 등 병의 입구를 막았는지 여부를 제외한 모든 환경
종속변인	구더기 발생 여부

- 10 바람의 유무에 따라 증산 작용의 정도가 달라지는지 알아보기 위한 실험이므로 바람의 유무 이외의 조건은 동일하게 유지해야 한다. 따라서 온도는 통제 변인이다.

오답 피하기

바람의 유무가 조작 변인이므로 온도, 빛의 세기, 식물 잎의 수 등 다른 조건은 두 식물이 모두 동일해야 한다.

- 11 [모범 답안] (1) 조작 변인: 탄저병 백신 접종 여부, 종속변인: 양의 생존 여부

(2) 백신을 접종하지 않은 25마리의 양 집단은 대조군으로, 실험 결과의 타당성을 인정받기 위해 필요하다.

해설 조작 변인은 실험의 목적을 위해 변화시키는 변인, 통제 변인은 실험하는 동안 일정하게 유지시키는 변인이다.

서술형 Tip

대조 실험을 실시하는 까닭을 정확히 파악한 후 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	조작 변인과 종속변인을 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(2)	까닭을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	60 %

- 12 [모범 답안] (1) 실험군: (나), 대조군: (가)

(2) 죽은 병원균 A를 주사하면 쥐의 체내에 병원균 A에 대한 면역력이 생길 것이다.

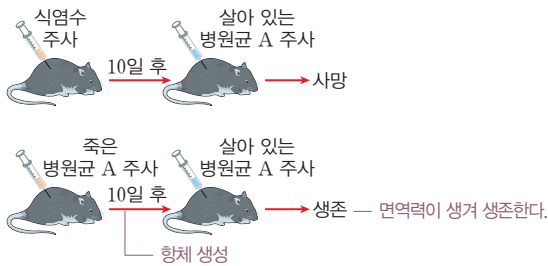
해설 이 실험은 쥐에게 죽은 병원균을 주사하면 체내에 면역력이 생기게 되는지를 알아보기 위한 것이다.

서술형 Tip

실험에서 대조 실험을 통해 검증하고자 하는 것이 무엇인지 생각해 본 다음 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	실험군과 대조군을 모두 옳게 쓴 경우	40 %
(2)	가설을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	60 %
	면역력이 생긴다고만 서술한 경우	30 %

문제 속 자료 대조 실험 분석



독립변인	조작 변인	병원균 A 주사 여부
	통제 변인	쥐의 종류, 크기, 사육 환경 등
종속변인		쥐의 생사 여부

단원 마무리하기

p. 027~029



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

- 01 A는 동화 작용, B는 적응이다. 생물의 특성 중 물질대사는 생명 현상을 유지하기 위해 일어나는 화학 반응으로 개체 유지에 필요하며, 적응은 생물체가 환경 변화에 대응하여 형태나 생활 습성 등이 변화하는 현상으로 종족 유지에 필요하다.

오답 피하기

- ① 소화, 호흡 등은 발열 반응으로, 이화 작용에 속한다.
② 수정란이 체세포 분열을 통하여 하나의 개체가 되는 과정은 발생이다.
④ 바이러스는 숙주 세포 내에서 유전, 적응, 진화 등의 생물적 특성이 나타난다. 바이러스의 비생물적 특성은 세포로 구성되어 있지 않고, 스스로 물질대사를 하지 못하는 점이다.
⑤ 생물의 체내 환경이 외부 환경의 변화에 관계없이 항상 일정한 상태를 유지하는 것은 항상성이다.

- 02 서식 환경에 따라 토끼의 모습이 다른 것은 생물의 특성 중 적응과 진화의 예이며 이는 종족 유지와 관계 깊다.

오답 피하기

- ㄴ. 자료에 나타난 생물의 특성은 적응과 진화이다.
ㄷ. '식물이 빛을 향해 자란다.'는 자극에 대한 반응의 예이다.

- 03 민물고기가 체액의 삼투압을 유지하는 것은 생물의 특성 중 항상성에 해당한다. ㄱ과 ㄴ은 항상성의 예이다.

오답 피하기

- ㄴ은 생식, ㄷ은 자극에 대한 반응의 예이다.

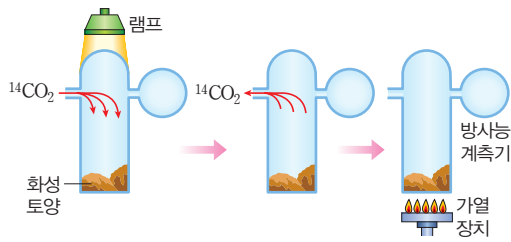
- 04 약물에 저항성을 갖는 바이러스가 증식한 것은 생물의 특성 중 환경에 대한 적응과 진화이다. 바이러스는 생물과 비생물의 중간 형태이긴 하나 숙주 세포 내에서는 생물적 특성을 나타낸다.

- 05 이 실험은 생물의 특성 중 물질대사를 확인하는 실험이다. 특히 물질대사 중에서도 동화 작용을 이용한 것이다.

오답 피하기

- ㄱ. 생명체가 물질대사를 하는 특성을 이용한 실험이다.
ㄷ. 만약 화성 토양에 바이러스만 존재하였다면 바이러스의 단백질은 기존에 존재하였던 것이고, 바이러스는 숙주 세포 없이 독자적으로 물질대사를 할 수 없기 때문에 화성 토양을 가열하면 방사능이 검출되지 않을 것이다.

문제 속 자료 화성의 생명체 확인 실험(동화 작용 실험)



- 화성 토양이 든 용기에 방사성 기체($^{14}\text{CO}_2$)를 넣고 램프로 빛을 비춘다.
➔ 광합성에 필요한 빛에너지와 물질 공급
- 일정 시간 후 용기 내 방사성 기체를 모두 제거한다.
➔ 방사성 기체를 제거하여 생명체에 의해 생성된 유기물의 방사능만 측정하고자 함
- 가열 장치로 화성 토양을 가열하면서 용기 내의 방사능을 측정한다.
➔ 생명체에 의해 유기물이 만들어졌다면 방사능이 검출되었을 것이다.

06 A는 바이러스만 갖는 특성이며, B는 바이러스와 아메바가 공통적으로 갖는 특성이고, C는 생물인 아메바만 갖는 특성이다.

오답 피하기

ㄱ. '단백질이 있다.'은 B에 해당한다. 바이러스는 핵산과 단백질로 구성되며, 아메바는 단백질 합성을 하는 생물이다.

07 대장균(A)은 생물이며, 박테리오파지(B)는 생물과 비생물의 중간 형태로 생물적 특성과 비생물적 특성을 모두 갖는다. 바이러스의 생물적 특성은 '유전 물질(핵산)이 있다, 숙주 세포 내에서 물질대사와 증식을 한다, 증식 과정에서 돌연변이가 발생한다.'이다.

오답 피하기

ㄴ. 대장균은 체세포 분열로 개체 수가 증가하나, 박테리오파지는 숙주 세포 내에서 핵산과 단백질을 합성하여 증식하므로 세포 분열을 하는 것이 아니다.

ㄷ. 대장균은 효소가 있으나 박테리오파지는 효소가 없어 독자적인 물질대사를 할 수 없다.

08 생명 과학은 지구에 살고 있는 생물의 기원, 구조와 기능, 생식과 유전, 분류 및 분포 등 생물과 관련된 여러 현상을 연구하는 학문이다.

오답 피하기

ㄴ. 생물을 연구할 때에는 각 단계의 구성 요소들이 상호 작용하여 새로운 특성을 다음 단계에서 나타내기도 하므로 각각의 구성 요소뿐만 아니라 전체를 통합적으로 연구해야 한다.

09 오답 피하기

ㄱ. (가)는 귀납적 탐구 방법, (나)는 연역적 탐구 방법이다.

ㄴ. A는 관찰 등 자료 수집 방법을 고안하는 단계이고, B는 가설을 설정하는 단계이다.

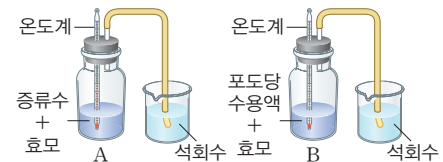
10 [모범 답안] (1) 실험군: B, 대조군: A

(2) 물질대사, 물질대사는 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응으로 이를 통해 생물은 에너지를 얻고, 이 에너지로 생명 활동을 한다.

해설 실험군은 원하는 실험 결과를 알아보기 위해 조작을 가하는 집단이고, 대조군은 실험군의 실험 결과를 비교해 볼 수 있는 기준이 되는 집단이다.

채점 기준		배점
(1)	실험군과 대조군을 모두 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	알아보고자 하는 생물의 특성을 쓰고, 그 의미를 옳게 서술한 경우	60 %

문제 속 자료 효모의 물질대사



- A는 증류수만 있으므로 효모에 의한 세포 호흡은 진행되지 않는다.
- B에서 효모의 세포 호흡 결과 이산화 탄소가 발생하고 온도가 올라갔다.
➔ 이산화 탄소에 의해 석회수가 뿌옇게 흐려지고 세포 호흡 과정에서 발생하는 열에너지로 온도가 올라간다.
- 세포 호흡은 물질대사 중 이화 작용에 해당하므로 에너지를 방출한다.

11 ㄷ. 귀납적 탐구 과정은 자연 현상 관찰(나) → 관찰 주제 설정(가) → 관찰 등 자료 수집 방법 고안 → 관찰 수행, 자료 수집(라) → 자료 해석 → 규칙성 발견 및 결론 도출(다) 순서로 이루어진다.

오답 피하기

ㄱ. 귀납적 탐구 과정이다.

ㄴ. 제시된 연구 과정은 귀납적 탐구 방법을 이용한 것으로 관찰을 통해 결론을 도출하므로 가설을 설정하지 않는다.

12 제시된 탐구 방법은 연역적 탐구 방법에 해당한다. 연역적 탐구 방법은 가설을 세우고, 대조 실험을 통해 가설을 검증하는 과정을 거친다.

오답 피하기

ㄴ. 관찰 등 자료 수집 방법을 고안하는 단계는 귀납적 탐구 과정에 해당하므로 이 실험에서는 실시하지 않는다.

ㄷ. 이 탐구 과정은 가설을 세워 이를 실험적으로 검증하는 연역적 탐구 과정에 해당한다.

II

사람의 물질대사

1. 사람의 물질대사

01 | 세포의 생명 활동과 에너지



탐구 대표 문제

p. 034

01 ⑤

01 효모는 세포 내에 미토콘드리아가 있어 산소가 있을 때에는 세포 호흡을 하고, 산소가 없을 때에는 알코올 발효를 한다. 효모의 알코올 발효 결과 이산화 탄소와 알코올이 생성되고 에너지가 방출된다.



기초 탄탄 문제

p. 035

01 ⑤

02 ②

03 ③

04 ②

05 ⑤

06 ⑤

01 동화 작용은 에너지를 흡수하여 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 과정이다. 소화 효소를 생성하는 것은 단백질을 합성하는 동화 작용의 예이다. ①~④은 이화 작용의 예이다.

02 그래프에서 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 큰 것을 볼 수 있는데, 이는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용을 나타낸다. 이화 작용은 에너지를 방출하는 발열 반응으로 A만큼의 에너지가 방출된다.

03 세포 호흡은 미토콘드리아에서 주로 진행된다.

오답 피하기

- ① 세포 호흡은 이화 작용으로 에너지가 방출된다.
- ② 포도당을 물과 이산화 탄소로 분해하는 반응이다.
- ④, ⑤ 영양소에 포함된 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용되고, 나머지는 에너지 저장 물질인 ATP 생성에 이용된다.

04 그림은 ATP의 구조이다. ATP를 이루는 인산기들은 고에너지 인산 결합으로 연결되는데, 끝에 있는 인산기 사이의 고에너지 인산 결합이 끊어질 때 에너지가 방출되어 생명 활동에 이용된다.

05 A는 미토콘드리아, (가)는 산소, (나)는 이산화 탄소, (다)는 ATP이다. ATP가 분해될 때 발생하는 에너지는 근육 운동과 같은 여러 생명 활동에 이용된다.

오답 피하기

- ① 세포 호흡은 에너지를 방출하는 이화 작용에 해당한다.
- ② (가)는 산소, (나)는 이산화 탄소이다.
- ③ 영양소에 포함된 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용되고, 나머지는 ATP에 저장되어 생명 활동에 이용된다.
- ④ 세포마다 미토콘드리아의 수는 다를 수 있다. 예를 들어 근육 세포에는 다른 세포에 비해 미토콘드리아의 수가 많다.

06 (가)는 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되어 에너지가 방출되는 이화 작용이다. 이때 방출된 에너지는 물질 합성, 근육 운동, 체온 유지, 발성, 정신 활동, 성장 등의 생명 활동에 사용된다.

내신 만점 문제

p. 036~037

01 ③

02 ②

03 ③

04 ①

05 ①

06 ②

07~08 해설 참조



01 물질대사에는 흡열 반응인 동화 작용과 발열 반응인 이화 작용이 있다. (가)는 동화 작용, (나)는 이화 작용이다.

오답 피하기

- ㄱ. (가)와 (나) 모두 물질대사에 해당한다.
- ㄴ. 녹말이 소화 효소에 의해 엿당으로 변화되는 과정은 이화 작용으로 (나)에 해당한다.

02 I은 동화 작용, II는 이화 작용이다. 물질대사는 효소에 의해 진행되며 반응마다 관여하는 효소의 종류가 다르다.

오답 피하기

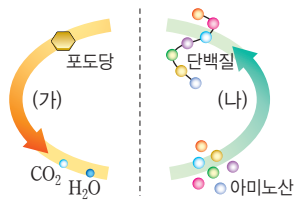
- ㄱ. I에서는 에너지가 흡수되고, II에서는 에너지가 방출된다.
- ㄷ. 아미노산의 에너지가 단백질의 에너지보다 작고, 글리코젠의 에너지가 포도당의 에너지보다 크다.

03 (가)는 세포 호흡으로 발열 반응인 이화 작용이고, (나)는 단백질 합성 과정으로 흡열 반응인 동화 작용이다. 세포 호흡 결과 방출된 에너지는 ATP 합성에 이용되고, ATP에 저장된 에너지는 단백질 합성과 같은 생명 활동에 이용된다.

오답 피하기

- ㄱ. 동화 작용인 (나)에서는 에너지가 흡수되고, 이화 작용인 (가)에서는 에너지가 방출된다.
- ㄴ. 포도당이 가진 화학 에너지는 세포 호흡 결과 일부는 열에너지로 방출되고, 일부는 ATP에 저장된다.

문제 속 자료 물질대사의 예



- (가)의 반응: 포도당 → CO₂, H₂O
→ 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 이화 작용이다.
→ 에너지를 방출하는 발열 반응이다.
- (나)의 반응: 아미노산 → 포도당
→ 저분자 물질이 고분자 물질로 합성되는 동화 작용이다.
→ 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다.
→ 이 반응에 필요한 에너지는 ATP를 분해함으로써 얻어진다.

04 (가)는 ATP, (나)는 ADP이다. ㉠은 ATP가 ADP로 분해되는 이화 작용으로 에너지가 방출되고, ㉡은 ADP가 ATP로 합성되는 동화 작용으로 에너지가 흡수된다.

오답 피하기

- 나. ㉠ 반응은 주로 미토콘드리아에서 진행되는 세포 호흡 과정에서, ㉡ 반응은 모든 세포의 생명 활동에서 일어난다.
- 다. 세포 호흡에서 방출된 에너지가 저장되는 물질은 ATP이다.

05 (가)는 산소, (나)는 물, (다)는 ATP이다. (A)는 열에너지, (B)는 생명 활동에 이용되는 에너지이다. 세포 호흡 과정에서 포도당은 산소와 결합하여 물과 이산화 탄소로 분해된다.

오답 피하기

- 나. 생명 활동에 직접적으로 사용되는 에너지는 ATP에 저장된 에너지이다. 포도당이 가진 에너지의 일부가 ATP로 전환되고, 일부는 열에너지 형태로 방출된다.
- 다. (다)가 ADP와 P_i로 전환되는 과정은 이화 작용이며, 이때 나오는 에너지 (B)는 생명 활동에 사용된다.

06 (가)와 B는 동화 작용, (나)와 A는 이화 작용이다. 동화 작용은 저분자 물질로부터 고분자 물질을 합성하는 반응으로 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 크다. 이화 작용은 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 반응으로 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 작다.

07 [모범 답안] 이산화 탄소(CO₂), 체온을 유지한다. 생명 활동에 필요한 ATP를 합성한다.

해설 세포 호흡 과정에서 발생한 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용되고, 나머지는 ATP 합성에 이용된다.

서술형 Tip

세포 호흡 결과 발생하는 에너지의 역할을 정확히 파악한 후 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	이산화 탄소(CO ₂)를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	체온 유지와 ATP 합성의 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	70 %
	두 가지 중 한 가지만 서술한 경우	30 %

08 [모범 답안] (1) 수산화 칼륨 수용액은 이산화 탄소를 흡수하는 특성이 있기 때문이다. (2) 단당류인 포도당은 효모의 발효 과정에 바로 쓰일 수 있기 때문이다.

해설 설탕보다 더 작은 분자인 포도당은 발효에 바로 이용되므로 포도당 용액에서 이산화 탄소가 더 빠르게 발생한다.

서술형 Tip

수산화 칼륨 수용액의 특성을 파악하고, 크기가 작은 포도당이 있을 때 알코올 발효가 더 빨리 일어난다는 점을 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	수산화 칼륨이 이산화 탄소를 흡수한다고 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	포도당은 크기가 작아 발효에 바로 이용되어 더 빨리 일어난다고 서술한 경우	60 %

02 | 소화·순환·호흡과 에너지 생성

기초 탄탄 문제

p. 041

01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ⑤ 05 ①

01 세포 호흡에 이용되는 에너지원은 탄수화물(녹말), 단백질, 지방이며 각각은 포도당, 아미노산, 지방산과 모노글리세리드로 분해된다. 포도당과 아미노산은 용혈의 모세 혈관으로, 지방산과 모노글리세리드는 암죽관으로 흡수된 후 세포로 운반되어 세포 호흡의 원료로 쓰인다.

02 세포 호흡에 필요한 영양소와 산소는 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.

03 폐포는 호흡계에 속한다. 동맥과 정맥, 모세 혈관, 심장과 혈액은 순환계를 구성한다.

04 오답 피하기

⑤ 폐포와 모세 혈관 사이의 기체 교환은 분압 차에 따른 확산에 의해 이루어지므로 에너지가 사용되지 않는다.

05 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 이동해 조직 세포에 공급되고, 이산화 탄소는 조직 세포에서 모세 혈관으로 이동해 폐를 통해 몸 밖으로 배출된다.

내신 만점 문제

p. 042~043

01 ② 02 ② 03 ④ 04 ② 05 ③ 06 ①

07~09 해설 참조



01 용털은 표면적을 넓혀 영양소를 효율적으로 흡수한다.

오답 피하기

ㄱ. (가)는 용털, (나)는 암죽관, (다)는 모세 혈관이다.
 ㄴ. 포도당과 아미노산은 모세 혈관으로 이동하고, 지방산과 모노글리세리드는 암죽관으로 이동한다. 크기가 큰 녹말은 포도당으로 분해되어 흡수된다.

02 (가)는 소장에서 바로 흡수될 수 있는 작은 크기의 영양소이고, (나)는 크기가 커 소화 과정을 거쳐야 흡수될 수 있는 영양소이다. 포도당과 아미노산은 용털의 모세 혈관으로, 지방산과 모노글리세리드는 용털의 암죽관으로 흡수된다.

03 (가)는 폐포로 호흡계에 속하며 표면적을 넓히는 구조이다. 폐포에서 모세 혈관으로 이동하는 A는 산소, 모세 혈관에서 폐포로 이동하는 B는 이산화 탄소이다. 산소와 이산화 탄소는 분압 차에 따른 확산 현상으로 이동한다.

오답 피하기

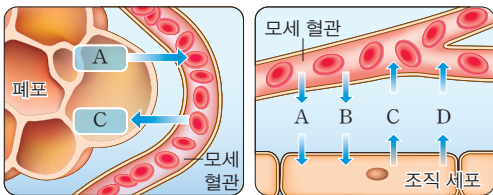
ㄴ. 이산화 탄소는 세포 호흡에 이용되지 않는다.

04 폐포에서 모세 혈관으로 이동하는 A는 산소이고 모세 혈관에서 폐포로 이동하는 C는 이산화 탄소이다. 산소 외에 모세 혈관에서 조직 세포로 이동하는 B는 영양소이고, 조직 세포에서 모세 혈관으로 이동하는 D는 노폐물이다.

오답 피하기

ㄱ. A는 산소, B는 영양소, C는 이산화 탄소, D는 노폐물이다.
 ㄴ. (가)는 호흡계와 순환계 사이의 기체 교환, (나)는 순환계와 조직 세포 사이의 기체 및 물질 교환을 나타낸 것이다.

문제 속 자료 혈액 순환과 물질 교환



- (가)는 폐포와 모세 혈관 사이의 물질 교환을 나타낸다. 폐포에서 모세 혈관으로 이동하는 A는 산소, 모세 혈관에서 폐포로 이동하는 C는 이산화 탄소이다.
- (나)는 모세 혈관과 조직 세포 사이의 물질 교환을 나타낸다. A와 C가 각각 산소와 이산화 탄소이므로, 모세 혈관에서 조직 세포로 이동하는 B는 영양소, 조직 세포에서 모세 혈관으로 이동하는 D는 노폐물이다.

05 (가)는 이산화 탄소, (나)는 산소, (다)는 폐이다. 주로 혈장에 녹아 운반된 이산화 탄소는 심장을 거쳐 폐로 이동한 후 몸 밖으로 빠져나간다. 폐를 통해 들어온 산소는 적혈구의 헤모글로빈과 결합하여 심장을 거쳐 조직 세포로 이동한다.

오답 피하기

ㄱ. A에는 온몸을 순환하여 이산화 탄소가 많은 혈액이 흐르고, B에는 폐에서 산소를 얻어 산소가 풍부한 혈액이 흐른다.
 ㄴ. 이산화 탄소 분압은 폐포 내부가 혈관 A의 혈액보다 낮다.

06 (가)는 조직 세포, (나)는 순환계, (다)는 호흡계이다. ㉠은 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소, ㉡은 세포 호흡에 필요한 산소이다.

오답 피하기

ㄴ. 조직 세포와 순환계 사이의 기체 교환 결과 혈액이 이산화 탄소 분압이 높아진다.
 ㄴ. (나)와 (다) 사이에서 산소와 이산화 탄소의 이동은 확산에 의해 이루어지므로 ATP를 사용하지 않는다.

07 [모범 답안] (다), 폐에서 이산화 탄소를 내보내고 산소를 얻은 혈액이 흐르기 때문이다.

채점 기준	배점
(다)를 쓰고, 폐에서 산소를 공급받은 혈액이 흐르기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
(다)만 쓴 경우	30 %

08 [모범 답안] A: 산소, B: 영양소, 산소는 호흡계를 통해 들어와 혈액을 통해 운반되고, 영양소는 소화계에서 흡수되어 혈액을 통해 운반된다.

채점 기준	배점
산소와 영양소를 옳게 쓰고, 운반 과정을 옳게 서술한 경우	100 %
산소와 영양소만 옳게 쓴 경우	30 %

09 [모범 답안] 심한 운동을 할 때에는 휴식할 때보다 조직 세포에 더 많은 영양소와 산소가 필요하기 때문에 이를 조직 세포에 빠르게 운반하기 위해 심장 박동 수가 증가한다.

해설 심장은 온몸의 조직 세포에 영양소와 산소를 공급한다.

서술형 Tip

운동 시에는 몸에서 어떤 변화가 일어나는지를 파악하여 평상시와 비교하여 서술한다.

채점 기준	배점
운동 시에 더 많은 산소와 영양소가 필요해 물질을 빠르게 운반해야 한다고 서술한 경우	100 %
영양소와 산소를 빠르게 공급하기 위해서라고만 서술한 경우	70 %

03 | 배설과 기관계의 통합적 작용



탐구 대표 문제

p. 046

01 ③

- 01 용액의 색이 파란색으로 변한 것은 액성이 염기성으로 변했기 때문이다. 이는 생공증 속 효소인 유레이스에 의해 오줌 속 요소가 분해되어 암모니아가 발생했기 때문이다.



기초 탐단 문제

p. 047

01 ⑤ 02 ③ 03 ② 04 ① 05 ④ 06 ③

- 01 단백질이 세포 호흡에 의해 분해되면 물과 이산화탄소, 암모니아가 생성된다.

오답 피하기

- ① 단백질의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)이다.
- ② 탄수화물과 지방의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다.
- ③, ④ 탄수화물과 지방이 세포 호흡에 의해 분해되면 물과 이산화탄소가 생성된다.

02 오답 피하기

- ①, ② 물은 콩팥과 폐를 통해, 이산화 탄소는 폐를 통해 배설된다.
- ④ 단백질의 분해 결과 생성된 노폐물 중 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 후 콩팥에서 오줌으로 배설된다.
- ⑤ 지방이 분해되면 이산화 탄소와 물이 생성되어 콩팥과 폐를 통해 배설된다.

- 03 배설계에 속하는 기관은 콩팥, 방광, 요도, 오줌관 등이다. 항문은 소화계에 해당한다.

04 오답 피하기

- ㄴ. 세포에서 단백질이 분해된 결과 생성된 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 후 콩팥에서 오줌으로 배설된다.
- ㄷ. 탄수화물, 지방, 단백질의 분해 결과 공통적으로 생성되는 노폐물은 물과 이산화 탄소이다. 질소가 포함된 노폐물인 암모니아는 단백질의 분해 결과 생성된다.

05 오답 피하기

- ㄱ. 이산화 탄소는 호흡계인 폐를 통해, 물은 호흡계와 배설계를 통해, 요소는 배설계를 통해 몸 밖으로 배설된다.

06 오답 피하기

- ③ 각 기관계를 구성하는 조직 세포에 산소와 영양소를 공급하는 기관계는 순환계이다.

내신 만점 문제

p. 048~049

01 ③ 02 ③ 03 ② 04 ① 05 ③ 06 ④

07~08 해설 참조

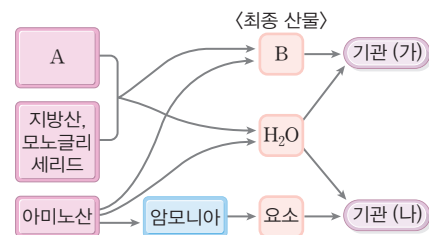


- 01 A는 포도당이고, 포도당의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다. B는 이산화 탄소이다. 이산화 탄소는 혈액에 의해 폐로 운반된다. (가)는 폐, (나)는 콩팥이다.

오답 피하기

- ㄷ. 폐는 호흡계를 구성하고, 콩팥은 배설계를 구성한다.

문제 속 자료 노폐물의 생성과 배설



- 탄수화물(녹말), 지방, 단백질은 최종 소화되어 각각 포도당, 지방산과 모노글리세리드, 아미노산이 생성된다. → A는 포도당이다.
- 탄수화물과 지방은 수소, 탄소, 산소로 이루어져 세포 호흡 결과 노폐물로 물(H_2O)과 이산화 탄소(CO_2)가 발생한다. → B는 이산화 탄소(CO_2)이다.
- 이산화 탄소는 폐로 운반되어 날숨의 형태로 배출되고, 물은 폐와 콩팥으로 운반되어 각각 날숨(수증기)과 오줌의 형태로 배설된다.

- 02 (가)는 단백질의 분해 반응(소화), (나)는 포도당이 세포 호흡에 의해 분해되는 반응, (다)는 간에서 암모니아가 요소로 전환되는 반응이다. (가)와 (다)가 일어나는 기관은 모두 소화계에 속한다.

오답 피하기

- ㄴ. ㉠은 산소, ㉡은 이산화 탄소이므로 ㉠과 ㉡은 모두 호흡계를 통해 출입한다.

- 03 (가)는 녹말이 포도당으로 소화되는 과정, (나)는 단백질이 아미노산으로 소화되는 과정, (다)는 간에서 암모니아가 요소로 전환되는 과정이다. 세포 호흡에 쓰이는 ㉠은 산소이다. 산소(㉠)는 폐를 통해 체내로 흡수된다.

- 04 (가)는 소화계, (나)는 순환계, (다)는 배설계이고, ㉠은 영양소, ㉡은 이산화 탄소이다. 물질 A는 소화계에서 흡수되지 않

은 물질로, 대장과 항문을 통해 몸 밖으로 배출된다.

오답 피하기

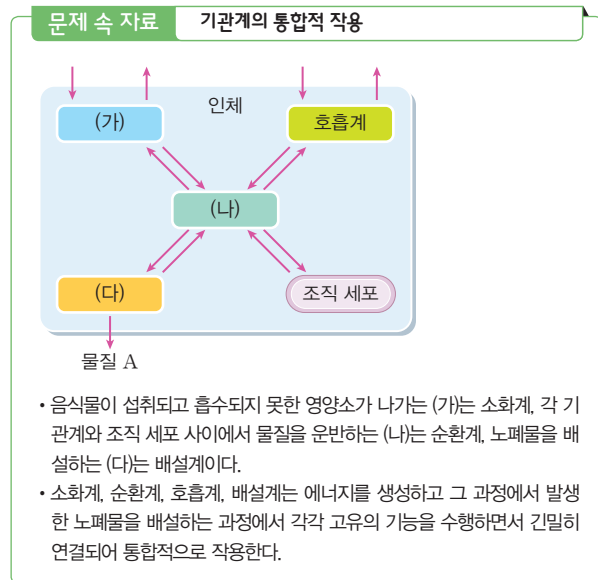
ㄴ. 영양소는 소화계 (가)에서 처음 흡수된 후 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.

ㄷ. 이산화 탄소는 호흡계인 폐를 통해 배출된다. 그러므로 ㉠은 배설계를 통해 배설되는 물질 B에 포함되지 않는다.

- 05** (가)는 소화계, (나)는 순환계, (다)는 배설계이다. 소화계 (가)에서 영양소의 소화와 흡수가 일어난다. 순환계를 구성하는 기관은 심장과 혈관 등이다.

오답 피하기

ㄷ. 배설계 (다)를 통해 배출되는 물질 A에는 요소와 같은 노폐물과 여분의 물이 있다.



- 06** A는 순환계, B는 소화계, C는 배설계이다. 요소를 합성하는 기관인 간은 소화계(B)에 속한다. 배설계에 속하는 콩팥은 체내 삼투압을 일정하게 조절하는 기능을 한다.

오답 피하기

ㄱ. 산소의 흡수, 이산화 탄소의 배출은 호흡계에서 일어난다.

- 07 [모범 답안]** 암모니아는 순환계에 의해 소화계에 속하는 간으로 운반되어 요소로 전환된 후, 순환계에 의해 배설계로 이동하여 물과 함께 오줌으로 배설된다.

서술형 Tip

간에서의 전환 작용, 배설계에서의 배설 과정을 서술한다.

채점 기준	배점
암모니아가 간에서 요소로 전환되어 배설계를 통해 배설되며, 이 과정에서 순환계가 관여함을 옳게 서술한 경우	100 %
단순히 간에서 요소로 전환되어 배설된다고만 서술한 경우	30 %

- 08 [모범 답안]** (1) A: 순환계, B: 소화계, C: 호흡계, D: 배설계
(2) 산소와 영양소를 조직 세포에 공급하고, 이산화 탄소 등의 노폐물을 호흡계와 배설계로 운반한다.

서술형 Tip

산소와 영양소의 공급, 노폐물의 운반 경로를 서술한다.

	채점 기준	배점
(1)	A~D 기관계의 명칭을 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	산소와 영양소, 이산화 탄소를 포함한 노폐물의 운반을 옳게 서술한 경우	70 %
	단순히 물질을 운반한다고만 서술한 경우	30 %

04 | 대사성 질환과 에너지 대사

기초 단단 문제

p. 052

01 ③ **02** ⑤ **03** ① **04** ④ **05** ③ **06** ②

01 오답 피하기

③ 심혈관계 질환, 뇌혈관계 질환 등도 대사성 질환에 해당한다.

- 02** 균형 잡힌 식사와 꾸준한 운동을 통해 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형을 유지할 수 있는 생활 습관을 갖도록 노력해야 한다. 에너지 소모량이 에너지 섭취량보다 많은 상황이 지속되면 체중 감소와 면역력의 약화 등이 수반된다.

- 03** 독감은 병원체인 인플루엔자 바이러스의 감염으로 유발되는 질병이다.

04 오답 피하기

ㄱ. 당뇨병 환자는 소변량이 많아져 오줌을 자주 누거나 갈증을 자주 느껴 물을 많이 마시게 되고, 체중이 줄어들게 된다.

05 오답 피하기

③ 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많은 상태가 지속되면 부족한 에너지를 보충하기 위해 체지방과 체단백질이 지속적으로 분해된다. 그 결과 체중이 감소하고 면역 기능이 떨어진다.

- 06** 기초 대사량은 체온 조절, 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 운동과 같은 생명 현상을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이다.

오답 피하기

ㄱ. 하루 동안 생활하는 데 필요한 에너지양은 1일 대사량이다. 활동 대사량은 공부, 운동 등 다양한 신체 활동을 하는 데 소모되는 에너지양이다.

ㄷ. 에너지 소비량이 에너지 섭취량보다 많은 경우 체중이 감소하며, 면역력이 떨어져 각종 질병에 걸리기 쉬워진다.

내신 만점 문제

p. 053~054

01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ③

07~08 해설 참조



01 물질대사 조절에 관여하는 효소나 호르몬 등의 이상, 오랜 기간 영양 과잉이나 운동 부족 등과 같은 생활 습관의 영향에 의해 에너지의 불균형이 지속되면 대사성 질환이 발생할 수 있다. 대사성 질환에는 당뇨병, 고지혈증, 구루병 등이 있다. 대사성 질환을 예방하려면 균형 잡힌 식사와 꾸준한 운동을 통해 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형을 유지할 수 있는 생활 습관을 가져야 한다.

02 (가)는 구루병, (다)는 고지혈증 증상이므로 (나)는 당뇨병이다. 오줌을 자주 누거나 갈증을 자주 느끼는 것은 당뇨병의 증상이다.

오답 피하기

ㄱ. 구루병은 비타민 D의 결핍으로 발병한다.

ㄷ. (다)는 고지혈증이다.

03 혈당량이 비정상적으로 높게 유지되는 질환은 당뇨병으로, 혈당량 조절 호르몬인 인슐린의 분비가 부족하거나 분비되더라도 정상적으로 작용하지 못해 발생한다.

04 (가)는 기초 대사량, (나)는 1일 대사량, (다)는 활동 대사량이다. 근육 조직은 지방보다 에너지 소비가 많아 근육량이 많을수록 기초 대사량이 증가한다.

오답 피하기

ㄴ. 1일 대사량은 기초 대사량과 활동 대사량, 섭취한 음식을 소화·흡수하는 데 필요한 에너지를 모두 더한 값이다.

ㄷ. 체온 조절, 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 운동 등에 소모되는 에너지량은 기초 대사량(가)에 포함된다.

05 (가)는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적은 상태이고, (나)는 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태이다. (가)의 상태가 지속되면 체지방과 체단백질이 감소하여 체중이 감소하게 된다. (나)의 상태가 지속되면 체지방의 축적으로 비만이 될 확률이 높아진다.

오답 피하기

ㄷ. (나)의 상태가 지속되면 대사성 질환에 걸릴 확률이 높아진다.

06 같은 에너지를 소모하는 데 걸리는 시간이 $C < B < A$ 이므로 활동에 필요한 에너지량은 $C > B > A$ 이다. 오렌지주스 한 잔에 포함된 에너지를 소모하기 위한 활동 A 시간은 약 1.5시간, 피자 한 조각에 포함된 에너지를 소모하기 위한 활동 A 시간은 약 2.5시간, 땅콩 한 그릇에 포함된 에너지를 소모하기 위한 활동 A 시간은 약 10.5시간이므로 땅콩 한 그릇에 포함된 에너지는 오렌지주스 한 잔과 피자 한 조각에 포함된 에너지의 합보다 크다.

오답 피하기

ㄷ. 오렌지주스 한 잔 + 피자 한 조각 + 불고기 100 g에 포함된 에너지를 활동 C로 소모하는 데 걸리는 시간은 약 2시간이다.

07 [모범 답안] (1) 물질대사에 관여하는 효소나 호르몬에 이상이 있거나, 에너지 섭취량과 소비량의 불균형이 계속되어 나타날 수 있다. (2) 적절한 영양 섭취와 신체 활동을 통해 에너지 섭취량과 소비량이 균형을 이룰 수 있도록 한다.

서술형 Tip

에너지 섭취량과 소비량 사이의 균형을 이룬다는 표현을 넣어 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	효소나 호르몬의 이상, 에너지의 불균형을 모두 옳게 서술한 경우	50 %
	에너지의 불균형이 지속되는 경우만 서술한 경우	40 %
(2)	에너지 섭취량과 소비량 사이의 균형을 이뤄야 한다고 옳게 서술한 경우	50 %

08 [모범 답안] (1) A: $380 \times 4 + 30 \times 4 + 50 \times 9 = 2090$ (kcal), B: $400 \times 4 + 100 \times 4 + 200 \times 9 = 3800$ (kcal)

(2) B, A는 평균 에너지 소비량보다 평균 에너지 섭취량이 적은 반면, B는 평균 에너지 소비량보다 평균 에너지 섭취량이 1100 kcal 정도 많기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	A와 B의 에너지 섭취량을 계산식과 함께 옳게 쓴 경우	40 %
(2)	B를 답하고 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많기 때문이라고 옳게 서술한 경우	60 %

단원 마무리하기

p. 056~059



01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 해설 참조 05 ④
06 ① 07 ① 08 해설 참조 09 ④ 10 ①
11 ④ 12 ⑤ 13 ⑤ 14 해설 참조 15 ④
16 ⑤

- 01** (가)와 (라)는 이화 작용, (나)와 (다)는 동화 작용이다. 이화 작용은 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크므로 에너지를 방출하고, 동화 작용은 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 작으므로 에너지를 흡수한다.

오답 피하기

ㄱ. ADP가 ATP로 전환되는 것은 동화 작용으로 (나)와 (다)에 해당한다.

- 02** A는 ADP이고, B는 ATP이다. ㉠은 산소, ㉡는 ATP이다. (나)는 세포 호흡 과정으로, 영양소에 포함된 에너지는 열에너지로 방출되거나 ATP 합성에 사용된다. 세포 호흡에 쓰이는 산소는 호흡계를 통해 들어와 모세 혈관 속 혈액으로 이동하고, 혈액에 있는 적혈구의 헤모글로빈과 결합하여 조직 세포까지 운반된다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 산소이며, ㉡는 ATP로 B에 해당한다.
ㄴ. (나)의 과정에서 영양소가 가진 에너지의 일부가 (ㄴ) 과정에 이용되고, 일부는 열에너지 형태로 방출된다.

- 03** 발효관의 입구를 솜으로 막아 산소를 차단하였으므로 효모에 의한 알코올 발효가 진행되며, 그 결과 이산화 탄소가 발생한다. 포도당의 함량이 가장 높은 용액은 이산화 탄소의 발생량이 가장 많은 C이다. 알코올 발효는 포도당을 크기가 작은 물질인 에탄올과 이산화 탄소를 분해하는 과정이므로 이화 작용에 해당한다.

오답 피하기

ㄷ. 산소의 유입을 차단하였으므로 맹관부에 모인 이산화 탄소는 효모의 알코올 발효 과정을 통해 생성된 것이다.

- 04 [모범 답안]** (가): 포도당, (나): 아미노산, (다): 모세 혈관, (라): 암죽관

해설 녹말과 단백질은 각각 포도당과 아미노산으로 최종 분해되는데, 이들은 수용성 영양소로 소장 융털 내부의 모세 혈관으로 흡수된다. 지방은 지용성 영양소이므로 지방산과 모노글리세리드로 최종 분해되며, 소장 융털 내부의 암죽관으로 흡수된다.

채점 기준	배점
포도당, 아미노산, 모세 혈관, 암죽관을 모두 옳게 쓴 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

- 05** (가)는 녹말이 포도당으로 최종 분해되는 소화 과정, (나)는 세포 호흡 과정이다. A는 포도당, B는 이산화 탄소이다. 소화는 소화계에서, 세포 호흡은 주로 미토콘드리아에서 일어나며,

두 과정 모두 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용에 해당한다. 포도당은 융털의 모세 혈관을 통해 흡수되어 순환계의 작용으로 조직 세포까지 운반된다.

오답 피하기

ㄷ. 세포 호흡을 통해 발생한 이산화 탄소는 확산에 의해 이동하므로 ATP 에너지가 사용되지 않는다.

- 06** (가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 순환계이다. 영양소는 소화계에서 소화 및 흡수되고, 산소는 호흡계를 통해 체내로 들어온다. 산소와 영양소는 순환계를 통해 조직 세포로 운반되고 미토콘드리아로 전해져 세포 호흡에 이용된다.

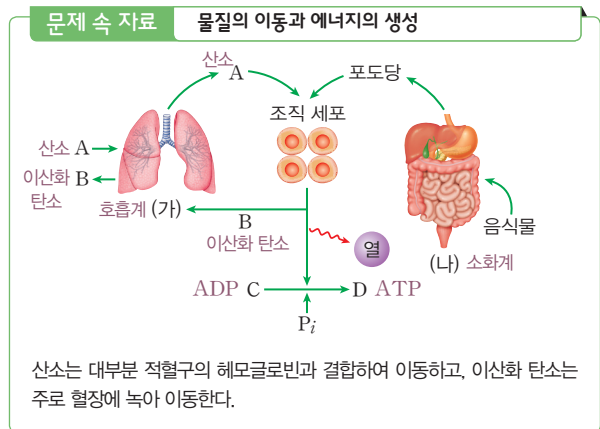
오답 피하기

ㄴ. 산소가 (나)에서 (다)로, (다)에서 조직 세포로 이동하는 과정은 확산에 의해 이루어진다.
ㄷ. 조직 세포에서 산소와 영양소가 반응해 ATP를 합성하는 반응은 이화 작용이다.

- 07** A는 산소, B는 이산화 탄소, C는 ADP, D는 ATP이다. ADP에서 ATP를 합성하는 과정은 동화 작용이다. 포도당이 분해되어 ATP가 생성되는 것은 이화 작용이다. 산소는 폐를 통해 체내로 들어오고, 대부분 적혈구의 헤모글로빈과 결합하여 조직 세포까지 운반된다.

오답 피하기

ㄴ. 포도당은 융털 내부의 모세 혈관으로 흡수된다.
ㄷ. ADP와 무기인산이 결합하여 ATP가 만들어지는 과정은 저분자 물질이 고분자 물질로 합성되는 동화 작용이다.



- 08 [모범 답안]** (가): 소화계, 음식물에 들어 있는 영양소를 작은 영양소로 분해하여 몸속으로 흡수한다. (나): 순환계, 영양소와 산소를 조직 세포로 운반하고, 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소를 호흡계로 운반한다. (다): 호흡계, 세포 호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 세포 호흡으로 생성된 이산화 탄소를 배출한다.

채점 기준	배점
소화계, 순환계, 호흡계를 옳게 쓰고, 그 기능을 모두 옳게 서술한 경우	100 %
세 기관계 중 두 기관계만 옳게 서술한 경우	50 %
한 기관계만 옳게 서술한 경우	20 %

09 A는 아미노산이고, B는 요소이다. 오줌이 만들어지는 기관(가)는 콩팥이다. 암모니아는 간에서 요소로 전환된 후 콩팥을 통해 몸 밖으로 배설된다. 콩팥에서는 물이 재흡수되어 순환계인 혈관으로 이동한다.

10 (가)는 소화계, (나)는 배설계이다. 암모니아를 요소로 전환하는 기관은 간으로 소화계에 속한다.

오답 피하기

나. 소화계 (가)에서 흡수하지 못한 영양소는 소화계인 대장과 항문을 통해 몸 밖으로 내보내진다.

다. 물은 호흡계인 폐와 배설계인 콩팥을 통해 배설된다.

11 A는 호흡계, B는 배설계, C는 소화계이다. 배설계를 구성하는 콩팥에서 노폐물이 걸러지고 체내 수분량이 조절된다. 암모니아를 요소로 전환하는 간은 소화계에 속한다.

오답 피하기

ㄱ. 폐의 내부는 표면적을 늘리는 구조인 폐포로 이루어진다.

12 (가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 순환계, (라)는 배설계이다. 소화계 (가)를 통해 흡수된 영양소와 호흡계 (나)를 통해 흡수된 산소는 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다. 혈액이 폐를 거치면 혈중 산소 농도가 증가하여 동맥혈이 된다. 배설계를 통해 배출되는 오줌 속에는 요소가 포함되어 있다.

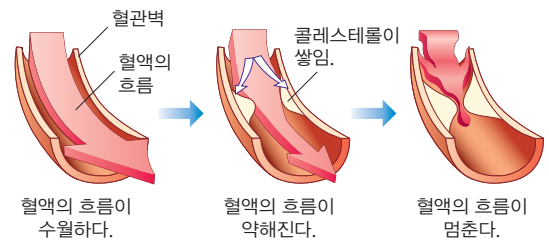
13 비커 A는 처음에는 산성이었다가 염기성으로 액성이 변하였다. 오줌에 BTB 용액을 넣었을 때 초록색을 띠므로, 오줌 자체는 중성임을 알 수 있다. A와 C의 색 변화가 같으므로, 같은 성분이 생성되었으며, 이는 암모니아이다.

14 [모범 답안] 고지혈증, 혈액에 콜레스테롤의 양이 과다하여 나타나는 대사성 질환으로 고지혈증이 심해지면 혈관이 막혀 뇌졸중과 같은 병으로 발전할 수 있다.

해설 고지혈증으로 콜레스테롤이 많아져 혈관 벽에 쌓이면 동맥 경화를 일으키고, 고혈압, 심장병, 뇌졸중의 원인이 된다.

채점 기준	배점
고지혈증을 쓰고, 혈관이 막혀 뇌졸중과 같은 합병증이 발생할 수 있다고 옳게 서술한 경우	100 %
고지혈증은 썼지만 위험한 까닭을 서술하지 못한 경우	30 %

문제 속 자료 고지혈증



- 혈액 속에 중성 지방이나 콜레스테롤의 양이 과도하게 축적되면 혈관벽에 침전물이 쌓여 혈관 지름이 좁아지고 탄력이 떨어진다. 이러한 상태를 고지혈증이라고 한다.
- 고지혈증이 심화되면 혈관이 딱딱하게 굳어 혈액 순환이 막히는 동맥경화로 발전할 수 있고, 이를 계속 방치하면 심장마비, 뇌졸중 등의 심각한 질환을 유발할 수 있다.

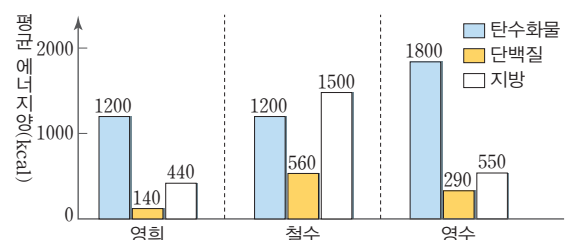
15 당뇨병 환자는 혈당량이 비정상적으로 높게 유지되고, 오줌으로 포도당이 배출된다. 이 환자의 경우 인슐린 농도가 매우 낮게 유지되고 있으므로 인슐린을 주사하면 혈당량을 낮출 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 인슐린은 이자의 β세포에서 분비되는데, 이 환자의 인슐린 농도가 거의 0에 가까우므로 이 환자는 이자의 β세포에 이상이 생겨 인슐린이 정상적으로 분비되지 않음을 알 수 있다.

16 영희가 섭취한 평균 에너지량은 1780 kcal, 소비한 평균 에너지량은 2100 kcal이다. 철수가 섭취한 평균 에너지량은 3260 kcal, 소비한 평균 에너지량은 2500 kcal이다. 영수가 섭취한 평균 에너지량은 2640 kcal, 소비한 평균 에너지량은 2500 kcal이다. 철수는 탄수화물을 통해 1200 kcal의 에너지를 섭취하였으므로 탄수화물을 300 g 섭취했고, 지방을 통해 1500 kcal의 에너지를 섭취했으므로 지방을 약 166.7g 섭취했다. 그러므로 철수가 하루 동안 섭취한 탄수화물의 양은 지방보다 약 133.3 g 더 많다. 철수가 섭취한 평균 에너지량은 3260 kcal, 영수가 섭취한 평균 에너지량은 2640 kcal이고, 소비한 평균 에너지량은 모두 2500 kcal이므로 비만이 될 가능성은 철수가 영수보다 높다.

문제 속 자료 에너지 섭취량과 에너지 소비량



영희의 에너지 섭취량: $1200 + 140 + 440 = 1780(\text{kcal})$, 철수의 에너지 섭취량: $1200 + 560 + 1500 = 3260(\text{kcal})$, 영수의 에너지 섭취량: $1800 + 290 + 550 = 2640(\text{kcal})$



항상성과 몸의 조절

1. 신경계

01 | 흥분의 전도와 전달

기초 탄탄 문제

p. 068~069

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

01 A는 가지 돌기, B는 신경 세포체, C는 말아집(슈반 세포), D는 랑비에 결절, E는 축삭 돌기 말단이다.

02 (가)는 원심성 뉴런으로 연합 뉴런에서 내린 명령을 반응 기관으로 전달한다. (나)는 연합 뉴런으로 뇌와 척수에 분포하며, 구심성 뉴런으로부터 받아들인 정보를 통합하여 원심성 뉴런으로 명령을 내린다. (다)는 구심성 뉴런으로 감각 기관에서 받아들인 자극을 연합 뉴런으로 전달한다.

03 오답 피하기

⑤ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 ATP가 공급되는 한 계속 작동하므로 자극을 받지 않을 때에도 이온의 이동은 나타난다.

04 분극 상태에서 Na^+ 통로가 열리면 Na^+ 이 세포 밖에서 세포 안으로 들어오면서 막전위가 상승하고 탈분극이 진행된다. 이후 Na^+ 통로가 닫히고 K^+ 통로가 열리면서 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 빠져나가 막전위가 하강하고 재분극이 진행된다.

05 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작동으로 농도에 역행하여 이온이 운반될 때에는 ATP가 사용된다.

오답 피하기

ㄱ, ㄷ, ㄹ. 이온 통로를 통한 Na^+ , K^+ 의 이동은 농도 차에 따른 확산으로 이루어져 ATP가 소모되지 않는다.

06 오답 피하기

① 세포 내로 유입된 Na^+ 은 세포막 내에서 양 옆으로 확산되고, 이에 따라 축삭 돌기를 따라 양 방향으로 흥분이 전도된다.

07 오답 피하기

③ 시냅스에서 흥분은 축삭 돌기 말단에서 다음 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체, 반응기의 세포막으로만 전달된다. 반대 방향으로의 전달되지 않는다.

08 축삭 돌기 중간 지점에 자극을 주었을 때 축삭 돌기에서의 흥분의 전도는 양쪽 방향으로 진행되지만, 시냅스에서의 흥분의 전달은 축삭 돌기 말단에 연결된 뉴런의 가지 돌기나 신경 세포체 방향으로만 진행된다.

09 민말이집 신경보다 말아집 신경의 흥분 전도 속도가 더 빠르다. 시냅스에서는 신경 전달 물질의 확산에 의해 흥분이 전달되기 때문에 축삭 돌기에서의 전기적 전도에 비해 속도가 느리다.

10 활동 전위가 축삭 돌기 말단에 도달하면 시냅스 소포가 세포막과 융합하여 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 방출된다. 방출된 신경 전달 물질은 다음 뉴런의 수용체에 결합하여 탈분극을 유도하여 흥분이 전달된다.

11 오답 피하기

- ① B는 구심성 뉴런의 가지 돌기이므로 시냅스 소포가 없어 신경 전달 물질이 분비되지 않는다.
② (나)는 (가)의 시냅스 이전 뉴런이다.
④ 흥분의 전달은 (다) 구심성 뉴런 → (나) 연합 뉴런 → (가) 원심성 뉴런 방향으로 진행된다.
⑤ (가) → (나) 방향으로 흥분의 전달이 일어나지 않으므로 (다)에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.

12 약물을 과도하게 사용하면 신경계에 심각한 영향을 줄 수 있다.

내신 만점 문제

p. 070~073

- 01 ④ 02 ④ 03 ④ 04 ③ 05 ③ 06 ②
07 ② 08 ⑤ 09 ② 10 ⑤ 11 ① 12 ①
13 ⑤ 14 ④ 15~16 해설 참조

01 A는 가지 돌기, B는 신경 세포체, C는 말아집, D는 랑비에 결절, E는 축삭 돌기 말단이다.

오답 피하기

④ 랑비에 결절은 이온의 투과성이 나타나며 활동 전위가 발생하는 부위이다.

02 (가)는 원심성 뉴런, (나)는 연합 뉴런, (다)는 구심성 뉴런이므로 신호는 (다) → (나) → (가)로 전달된다. 연합 뉴런은 뇌와 척수를 구성한다.

03 Na^+ 통로가 열려 있으므로 휴지 전위가 아닌 탈분극 상태를

나타낸다. Na^+ 통로를 통해 일어나는 이온의 이동은 확산 현상으로 Na^+ 은 세포 밖에서 세포 안으로 들어온다. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의한 이온의 이동은 농도 기울기에 역행하여 물질을 수송하는 것으로 에너지(ATP)가 소모된다.

- 04 구간 I은 분극, 구간 II는 탈분극, 구간 III은 재분극 시기이다. 탈분극이 진행될 때 세포 안쪽의 전위값은 상승하며, Na^+ 의 막 투과성은 탈분극 시기인 t_1 일때 더 크다.

오답 피하기

ㄷ. 활동 전위의 발생과 상관 없이 Na^+ 은 세포 밖에서, K^+ 은 세포 안에서 농도가 높게 유지된다.

- 05 ㉠은 Na^+ , ㉡은 K^+ 이다. 이온 통로를 통한 이온의 이동은 농도 기울기에 따른 확산 현상에 의해 일어나므로 ATP가 소모되지 않는다.

오답 피하기

ㄷ. t_1 에서 Na^+ 의 막 투과도 > K^+ 의 막 투과도이며, t_2 에서 Na^+ 의 막 투과도 < K^+ 의 막 투과도이다. 따라서

$\frac{\text{K}^+\text{의 막 투과도}}{\text{Na}^+\text{의 막 투과도}}$ 값은 t_2 일 때가 더 크다.

- 06 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 유입되어 막전위가 상승하면서 탈분극이 진행된다.

오답 피하기

ㄱ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ 과 K^+ 은 각각 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동한다.

ㄴ. K^+ 통로를 통한 K^+ 의 유출로 재분극이 진행된다.

- 07 (가)의 t_2 시점은 재분극에 속한다. 따라서 (나)에서 K^+ 은 세포 안에서 밖으로 확산되며, 이에 따라 ㉠은 세포 안, ㉡은 세포 밖이다.

오답 피하기

ㄱ. 분극 상태에서 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프를 통해 Na^+ , K^+ 은 이동한다.

ㄷ. 세포 안에서 세포 밖으로의 K^+ 의 이동은 확산에 의해 일어나므로 ATP가 소모되지 않는다.

- 08 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 세포 호흡을 통해 ATP가 공급되는 한 계속 작동한다. 세포막 안으로 유입된 Na^+ 은 양 옆으로 확산하여 연속적인 탈분극을 유도한다. t_1 은 재분극이 진행되는 시기로, K^+ 이 세포 안에서 밖으로 유출되면서 막전위가 하강한다.

- 09 A는 이온 통로가 모두 막혀 있으므로 분극 상태를 나타낸다. B는 Na^+ 이 유입되므로 탈분극, C는 K^+ 이 유출되므로 재분

극 시기이다. 탈분극과 재분극 시 이온 통로를 통한 이온 이동은 모두 확산으로 일어난다.

오답 피하기

ㄱ. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의한 이동이 일어나고 있다.

ㄷ. C 구간은 재분극 상태이므로 탈분극 상태인 B 구간보다 먼저 흥분이 발생했다. 따라서 흥분의 전도 방향은 $C \rightarrow B \rightarrow A$ 이다.

- 10 약한 자극 시와 강한 자극 시를 비교해 보면 활동 전위의 크기는 달라지지 않고 발생 빈도가 늘어났음을 확인할 수 있다. 또한, 강한 자극 시 활동 전위가 자주 발생했을 때가 약한 자극 시보다 신경 전달 물질의 분비량이 더 많다.

- 11 (가)는 시냅스 이전 뉴런, (나)는 시냅스 이후 뉴런이며, A는 시냅스 소포이고, B는 시냅스 틈이다.

오답 피하기

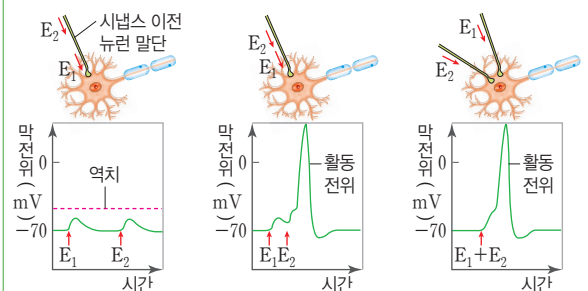
ㄴ. 시냅스 틈에서 신경 전달 물질은 확산에 의해 이동하므로 ATP를 소모하지 않는다.

ㄷ. 신경 전달 물질은 시냅스 이후 뉴런의 탈분극을 유도한다.

- 12 흥분의 이동 속도는 $A > B > C$ 의 순서로 나타났으며, D에서는 흥분이 전달되지 않았다. 이는 말이집 신경인 A가 민말이집 신경인 B보다 흥분 전도 속도가 빠르고, 축삭 돌기를 통한 흥분 전도가 시냅스에서의 흥분의 전달보다 빠르기 때문이다. 가지 돌기에서 다른 뉴런의 축삭 돌기 방향으로는 흥분 전달이 일어나지 않아 D에서 활동 전위가 발생하지 않았다.

- 13 E_1 , E_2 각각은 역치 미만의 자극으로 활동 전위를 발생시키지 못하지만 짧은 시간 동안 연속해서 자극하거나 동시에 자극하면 활동 전위가 발생함을 확인할 수 있다. 이는 시냅스에서 신경 전달 물질의 양이 합쳐져서 활동 전위가 나타나기 때문이다.

문제 속 자료 시냅스에서의 신호의 합



- 역치 미만인 2개의 신호가 짧은 시간 간격으로 전달될 경우 활동 전위가 발생한다.
- 역치 미만인 2개의 신호가 동시에 전달될 경우 활동 전위가 발생한다.

14 약물 A, B는 시냅스에서의 흥분 전달을 억제하는 약물로 시냅스 이후 뉴런의 탈분극을 억제하고, 약물 C는 시냅스에서의 흥분 전달을 촉진하는 약물이다.

15 [모범 답안] (1) Na^+ , K^+ (2) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포막 바깥으로, K^+ 은 세포막 안쪽으로 이동하며 일부 열려 있는 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 밖으로 확산되기 때문이다.

해설 뉴런의 세포막에 있는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프는 ATP를 소비하여 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 이동시키므로 뉴런의 내부는 외부보다 K^+ 농도가 높고, Na^+ 농도는 낮다.

서술형 Tip

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프와 일부 열려 있는 K^+ 통로로 인해 이온이 불균등하게 분포함을 서술한다.

채점 기준	배점
(1) Na^+ , K^+ 을 옳게 쓴 경우	20 %
(2) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작동과 일부 열려 있는 K^+ 통로를 통한 이온의 이동을 모두 옳게 서술한 경우	80 %

16 [모범 답안] (1) ㉠에서 활동 전위가 나타나지 않는다.
(2) 가지 돌기에는 시냅스 소포가 없어서 신경 전달 물질을 분비할 수 없고, 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질 수용체가 없기 때문에 흥분은 시냅스 이전 뉴런의 축삭 돌기에서 시냅스 이후 뉴런의 가지 돌기 쪽으로만 전달된다.

해설 시냅스에서의 흥분 전달은 축삭 돌기에서 다른 뉴런의 가지 돌기 방향으로만 진행된다.

채점 기준	배점
(1) ㉠에서 활동 전위가 나타나지 않는다고 옳게 서술한 경우	30 %
(2) 가지 돌기에는 시냅스 소포가 없고, 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질의 수용체가 없다고 옳게 서술한 경우	70 %

02 | 근육 수축의 원리



탐구 대표 문제

p. 076

01 ③ 02 ①

01 A대는 마이오신 필라멘트 자체를 의미하며 A대의 일부는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부위이다. A대에서 마이오신 필라멘트만 있는 부분을 H대라고 한다.

02 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어갈 때 ATP가 필요하다.



기초 탐구 문제

p. 077

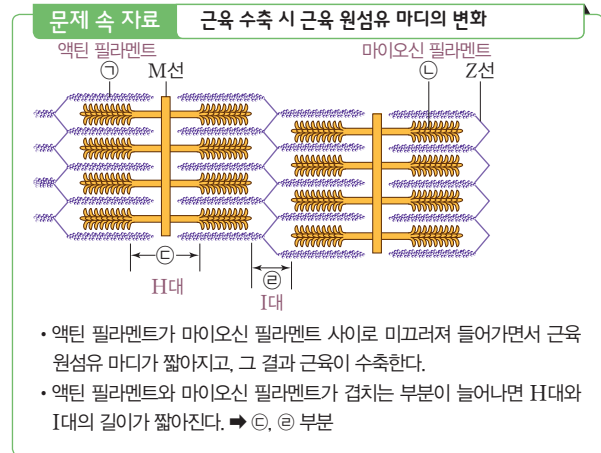
01 ② 02 ② 03 ① 04 ③ 05 ⑤

01 골격근은 2개가 짝을 지어 뼈대를 움직인다. 팔을 구부릴 때 이두박근 (가)는 수축, 삼두박근 (나)는 이완된다.

02 운동 뉴런의 말단에서 신경 전달 물질인 아세틸콜린이 분비되면 근육 원섬유에 활동 전위가 발생하고, 이에 따라 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 사이에 결합이 형성된다. 이때 ATP가 소모되면서 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가면서 근육 원섬유 마디가 짧아진다.

03 ㉠은 근육 원섬유 마디, ㉡은 A대, ㉢은 I대, ㉣은 H대, ㉤은 Z선이다.

04 근육 수축이 일어나면 I대와 H대의 길이가 짧아지고, A대의 길이는 변화가 없다.



05 근육 섬유에 저장된 ATP가 모두 소모되면 크레아틴 인산이 분해되어 발생한 에너지가 ATP 생성에 이용된다.

내신 만점 문제

p. 078~079

01 ① 02 ③ 03 ① 04 ④ 05 ④ 06 ⑤

07~08 해설 참조



01 (가)는 근육 ㉠이 수축하는 과정으로, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 자체의 길이는 변하지 않고 두 필라멘트가 겹치는 길이가 길어진다.

오답 피하기

ㄱ. 골격근은 여러개의 근육 섬유 다발로 구성된다.

ㄴ. 근육 수축 시 두 필라멘트가 겹치는 부분은 늘어난다.

02 근육이 수축하면 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 자체 길이는 변화가 없고 두 필라멘트가 겹치는 부위가 늘어난다. 이에 따라 H대와 I대의 길이가 짧아진다. 이렇게 겹치는 부위가 늘어나면 M선과 Z선 사이가 가까워지면서 근육 원섬유 마디가 짧아진다.

03 근육 ㉠은 팔을 구부렸을 때 수축하여 길이가 짧아진다.

오답 피하기

ㄴ. 근육의 수축, 이완에 상관없이 마이오신 필라멘트 자체의 길이는 변하지 않는다.

ㄷ. 근육이 수축할 때는 두 필라멘트가 겹치는 부위가 늘어나면서 H대의 길이는 짧아진다.

04 ㉠은 A대로 마이오신 필라멘트가 있는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트이다. (가)는 근육이 수축하는 과정을, (나)는 근육이 이완하는 과정을 나타낸다. 근육이 수축하는 과정에서 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가게 되고, 이 과정에서 ATP가 소모된다. 근육이 이완할 때는 근육 원섬유 마디가 늘어나면서 전체 근육의 길이도 늘어난다.

오답 피하기

ㄴ. 근육이 수축할 때 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트 자체의 길이는 짧아지지 않는다.

05 마이오신 필라멘트(A대)와 액틴 필라멘트 자체의 길이는 근육 수축 과정에서 변하지 않는다. 문제에서 A대의 길이는 $1.6 \mu\text{m}$ 이며, 액틴 필라멘트에 해당하는 부분의 길이는 $1.0 \mu\text{m}$ 이다. ㉢ 시기는 근육이 수축할 때, ㉣ 시기는 근육이 이완할 때이다. 근육이 수축할 때 X의 길이가 $2.4 \mu\text{m}$ 이므로, 가운데 M선을 기준으로 양쪽이 $1.2 \mu\text{m}$ 여야 한다. 이때 한 쪽 액틴 필라멘트의 길이는 변하지 않고 $1.0 \mu\text{m}$ 이므로, 겹치지 않는 부분은 $0.2 \mu\text{m}$ 가 된다. H대는 양쪽의 겹치지 않는 부분이므로, $0.4 \mu\text{m}$ 가 된다. 이완 시(㉣) X의 길이가 $3.2 \mu\text{m}$ 이므로 M선을 기준으로 한쪽은 $1.6 \mu\text{m}$ 가 된다. 액틴 필라멘트의 길이는 $1.0 \mu\text{m}$ 이므로, 겹치지 않는 부분의 길이는 $0.6 \mu\text{m}$ 가 되고, 겹치는 부분(㉤)의 길이는 $0.2 \mu\text{m}$ 가 된다.

오답 피하기

ㄱ. A대의 길이는 근육의 수축과 이완 시에 변화가 없으므로 $1.6 \mu\text{m}$ 가 된다.

06 상대적으로 가는 ㉠은 액틴 필라멘트, 굵은 ㉡은 마이오신 필라멘트이다. C는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 단면이므로 근육이 수축할수록 이와 같은 부분이 길어진다.

07 [모범 답안] 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린이 방출되어 근육 섬유에 작용하면 근육 섬유에서 탈분극이 일어나면서 마이오신 필라멘트 사이로 액틴 필라멘트가 미끄러져 들어가 근육이 수축한다.

해설 운동 신경의 흥분은 반응기인 골격근에 전달된다.

서술형 Tip

아세틸콜린 방출에 의한 운동 신경과 근육 섬유 사이의 신호의 전달을 서술한다.

채점 기준	배점
축삭 돌기 말단과 골격근이 형성하는 시냅스에서 신경 전달 물질의 작용으로 신호가 전달되는 것을 옳게 서술한 경우	100 %
운동 뉴런의 흥분 전달에 의한 자극으로 근육이 수축한다고만 서술한 경우	80 %

08 [모범 답안] (1) ㉠: 마이오신 필라멘트, ㉡: 액틴 필라멘트

(2) ㉠, ㉡의 길이는 변하지 않는다.

(3) 마이오신 필라멘트 사이로 액틴 필라멘트가 미끄러져 들어가 겹치는 부분이 많아지기 때문에 근육 원섬유 마디는 짧아진다.

해설 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 들어가 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지면서 근육 수축이 일어난다.

채점 기준	배점
(1) 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트를 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 자체의 길이는 변하지 않는다고 옳게 서술한 경우	20 %
(3) 마이오신 필라멘트 사이로 액틴 필라멘트가 미끄러져 들어간다고 옳게 서술한 경우	60 %
마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이 길어지기 때문이라고만 서술한 경우	30 %

03 | 중추 신경계

기초 탐관 문제

p. 083

01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ⑤ 05 ② 06 ③

01 [오답 피하기]

④ 중추 신경계는 무수히 많은 뉴런이 밀집한 구조이며, 말초 신경계는 중추 신경계에 연결되어 온몸에 나뉘어가지 모양으로 뻗어 있다.

02 [오답 피하기]

③ 뇌줄기는 중간뇌, 뇌교, 연수로 이루어지며 호흡, 심장 박동 등 생명과 직결된 기능을 조절한다.

03 곁질은 신경 세포체가 많이 분포해 회색질, 속질은 축삭 돌기

가 분포해 백색질이며 수의 운동과 고등 정신 활동을 담당하는 부위는 대뇌이다.

04 오답 피하기

㉔ 척수의 배 쪽에는 운동 신경 다발이 전근을 이루고, 등 쪽에는 감각 신경 다발이 후근을 이룬다.

05 척수는 회피 반사, 무릎 반사, 배변, 배뇨 등의 반사를 담당한다. 기침, 재채기, 하품 등의 반사 중추는 연수이다.

06 회피 반사는 팔다리에 강한 자극이 주어질 때 팔다리가 몸통을 향해 오므라드는 현상으로, 위협으로부터 몸을 보호하기 위한 빠른 반응이다. 회피 반사는 척수가 중추인 무조건 반사로, 감각 신경 → 척수 → 운동 신경의 경로를 거친다. 그림에서는 (가) → (나) → (다)이다. 등 쪽에 있는 후근을 이루는 (가)는 감각 뉴런, 배 쪽에 있는 전근을 이루는 (다)는 운동 뉴런이다.

오답 피하기

㉔ 자극은 감각 뉴런을 통해 대뇌로도 전달된다. 다만, 대뇌가 통증을 느끼기 전에 회피 반사가 먼저 일어난다.

내신 만점 문제

p. 084~085

01 ㉔ 02 ㉔ 03 ㉔ 04 ㉔ 05 ㉔ 06 ㉔

07~08 해설 참조



01 겉질은 회색질, 속질은 백색질인 A는 뇌, B는 척수이다.

오답 피하기

ㄱ. '많은 뉴런이 밀집되어 있다.'는 말초 신경계에 해당하지 않는 특징이므로 (가)에 올 수 없다.

ㄴ. 뇌 신경은 말초 신경계를 구성한다.

02 A는 간뇌, B는 연수, C는 대뇌, D는 소뇌이다. 대뇌와 소뇌는 함께 수의 운동을 조절하며, 연수에서 신경의 좌우 교차가 일어난다.

오답 피하기

ㄱ. 안구 운동을 조절하는 것은 중간뇌이다. 간뇌는 체온, 삼투압, 혈당량 등 체내 항상성을 조절하는 중추이다.

03 소뇌, 연수, 중간뇌, 대뇌 중에서 좌우 반구로 나누어진 것은 대뇌, 소뇌이고, 뇌줄기를 구성하는 것은 중간뇌, 연수이다. 동공 반사의 중추는 중간뇌이다. 따라서 A~D 중 하나에만 해당하는 특징인 ㉔은 '동공 반사의 중추이다.'이며, C가 중간뇌이다. 중간뇌에 해당하는 다른 특징인 ㉔은 '뇌줄기를 구성한다.'가 되고, 중간뇌와 ㉔을 공유하는 D는 연수가 된다. 나머지 A, B는 각각 대뇌와 소뇌 중 하나이며, 이 둘이 공유하

는 특징인 ㉔은 '좌우 반구로 나누어 있다.'가 된다.

오답 피하기

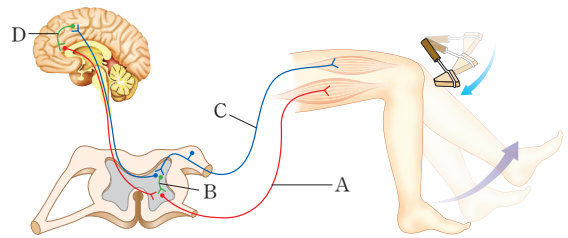
ㄱ. 소화 운동, 심장 박동, 호흡 운동의 중추는 연수이므로 D에 해당한다.

04 전근을 이루는 A는 운동 뉴런, B는 척수의 속질에 분포하는 연합 뉴런, 후근을 이루는 C는 감각 뉴런이다. D는 대뇌를 구성하는 연합 뉴런을 나타낸다. 고무 망치에 의한 자극은 척수가 중추인 무릎 반사로 나타나고, 동시에 대뇌에도 전달된다. 무릎 반사가 속도가 빠르므로 무릎 반사가 나타난 후에 대뇌에서 자극을 느끼게 된다.

오답 피하기

ㄴ. 무릎 반사의 경로는 C → B → A이다.

문제 속 자료 무릎 반사의 경로



- A는 전근을 이루는 운동 뉴런, B는 척수를 이루는 연합 뉴런, C는 후근을 이루는 감각 뉴런이다.
- 척수가 중추인 무릎 반사는 C → B → A의 경로로 일어난다.

05 오답 피하기

ㄱ. 눈에서 감지된 시각 자극은 뇌 신경을 따라 대뇌에 전달되므로 척수를 거치지 않는다.

06 (가)는 대뇌의 판단과 명령에 따라 일어나는 의식적인 반응, (나)는 척수가 중추인 무조건 반사의 경로를 나타낸 것이다. 손으로 주머니 속의 동전을 골라 내는 것은 대뇌가 중추가 되는 의식적인 반응이다. 반면, 뜨거운 주전자에 손이 닿자마자 손을 떼는 것은 척수가 중추가 되는 회피 반사이다.

오답 피하기

ㄴ. 위급한 상황에 빠르게 대처할 수 있는 것은 반응 경로가 짧아 빠르게 일어나는 무조건 반사인 (나)이다.

07 [모범 답안] (1) 후두엽 (2) 대뇌 겉질은 영역에 따라 기능이 다르다.

채점 기준		배점
(1)	후두엽을 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	대뇌 겉질이 영역에 따라 기능이 다르다고 옳게 서술한 경우	70 %

08 [모범 답안] (1) ㉔: (나) → 척수 → C, ㉔: (가) → 뇌 → 척수 → B

(2) 무조건 반사는 의식적인 반응보다 경로가 짧아서 반응 속도가 빠르기 때문이다.

해설 의식적인 반응의 경로에 비해 무조건 반사의 반응 경로가 짧다.

서술형 Tip

반응의 경로를 비교하여 무조건 반사의 특성을 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	㉠, ㉡의 반응 경로를 옳게 쓴 경우	40 %
(2)	두 반응의 반응 경로를 비교하여 무조건 반사가 반응이 빠르게 나타난다고 옳게 서술한 경우	60 %
	반응이 빠르게 나타나기 때문이라고만 설명한 경우	40 %

04 | 말초 신경계

기초 탄탄 문제

p. 089

01 ③ 02 ① 03 ② 04 ③ 05 ② 06 ②

01 오답 피하기

③ 자율 신경계는 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않는 불수의 운동을 조절한다.

02 자율 신경계는 원심성 신경의 한 종류로, 기능에 따라 교감 신경과 부교감 신경으로 구분한다. 각종 내장 기관과 혈관에 분포하며, 대뇌가 아닌 연수, 중간뇌, 척수 등에서 뻗어 나와 주로 생명 유지에 관한 기능을 조절한다.

오답 피하기

① 뇌와 척수를 구성하는 뉴런은 연합 뉴런이다. 자율 신경계는 운동 뉴런으로 구성된다.

03 교감 신경이 활성화되면 방광이 확장되고, 부교감 신경이 활성화되면 방광이 수축한다.

04 (가)는 하나의 뉴런으로 되어 있으며 말이집이 있는 체성 운동 신경이다. (나)는 신경절 이전 뉴런이 짧은 교감 신경, (다)는 신경절 이전 뉴런이 긴 부교감 신경이다. 교감 신경과 부교감 신경은 같은 기관에 분포하면서 서로 반대되는 길항 작용으로 기관의 기능을 조절한다.

오답 피하기

① 말초 신경계를 구성하는 신경은 기능적으로 구심성 신경과 원심성 신경으로 나뉘며, 원심성 신경을 다시 체성 신경계와 자율 신경계로 구분한다.

② 체성 신경은 골격근과 시냅스를 이룬다.

④ A와 B는 모두 아세틸콜린으로 같은 신경 전달 물질이다.

⑤ A, B, D는 아세틸콜린이고, C는 노르에피네프린이다.

05 오답 피하기

② 교감 신경이 활성화되면 소화를 억제하는 방향으로 반응이 나타나므로 소화 기관으로 공급되는 혈액의 양은 줄어든다.

06 근위축성 측삭 경화증은 말초 신경계인 운동 신경의 손상으로 나타나는 질병이다.

내신 만점 문제

p. 090~092

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

01 신경 A는 감각기에서 받은 자극을 중추 신경계로 전달하는 구심성 신경이다. 원심성 신경 중 내장 기관에 분포한 신경 B는 자율 신경, 골격근에 분포한 신경 C는 체성 운동 신경을 나타낸다. 자율 신경은 두 개의 뉴런이 신경절에서 시냅스를 이루며 연결된다.

오답 피하기

ㄱ. 눈과 중추 신경계를 연결하는 신경 A는 뇌 신경으로 척수를 통과하지 않는다.

ㄴ. 신경 C는 체성 운동 신경이므로 신경 C의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

02 중추에서 반응기에 이르기까지 뉴런 2개가 신경절에서 시냅스를 형성하는 것은 자율 신경의 특성이다. 따라서 B, C는 자율 신경, A는 체성 신경이다. ‘대뇌의 지배를 받는가?’는 체성 신경계에만 적용되는 내용으로 (가)에 적합하다.

B는 신경절 이후 뉴런이 짧은 부교감 신경에 해당하고, 부교감 신경이 흥분하면 소화 운동이 촉진된다.

오답 피하기

ㄴ. B, C는 자율 신경계로 내장 기관에 연결된다. 골격근에 연결되는 것은 체성 신경계이다.

03 (가)는 신경절 이전 뉴런이 긴 부교감 신경, (나)는 신경절 이전 뉴런이 짧은 교감 신경이다. 교감 신경과 부교감 신경은 위에 연결되어 길항 작용을 통해 소화 작용을 조절한다.

오답 피하기

ㄴ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.

ㄴ. A는 아세틸콜린, B는 노르에피네프린으로 서로 다르다.

04 연수에서 뻗어 나오며 신경절 이전 뉴런이 긴 (가)는 부교감

신경, 척수에서 나오고 신경절 이전 뉴런이 짧은 (나)는 교감 신경이다. 교감 신경이 흥분하면 심장 박동과 호흡 속도가 빨라진다.

오답 피하기

- ① 부교감 신경이 흥분하면 방광이 수축된다.
- ② 자율 신경은 내장근에 연결되어 있다.
- ③ 자율 신경은 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않는다.
- ④ A, B는 아세틸콜린, C는 노르에피네프린이다.

문제 속 자료

교감 신경과 부교감 신경

(가) 부교감 신경
A 아세틸콜린

(나) 교감 신경
B 아세틸콜린
C 노르에피네프린

- 신경절 이전 뉴런이 길고 연수에서 나오는 (가)는 부교감 신경이다.
- 신경절 이전 뉴런이 짧고 척수에서 나오는 (나)는 교감 신경이다.

- 05** A는 교감 신경, B는 부교감 신경이며, 심장 박출량과 호흡수가 많은 ㉠은 운동 시, ㉡은 평상시에 해당한다. 운동 시에는 교감 신경이 흥분하여 심장 박출량과 호흡수를 증가시키고, 평상시에는 부교감 신경이 작용하여 심장 박출량과 호흡수를 낮춘다. 또한, 운동 시에 교감 신경이 흥분하면 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진하여 혈당량을 높인다.

오답 피하기

ㄱ. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.

- 06** 교감 신경과 부교감 신경은 같은 기관에 분포하면서 서로 반대되는 작용을 하는 길항 작용을 통해 기관의 기능을 조절한다. 스트레스를 받으면 소화가 잘 되지 않는 것은 교감 신경이 활성화되어 소화 운동과 소화액 분비를 억제하기 때문이다.

오답 피하기

ㄱ. 달리기와 같은 운동을 할 때 심장 박동과 호흡 운동이 촉진되는 것은 교감 신경이 활성화되기 때문이다.

- 07** A가 자극되었을 때 심장 박동 주기가 길어졌으므로 A는 부교감 신경이다. B가 자극되었을 때 심장 박동 주기가 짧아졌으므로 B는 교감 신경이다. 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 것은 교감 신경이다. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 척수에 있다.

- 08** X가 Y보다 길므로 부교감 신경이다. 동공의 크기를 조절하는

부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 중간뇌에 있으며, 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런의 축삭 돌기 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다. 부교감 신경의 작용으로 동공은 축소된다.

- 09** 심장근의 활동 전위 발생 빈도는 자율 신경에 의해 조절된다. (가)보다 (나)에서 활동 전위의 발생 빈도가 높은 것으로 보아 (나)는 교감 신경이 흥분한 상태이다. 교감 신경은 노르에피네프린을 분비하여 기관을 조절한다. 교감 신경이 흥분하면 호흡량도 늘어나고 이에 따라 기체 교환도 활발히 일어난다. 따라서 (가)보다 (나)에서 모세 혈관에서 폐포로 이동하는 이산화 탄소의 양이 더 많다.

오답 피하기

ㄱ. 심장근은 자율 신경계와 연결된다.

- 10** (가)는 척수가 중추가 되는 척수 반사의 경로를, (나)는 자율 신경계가 중추에 연결되어 있는 모습을 나타낸다. (가), (나)에서 모두 대뇌의 지배를 받지 않고 반응이 일어난다.

오답 피하기

ㄱ. 무조건 반사 경로인 (가)에서 운동 신경은 골격근에 연결되고, (나)의 자율 신경은 내장 기관이나 혈관 등에 분포한다.
ㄷ. (가)의 운동 신경 말단과 (나)의 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이, 교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

- 11 [모범 답안]** (1) 연수 (2) A: 아세틸콜린, B: 아세틸콜린 (3) (나)에서 자극 시점 이후 위 내부의 pH가 내려갔으므로 자율 신경 A, B는 위액 분비를 촉진한다.

해설 A가 B보다 긴 것으로 보아 자율 신경 A, B는 부교감 신경이다. 부교감 신경 중 소화액 분비를 조절하는 뉴런의 신경 세포체는 연수에 있다. 위액에는 위산이 포함되어 있어 위액 분비가 촉진될수록 위 내부의 pH는 내려간다.

채점 기준		배점
(1)	연수를 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	아세틸콜린을 옳게 쓴 경우	20 %
(3)	(나)를 근거로 자율 신경 A, B는 위액 분비를 촉진한다고 옳게 서술한 경우	60 %
	위액의 분비를 촉진한다고만 서술한 경우	30 %

- 12 [모범 답안]** (가)는 중추 신경계 이상 질환이며, (나)는 말초 신경계 이상 질환이다.

해설 중간뇌는 중추 신경계에 속하고 운동 뉴런은 말초 신경계에 속한다.

채점 기준	배점
(가)와 (나)를 옳게 서술한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

단원 마무리하기
p. 094~097

01 ①

02 ③

03 ④

04 ①

05 해설 참조

06 ⑤

07 ③

08 ⑤

09 ④

10 ③

11 ②

12 해설 참조

13 ④

14 ①

15 ③

16 해설 참조

01 C는 랑비에 절절로 말이집에 싸여 있지 않아 활동 전위가 발생하는 부분이다. B에서 활동 전위가 발생하였으므로 도약전도가 일어나 C에서도 활동 전위가 발생한다.

오답 피하기

ㄴ. 구간 I은 분극 상태로 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작용으로 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 능동 수송된다.

ㄷ. 구간 II에서 Na^+ 의 유입은 확산에 의해 일어나는 현상이므로 ATP가 소모되지 않는다.

02 자극을 받을 때 막전위가 급격히 상승했다가 다시 되돌아오는 막전위의 변화를 활동 전위라고 한다. C 구간은 재분극이 일어나는 구간으로, K^+ 의 막 투과성이 높아져 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 세포 안에서 밖으로 유출되고, 이에 따라 막전위가 하강하게 된다.

오답 피하기

ㄴ. 막전위가 (+)에서 (-)로 바뀌는 것은 1 ms가 조금 지났을 때이다.

03 자극을 준 지점에서 A가 더 가까우므로, A에서 먼저 활동 전위가 발생하고 B에서 나중에 발생한다. 따라서 ㉠이 A에서의 활동 전위 그래프이고, ㉡은 B에서의 활동 전위 그래프이다. A에서 활동 전위가 발생하면 흥분이 전도됨에 따라 B에서의 탈분극이 유도된다.

오답 피하기

ㄷ. (가)의 뉴런은 말이집 신경이므로 도약전도가 일어난다.

04 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프로 인해 Na^+ 의 농도는 세포 안보다 세포 밖이, K^+ 의 농도는 세포 밖보다 세포 안이 항상 높게 유지된다. 막 투과도가 먼저 증가하는 ㉠은 Na^+ 이고, ㉡은 K^+ 이다.

오답 피하기

ㄴ. K^+ 의 농도는 항상 세포 안이 밖보다 더 높다.

ㄷ. 활동 전위가 발생하는 동안 이동하는 이온의 양은 전체 이

온양에 비해 미량이므로, 전체 이온의 농도에 거의 영향을 주지 않는다. 따라서 탈분극 시기인 t_1 에서도 Na^+ 의 농도는 세포 밖이 안보다 더 높다.

05 [모범 답안] A—Ⅲ, B—Ⅱ, C—I, 말이집 신경으로 도약전도가 일어나는 C가 민말이집 신경인 B보다 흥분 전도 속도가 빠르며, A에서는 흥분 전달이 일어나지 않아 Q 지점에서 활동 전위가 발생하지 않기 때문이다.

채점 기준	배점
3개 모두 옳게 연결하고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
막전위 변화는 옳게 연결했지만 까닭은 서술하지 못한 경우	30 %

06 물질 X는 시냅스 이후 뉴런의 활동 전위 발생을 유발하고, 물질 Y는 시냅스 이후 뉴런의 활동 전위 발생을 억제했음을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 말이집으로 싸여 있는 부분에서는 활동 전위가 발생하지 않는다.

07 t_1 에서 탈분극이, t_2 에서 재분극이 일어나고 있으므로 K^+ 의 막 투과성은 t_1 보다 t_2 에서 더 크다. 역치 이상의 자극을 주어도 t_3 에서 활동 전위가 나타나지 않았으므로 물질 X는 Na^+ 의 이동을 억제했음을 알 수 있다.

08 (가)는 골격근, (나)는 근육 세포에 해당하는 근육 섬유, (다)는 근육 원섬유 마디이다. 골격근은 수의근으로 대뇌의 조절을 받아 수축과 이완 작용을 한다. 근육 섬유는 골격근을 구성하는 기본 단위이며, 근육 원섬유 마디가 짧아지기 위해서는 ATP의 소모가 필요하다.

09 (가)는 H대, (나)는 I대, (다)는 A대이다. 근육 수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이 늘어나면서 H대, I대는 길이가 줄어들고, A대는 마이오신 필라멘트 자체를 의미하므로 근육 수축과 이완 시 길이가 변하지 않는다.

10 A 과정에서 근육 ㉠은 이완하고, B 과정에서 근육 ㉠은 수축한다. 근육이 수축할 때에는 근육 원섬유 마디에서 H대와 I대의 길이가 줄어들므로, B 과정에서 (나)의 H대가 줄어든다.

오답 피하기

ㄱ. A 과정에서 근육 ㉠의 전체 길이는 늘어난다.

ㄴ. A 과정에서 (나)의 A대의 길이는 변하지 않는다.

11 ㉠은 액틴 필라멘트, ㉡은 마이오신 필라멘트이다. A는 액틴 필라멘트만 있는 I대의 단면을, B는 마이오신 필라멘트만 있

는 H대의 단면을, C는 A대에서 H대가 아닌 부분의 단면을 나타낸다. 액틴 필라멘트만 존재하는 I대는 근육 원섬유 마디에서 가장 밝게 관찰된다.

오답 피하기

- ㄱ. 마이오신 필라멘트는 액틴 필라멘트보다 더 굵다.
 ㄴ. C는 A대에서 H대를 제외한 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분의 단면이다.

12 [모범 답안] (1) 액틴 필라멘트

(2) 근육이 수축하면 (가)는 마이오신 필라멘트 자체이므로 그 길이가 변하지 않지만 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 겹치는 부분이 늘어나면서 (나)의 길이는 짧아지므로

$\frac{(나)의 길이}{(가)의 길이}$ 값은 감소한다.

채점 기준		배점
(1)	액틴 필라멘트라고 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	근육 수축 시 (가)와 (나)의 변화를 근거로 $\frac{(나)의 길이}{(가)의 길이}$ 값이 감소한다고 옳게 서술한 경우	80 %
	$\frac{(나)의 길이}{(가)의 길이}$ 값이 감소한다고만 서술한 경우	40 %

13 A는 간뇌, B는 중간뇌, C는 연수, D는 척수, E는 대뇌이다. 간뇌는 항상성 조절의 중추로 체온, 혈당량, 삼투압 등을 일정하게 조절하는 기능을 한다. 생명 유지 기능을 담당하는 뇌줄기는 중간뇌와 연수, 이 둘을 연결하는 뇌교로 이루어진다.

오답 피하기

ㄴ. 대뇌의 겉질은 신경 세포체가 모여 있는 회색질이고, 척수의 겉질은 축삭 돌기가 주로 분포하는 백색질이다.

14 A는 후근을 이루는 감각 뉴런이고, B는 전근을 이루는 운동 뉴런이다.

오답 피하기

- ㄴ. B와 같이 골격근에 연결되어 있는 원심성 신경은 체성 신경계에 속한다.
 ㄴ. ㉠의 자극은 척수에서 무릎 반사의 경로로도 전달되고, 동시에 척수를 거쳐 대뇌로도 전달된다.

15 A는 CO₂ 농도 변화 수용기에서 감지한 자극을 중추로 전달하는 감각 뉴런이므로 구심성 뉴런이다. B, C는 심장에 연결되므로 자율 신경계에 속하는 원심성 뉴런이며, 신경절 이전 뉴런이 긴 B는 부교감 신경, 신경절 이전 뉴런이 짧은 C는 교감 신경이다. 교감 신경이 활성화될 때 심장 박동이 빨라진다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠에서 아세틸콜린이, ㉡에서 노르에피네프린이 분비된다.

16 [모범 답안] (1) 중간뇌 (2) X: 아세틸콜린, Y: 아세틸콜린 (3) X, Y가 흥분할 경우 동공은 축소된다.

채점 기준		배점
(1)	중간뇌라고 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	둘 다 아세틸콜린이라고 옳게 쓴 경우	30 %
(3)	X, Y가 동공을 축소시킨다고 옳게 서술한 경우	40 %

2. 호르몬과 항상성

01 | 호르몬과 항상성

기초 단단 문제

p. 102~103

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

01 척추동물들 간의 호르몬은 종 특이성이 없기 때문에 다른 종의 호르몬을 체내에 주사해도 같은 기능을 나타낸다.

02 A는 호르몬을 생성하는 내분비샘, B는 호르몬, C는 표적 기관, D는 혈관을 나타낸다. 내분비샘은 별도의 분비관이 없어 혈액으로 호르몬을 분비하고, 호르몬은 혈액을 따라 순환하다가 자신의 수용체가 있는 표적 세포에 결합하여 신호를 전달한다.

03 [오답 피하기]

⑤ 호르몬은 효과가 오래 지속되지만, 신경은 효과가 빨리 사라진다.

04 (가)는 뇌하수체, (나)는 갑상샘, (다)는 부신, (라)는 이자, (마)는 정소와 난소이다. 여러 내분비샘의 호르몬 분비를 조절하여 내분비계의 중심으로 작용하는 기관은 뇌하수체이다.

05 남성과 여성의 2차 성징을 나타내게 하는 것은 테스토스테론, 에스트로젠과 같은 성호르몬이며, 이는 정소와 난소에서 각각 분비된다.

06 결핍 시 왜소증이 나타나는 호르몬은 성장 호르몬이다. 결핍 시 오줌에서 포도당이 검출되는 호르몬은 인슐린이다. 묽은 오줌을 다량 배설하는 것은 항이뇨 호르몬이 부족할 때 나타난다.

다. 과다 분비되면 체중 감소와 안구 돌출 등의 증상이 나타나는데, 이 호르몬은 티록신이다.

07 오답 피하기

④ 호르몬의 분비량은 체내 조건을 일정하게 유지하기 위해 계속 변화한다.

08 오답 피하기

⑤ 음성 피드백은 결과가 그 과정을 억제하는 현상이다. 호르몬 B의 농도가 높아지면 호르몬 A의 분비는 감소한다.

09 식사 후 포도당 섭취로 인해 혈당량이 증가하므로, 정상인의 체내에서는 혈당량을 줄이는 조절 작용이 나타난다. 근육 세포에서 포도당을 흡수하는 것, 간세포에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 것 등은 혈당량을 줄이는 작용이다.

간세포에서의 포도당 생성, 교감 신경의 활성화에 의해 이자의 α 세포에서 글루카곤의 분비가 촉진되거나 부신 속질에서 에피네프린 분비가 촉진되는 것은 모두 혈당량을 높이는 작용이다.

10 인슐린은 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정을 촉진하며, 세포가 혈액 속의 포도당을 흡수하도록 한다.

11 이자에서 분비되어 혈당량을 감소시키는 호르몬은 인슐린이다. 이자에서 분비되어 혈당량을 증가시키는 호르몬은 글루카곤이다. 부신 속질에서 분비되는 에피네프린은 글리코젠이 포도당으로 전환되는 과정을 촉진해 혈당량을 높인다.

12 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진하는 호르몬 X는 글루카곤이다. 반대로 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정을 촉진해 혈당량을 낮추는 호르몬 Y는 인슐린이다.

기초 단답 문제

p. 106

01 ④ 02 ② 03 ② 04 ⑤ 05 ④ 06 ③

01 오답 피하기

④ 체온이 낮을 때 열 발산량을 낮추기 위해 교감 신경이 활성화되어 털세움근을 수축시킨다.

02 무의식적으로 몸이 떨리는 것, 유아에서 물질대사량이 증가하는 것은 모두 열 발생량을 늘리는 작용이다.

03 체온이 낮을 때는 교감 신경이 작용하여 털세움근을 수축시키

는데, 이는 표면에서의 열 발산량을 줄이는 작용이다.

오답 피하기

① 체온 조절의 중추는 간뇌이다.

③ 열 발산량을 줄이는 작용이다.

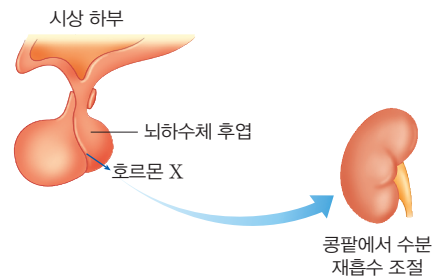
④ 털세움근의 수축과 세포 호흡과는 관련이 없다.

⑤ 피부 표면으로 가는 혈류량을 줄이는 작용이다.

04 음식을 짜게 먹어서 체액의 삼투압이 증가하면, 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가하여 콩팥에서의 수분 재흡수량을 늘려 체액의 삼투압을 낮춘다. 항이뇨 호르몬은 시상 하부에서 생성되며, 뇌하수체 후엽에 저장되었다가 혈액으로 분비된다.

05 항이뇨 호르몬(ADH)은 콩팥에서 수분의 재흡수를 증가시키는 호르몬이다.

문제 속 자료 항이뇨 호르몬의 분비



- 항이뇨 호르몬은 시상 하부에서 합성된 후 뇌하수체 후엽에 저장되었다가 혈액으로 분비된다.
- 항이뇨 호르몬의 표적 기관은 콩팥으로, 주로 집합관에서 물의 재흡수 과정을 촉진시킨다.
- 수분의 재흡수가 늘어나면 혈장 삼투압이 낮아지고, 혈액량이 늘어나 혈압이 높아진다.

06 항이뇨 호르몬의 분비가 많아지면 콩팥에서 수분 재흡수량이 많아져 혈액 내 수분량이 증가한다. 이에 따라 혈액량이 증가하여 혈압이 높아지고 혈장 삼투압은 낮아진다.

내신 만점 문제

p. 107~110

01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ③ 05 ③ 06 ⑤
07 ④ 08 ⑤ 09 ③ 10 ② 11 ③ 12 ②
13 ④ 14 ③ 15~16 해설 참조

01 (가)는 신경계에 의한 신호의 전달, (나)는 호르몬에 의한 신호의 전달을 나타낸다.

오답 피하기

ㄴ. 외분비샘은 생성된 물질을 별도의 분비관으로 분비하는 조직이나 기관이다. 외분비샘에는 땀샘, 소화샘 등이 있다.

- 02 제시된 환자의 증상은 갑상샘 기능 항진증으로, 티록신이 과다하게 분비될 때 나타난다.

오답 피하기

- ㄱ. 티록신을 분비하는 갑상샘과 관련된 질환이다. 부신과는 관련이 없다.
 ㄴ. 오줌 속에서 포도당이 검출되는 것은 당뇨병의 증상으로, 인슐린의 분비와 관련된다.

- 03 B가 A보다 많은 종류의 호르몬을 분비하므로 A는 뇌하수체 후엽, B는 뇌하수체 전엽이다. 뇌하수체 전엽을 제거하면 갑상샘 자극 호르몬이 분비되지 않아 갑상샘에서 티록신 생성이 억제되며, 성장 호르몬이 부족하여 뼈와 근육의 생장이 부진해질 것이다.

- 04 호르몬 X는 갑상샘 자극 호르몬, 호르몬 Y는 부신 겉질 자극 호르몬이므로 (가)는 뇌하수체 전엽이다. 갑상샘 자극 호르몬은 갑상샘을 자극해 티록신의 생성과 분비를 촉진한다.

오답 피하기

- ㄷ. 호르몬 Y는 부신 겉질 자극 호르몬이므로 수용체는 부신 겉질에 있다.

- 05 (가)는 간뇌의 시상 하부, (나)는 뇌하수체 전엽이다. 뇌하수체 전엽을 제거하면 TSH가 분비되지 않으므로 티록신이 분비되지 않고, 티록신의 양이 부족하므로 TRH의 분비가 증가할 것이다.

오답 피하기

- ㄷ. 티록신의 농도가 증가하면 티록신의 분비를 억제하는 방향으로, 티록신의 농도가 감소하면 티록신의 분비를 촉진하는 방향으로 작용하므로 ㉠, ㉢는 모두 음성 피드백에 해당한다.

- 06 ㉠은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 긴 부교감 신경, ㉢는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧은 교감 신경이다. 호르몬 X는 부교감 신경이 활성화되어 분비되며 혈당량을 낮추는 인슐린이고, 호르몬 Y는 교감 신경이 활성화되어 분비되며 혈당량을 높이는 글루카곤이다. 인슐린은 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 과정을 촉진한다.

- 07 X는 인슐린으로 혈당량을 낮추는 ㉠ 과정을 촉진한다. 따라서 혈당량이 높을 때 호르몬 X의 혈중 농도가 높아진다. 인슐린 농도가 가장 높은 t_2 시기가 t_1 시기보다 혈당량이 더 높다.

오답 피하기

- ㄷ. ㉢ 과정은 인슐린 농도가 낮을 때 활발하다.

- 08 운동을 하면 세포 호흡이 활발해져 혈액의 포도당 농도가 감소

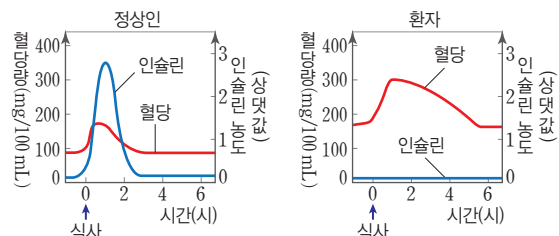
하므로 시간에 따라 인슐린 분비량은 감소하고 글루카곤의 분비량은 증가한다. 따라서 호르몬 X는 인슐린, 호르몬 Y는 글루카곤이다. 인슐린과 글루카곤은 간에서 길항 작용을 통해 혈당량을 조절한다.

- 09 혈당량이 높을 때 분비되어 혈당량을 낮추는 인슐린은 이자의 β 세포에서 분비된다. 환자는 혈당량 변화와 무관하게 인슐린 농도가 매우 낮으므로 β 세포에 이상이 있고, 오줌에서 포도당이 검출될 것이다.

오답 피하기

- ㄴ. 인슐린은 이자의 β 세포에서 분비된다.

문제 속 자료 인슐린의 분비와 혈당량 조절



- 식사 직후에 혈당량이 증가하고, 이에 따라 혈당량을 낮추기 위해 인슐린 분비가 늘어난다.
- 환자의 경우 인슐린 수치가 거의 0에 가까우므로, 인슐린을 분비하는 이자의 β 세포에 이상이 있음을 알 수 있다.

- 10 ㉠이 완화되어 피부 근처 혈관이 확장되고 땀 분비가 증가하고 있으므로 ㉠은 교감 신경이다.

오답 피하기

- ㄱ. 체온 조절의 중추는 간뇌의 시상 하부이다.
 ㄷ. 교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧다.

- 11 오답 피하기

- ㄷ. (가)는 호르몬에 의한 조절을 나타내고, (나)는 신경계에 의한 조절을 나타낸다.

- 12 (가)는 더울 때, (나)는 추울 때의 피부 모세 혈관의 모습이다. 체온이 올라갈 때 교감 신경의 작용이 완화되어 피부 근처의 혈관이 확장되고 땀 분비가 증가하여 열 발산량이 늘어난다. 반대로 체온이 내려갈 때에는 교감 신경이 활성화되어 피부 근처의 혈관이 수축해 열 발산량이 줄어든다.

오답 피하기

- ㄱ. (가)는 교감 신경의 작용이 완화된 결과이다.
 ㄷ. (나)보다 (가)일 때 땀 분비가 촉진된다.

- 13 (가)는 항이뇨 호르몬(ADH)으로, 혈장 삼투압이 높을 때 분비되어 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진한다. 그 결과 혈액 속 수분량이 많아져 혈장의 삼투압이 낮아지고 오줌의 농도는 높아

저 오줌의 삼투압은 증가한다.

오답 피하기

ㄴ. 음식물을 짜게 먹으면 혈액의 농도가 높아져 삼투압이 높아지므로, 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가한다.

- 14** ADH는 뇌하수체 후엽에서 분비되어 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하는 작용을 한다. p_1 보다 p_2 에서 혈중 ADH의 농도가 높으므로 수분 재흡수량은 p_2 일 때가 p_1 일 때보다 더 높다. 구간 I보다 구간 II에서 오줌 생성량이 적은 것으로 보아 혈중 ADH의 농도는 구간 I보다 구간 II에서 더 높다.

오답 피하기

ㄷ. 혈중 ADH의 농도가 높을수록 콩팥에서의 수분 재흡수량이 증가하므로, 오줌 생성량은 줄어든다.

- 15 [모범 답안]** (1) 호르몬 X와 Y는 혈액으로 분비되어 운반되며, 호르몬 X는 표적 세포 A에, 호르몬 Y는 표적 세포 B에 각각 신호를 전달한다.
(2) 표적 세포의 세포막에는 특정 호르몬과 결합하는 수용체가 있기 때문이다.

해설 호르몬은 혈액으로 분비되어 수용체가 있는 표적 세포에 작용한다.

채점 기준		배점
(1)	혈액으로 분비되어 운반되고, X는 표적 세포 A에, Y는 표적 세포 B에 작용한다고 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	표적 세포의 세포막에는 특정 호르몬과 결합하는 수용체가 있다고 옳게 서술한 경우	60 %

- 16 [모범 답안]** (1) 호르몬 B는 혈당량이 높을 때 많이 분비되므로 혈당량을 떨어뜨리는 역할을 하며, 호르몬 A는 혈당량이 높을 때 분비되는 양이 감소하므로 혈당량을 높이는 역할을 한다.
(2) 호르몬 A는 글루카곤으로 이자의 α 세포에서 분비되며, 호르몬 B는 인슐린으로 이자의 β 세포에서 분비된다.

채점 기준		배점
(1)	자료를 근거로 들어 호르몬 B는 혈당량을 낮추고, 호르몬 A는 혈당량을 높인다고 옳게 서술한 경우	60 %
	근거는 제시하지 않고 호르몬의 기능만 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	호르몬 A, B의 명칭과 분비 장소를 모두 옳게 서술한 경우	40 %

단원 마무리하기

p. 112~115



- 01** ④ **02** ③ **03** 해설 참조 **04** ④ **05** ①
06 ② **07** 해설 참조 **08** ③ **09** ② **10** ②
11 ① **12** ③ **13** ② **14** ③ **15** ②
16 해설 참조

- 01** 호르몬은 별도의 분비관이 없어 혈액으로 분비되어 온몸을 순환하다가 수용체를 가진 표적 세포에 이르면 이에 결합하여 작용한다. 또한, 척추동물 내에서는 호르몬의 종 특이성이 없으므로 돼지의 인슐린은 사람에게도 똑같이 기능한다.

- 02** (가)는 뇌하수체, (나)는 갑상샘, (다)는 이자이다. 뇌하수체는 다른 내분비샘의 기능을 조절하는 여러 호르몬을 분비하여 다른 내분비샘을 조절한다. 이자의 α 세포와 β 세포에서는 각각 글루카곤과 인슐린이 분비되며, 두 호르몬은 길항 작용을 통해 혈당량을 조절한다.

오답 피하기

ㄴ. 티록신의 농도가 높아지면 티록신의 분비를 억제하는 방향으로 음성 피드백이 작동한다.

- 03 [모범 답안]** (1) (가): 신경계, (나): 내분비계

(2) (가)는 신경에 의한 신호의 전달로, 전달 속도가 빠르지만 축삭 돌기가 닿아 있는 부분에만 영향을 끼친다. (나)는 호르몬에 의한 신호의 전달로, 전달 속도가 빠르지 않지만 표적 세포에 지속적으로 영향을 미친다.

채점 기준		배점
(1)	신경계와 내분비계를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	(가)와 (나)의 신호 전달 방식을 빠르고 지속성에 대해 비교하여 옳게 서술한 경우	70 %
	(가)와 (나)의 신호 전달 방식을 빠르거나 지속성 중 하나에 대해서만 비교하여 서술한 경우	40 %

- 04** (가)는 갑상샘에서 분비되어 물질대사를 촉진하는 티록신, (나)는 당질 코르티코이드, (다)는 항이뇨 호르몬이다.

오답 피하기

ㄴ. (나)의 농도가 높아지면 음성 피드백 작용으로 부신 겉질 자극 호르몬의 분비량은 감소할 것이다.

- 05** 티록신의 농도는 그 결과를 억제하는 방향으로 작동하는 음성 피드백에 의해 조절된다. 갑상샘을 제거하여 티록신의 분비량이 줄어들면, TRH와 TSH의 분비가 늘어난다.

오답 피하기

ㄴ. 혈액에 다량의 티록신을 주사하면 티록신의 농도가 높아지므로 TRH, TSH의 분비가 억제되고 갑상샘의 티록신 분비량도 감소한다.

ㄷ. 티록신의 농도가 낮아지면 간뇌의 시상 하부가 이를 감지하여 TRH와 TSH의 분비를 증가시켜 티록신의 분비량을 늘린다. 이는 양성 피드백과 관련이 없다.

- 06** 혈당량을 증가시키는 내분비샘 B는 부신 속질과 이자의 α 세

포가 해당될 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 뇌하수체 전엽의 신호에 의해 혈당량을 증가시키는 호르몬을 분비하는 내분비샘 A는 부신 겉질이다. 부신 겉질에서 분비되는 당질 코르티코이드는 혈당량을 높인다.

ㄴ. (가)는 신경계에 의한 조절로 효과가 즉각적이며, 뉴런과 연결된 좁은 범위에서 나타난다.

07 [모범 답안] (1) 당뇨병 환자 A는 혈중 인슐린 농도가 정상인과 같지만 혈당량이 높게 유지되므로 체내에서 인슐린이 적절하게 작용하지 않는다.

(2) 당뇨병 환자 B는 정상인에 비해 혈중 인슐린 농도가 낮으므로 이자의 β 세포에 이상이 있어 인슐린이 적절하게 분비되지 않는다.

채점 기준		배점
(1)	자료를 근거로 들어 A의 당뇨병 원인을 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	자료를 근거로 들어 B의 당뇨병 원인을 옳게 서술한 경우	50 %

08 인슐린은 혈당량을 낮추는 호르몬이다. 그래프 상에서 정상인은 식사 후 1시간이 경과할 때 인슐린 농도가 가장 높다.

오답 피하기

ㄴ. 환자는 정상인보다 인슐린이 매우 적게 분비된다.

09 호르몬 X는 혈당량을 감소시키므로 이자의 β 세포에서 분비되는 인슐린이고, 호르몬 Y는 혈당량을 증가시키므로 이자의 α 세포에서 분비되는 글루카곤이다. 인슐린과 글루카곤은 교감 신경, 부교감 신경과 같이 길항 작용을 한다.

오답 피하기

ㄱ. 호르몬 X는 이자의 β 세포에서 분비되는 인슐린이다.

ㄴ. 글루카곤이 분비되면 글리코젠이 포도당으로 분해된다.

10 (가)와 (다)는 피부 표면의 모세 혈관과 털세움근이 수축하는 모습으로, 열 발산량을 줄이는 작용이다. (나)와 (라)는 반대로 모세 혈관이 확장되고 털세움근이 이완되는 작용으로, 열 발산량을 늘리는 데울 때의 변화이다. (가)와 (다)는 교감 신경의 작용이 활발해져 일어난다.

오답 피하기

ㄱ. 열 발산량이 감소하는 것은 (가)와 (다)이다.

ㄴ. (라)에서 (다)로의 변화는 체온이 낮아질 때로, 간과 근육의 물질대사가 증가해 열 발생량을 증가시킨다.

11 표에서 간뇌 시상 하부의 온도가 높으면 대사율이 감소해 체온이 내려가고, 시상 하부의 온도가 낮으면 대사율이 증가해 체

온이 상승한다. 즉, 시상 하부가 체온 조절의 중추로 작용하는 것을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 시상 하부의 온도가 높으면 대사율이 감소하므로 세포 호흡은 감소한다.

ㄴ. 시상 하부의 온도가 낮으면 열 발산량을 줄이기 위해 피부 모세 혈관으로 흐르는 혈류량은 감소한다.

12 북극여우가 사막여우보다 단위 부피당 표면적이 작은 것은 열 발산량을 줄이는 형태로 환경에 적응한 결과이다. 몸이 떨리는 현상은 열 발생량을 늘려 체온을 높이기 위한 반응이다.

오답 피하기

ㄴ. 피부의 혈관이 확장되는 것은 교감 신경의 활성이 낮아지기 때문에 나타난다.

13 운동할 때 오줌의 양이 줄어드는 것은 땀으로 인한 수분 배출량이 급격히 증가하여 오줌을 통한 수분 배출을 줄이기 위해 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가하기 때문이다.

오답 피하기

ㄱ. 운동 시에 수분 비율이 적은 진한 농도의 오줌이 배설되므로 오줌의 삼투압은 높아진다.

ㄴ. 땀을 많이 흘리는 것은 체온을 유지하기 위한 반응이다.

14 호르몬 X가 투입된 이후 오줌 생성량이 급격히 감소하므로 호르몬 X는 항이뇨 호르몬이다. 오줌 생성량이 많다는 것은 그만큼 혈액의 삼투압이 낮아 수분 배출량이 증가했다는 뜻이므로 t_1 일 때의 혈액의 삼투압이 t_2 일 때보다 더 높다.

오답 피하기

ㄴ. t_2 에서의 오줌 생성량이 t_3 에서의 오줌 생성량보다 많다는 것은 t_2 에서 더 많은 양의 수분이 배설되었다는 것을 의미한다. 따라서 t_2 에서의 오줌 삼투압이 t_3 에서의 오줌 삼투압보다 더 낮다.

15 물을 섭취하여 혈액의 삼투압이 낮아지면 항이뇨 호르몬의 분비량이 감소하여 오줌양이 증가한다. 혈액의 삼투압이 다시 회복되면 항이뇨 호르몬의 분비량이 회복되고, 오줌의 생성량은 줄어든다. 혈액의 삼투압이 낮은 t_2 시기는 혈액에 수분량이 많은 상태이고, t_3 시기는 오줌을 통한 수분 배출이 이루어져 다시 혈액 속 수분량이 정상 범위로 돌아오는 때이다.

오답 피하기

ㄱ. 호르몬 X는 항이뇨 호르몬으로 뇌하수체 후엽에서 분비된다.

ㄴ. t_2 에서 오줌의 삼투압이 t_1 보다 더 낮으므로 t_2 시기에 많은 양의 물이 오줌으로 빠져나가고 있음을 알 수 있다. 따라서 콩팥에서의 수분 재흡수량은 t_1 에서보다 t_2 에서 더 적다.

16 [모범 답안] (1) 항이노 호르몬(ADH)

(2) ADH는 콩팥에서 수분 재흡수를 촉진하므로 ADH가 부족하면 수분 재흡수량이 줄어들어 묽은 오줌을 다량으로 배설하기 때문이다.

해설 다량의 묽은 오줌을 누는 것은 오줌을 통한 수분 배출이 비정상적으로 많아지기 때문이다. 이는 항이노 호르몬의 분비가 부족해 콩팥에서의 수분 재흡수가 원활히 일어나지 않기 때문임을 유추할 수 있다.

채점 기준		배점
(1)	항이노 호르몬(ADH)을 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	ADH의 기능과 관련지어 증상이 나타나는 까닭을 옳게 서술한 경우	80 %
	ADH가 부족하기 때문이라고만 서술한 경우	40 %

3. 방어 작용

01 | 질병과 병원체

기초 단원 문제

p. 119

01 ④ 02 ③ 03 ⑤ 04 ① 05 ④ 06 ⑤

01 세균은 핵막이 없는 원핵생물이고, 곰팡이는 핵막을 가지는 진핵생물이다.

02 제시된 질병 중 비감염성 질병은 고혈압, 당뇨병의 2가지이다.

오답 피하기

- ① 고혈압은 비감염성 질병으로 항생제로 치료할 수 없다.
- ② 독감은 바이러스에 감염되어 발생하는 질병으로 항생제를 사용하여 치료할 수 없다.
- ④ 광우병은 변형된 프라이온에 감염되어 발생한다.
- ⑤ 결핵은 세균에 감염되어 발생한 감염성 질병이지만, 당뇨병은 비감염성 질병이다.

03 **오답 피하기**

- ① 바이러스는 자체적인 효소가 없다.
- ② 바이러스는 독립된 세포 구조가 아니다.
- ③ 바이러스는 돌연변이가 잘 일어난다.
- ④ 바이러스는 단백질 껍질과 내부의 유전 물질로 구성된다.

04 (가)는 세균, (나)는 바이러스를 나타낸다. 세균과 바이러스는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있다.

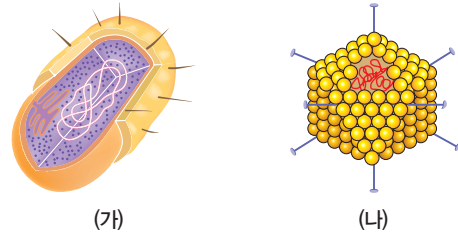
오답 피하기

- ② 세균은 세포막을 가지지만 바이러스는 비세포 구조이다.
- ③ 바이러스는 숙주 세포 내에서만 증식이 가능하기 때문에 배

양액에서는 증식하지 못한다.

- ④ 바이러스는 독립적으로 물질대사를 할 수 없다.
- ⑤ 세균과 바이러스는 병원체로서 전염될 수 있다.

문제 속 자료 세균과 바이러스의 비교



- 세포 구조로 되어 있으며 세포질에 유전 물질이 퍼져 있는 (가)는 세균(박테리아)이다.
- 단백질 껍질에 싸여 있으며 내부에 유전 물질이 있는 (나)는 바이러스이다.

05 원생생물이 일으키는 질병인 말라리아와 수면병은 대부분 열대 지역에서 매개 곤충에 의해 감염된다.

06 호흡기를 통해 감염되는 질병에는 결핵, 감기, 독감이 있고, 소화기를 통해 감염되는 질병에는 콜레라가 있다. 무좀과 파상풍은 피부 접촉을 통해 감염될 수 있다.

내신 만점 문제

p. 120~121

01 ② 02 ② 03 ③ 04 ① 05 ④ 06 ⑤

07~09 해설 참조

01 ㉠는 세균, ㉡는 바이러스이다. DNA와 RNA 중 한 가지만 가지는 병원체는 바이러스이므로 A는 바이러스이고, ㉡이다. B는 세균이 되고, ㉠이다. '스스로 증식이 가능하다.'는 바이러스는 해당되지 않으므로 ㉢에 해당한다.

오답 피하기

- ㉠. 병원체 ㉠는 세균으로 B에 해당한다.
- ㉡. '독립적으로 물질대사를 한다.'는 세균만 가지는 특징으로 ㉢에 해당한다.

02 (가)는 비감염성 질병이고, (나)는 감염성 질병이다.

오답 피하기

- ㉠. (가)는 비감염성 질병, (나)는 감염성 질병이다.
- ㉡. 결핵은 세균에 의해 발생한다.

03 4가지 병원체 중 변형된 프라이온은 단백질성 감염 입자로 핵산이 없으므로 ㉠에 '핵산을 가지고 있는가?'는 적합하다. 바이러스는 비세포 구조이므로 A는 바이러스이고, B는 핵막이 있는 곰팡이, C는 핵막이 없는 세균이다. 바이러스에 의한 질

병은 항바이러스제로 치료하고, 세균에 의한 질병은 항생제로 치료한다.

오답 피하기

ㄷ. 곰팡이와 같은 진핵생물에 의한 질병은 항생제로 치료가 어렵기 때문에 항진균제 등을 사용하여 치료한다.

04 오답 피하기

ㄴ. 비정상 구조의 변형된 프라이온이 축적됐을 때 신경 세포가 파괴된다.

ㄷ. 프라이온은 구조가 매우 안정적이어서 끓이거나 삶는 것으로 제거되지 않는다.

05 여과액을 건강한 담뱃잎에 발랐을 때 담배 모자이크병이 나타났으므로, 바이러스는 세균보다 크기가 작아 세균 여과기를 통과했음을 알 수 있다.

실험 결과 주변의 담뱃잎에서도 병이 나타났으므로 바이러스는 증식이 가능하다. 바이러스는 유전 물질인 핵산이 있어 숙주 세포 내에서 증식이 가능하다.

오답 피하기

ㄱ. 바이러스는 비세포 구조이다.

06 매개 곤충을 통해 인체 내로 들어오는 원생생물 병원체는 말라리아가 대표적이다. 곰팡이는 진핵생물 병원체로 효소를 가지고 있어 스스로 물질대사를 할 수 있다.

오답 피하기

A: 독감을 일으키는 바이러스는 핵막이 존재하지 않는다.

07 [모범 답안] (1) 바이러스, 세균, 원생생물, 곰팡이 등과 같은 병원체에 감염되어 질병이 발생한다.

(2) 병원체의 감염에 의해 발생하는지의 여부로 구분한다.

해설 (가)는 유전적 요인이나 생활 습관의 영향으로 발생하는 비감염성 질병이며, (나)는 병원체의 감염으로 발생하는 감염성 질병이다.

채점 기준		배점
(1)	병원체의 감염으로 발생한다고 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	병원체의 감염으로 발생하는지의 여부라고 옳게 서술한 경우	50 %

08 [모범 답안] 항생제를 남용하면 항생제에 내성을 가지는 세균이 출현하여 결국에는 항생제로 치료할 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

채점 기준	배점
항생제 내성 세균이 출현할 수 있다고 옳게 서술한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

09 [모범 답안] (가)는 호흡기를 통한 감염, (나)는 소화기를 통한 감염, (다)는 매개 곤충을 통한 감염, (라)는 신체 접촉을 통한 감염 경로이다.

채점 기준	배점
4가지 경로를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
그 외의 경우	0 %

02 | 우리 몸의 방어 작용(1)



기초 탄탄 문제

p. 127~128

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

01 오답 피하기

⑤ 사람의 방어 작용은 비특이적 방어 작용이 먼저 일어난 후 특이적 방어 작용이 일어난다.

02 우리 몸의 방어 작용은 병원체의 종류에 관계없이 일어나는 비특이적 방어 작용과 특정 병원체에 대해 선별적으로 일어나는 특이적 방어 작용으로 구분할 수 있다. 비특이적 방어 작용 중 피부와 점막은 외부의 방어벽, 식균 작용과 염증 반응은 내부 방어에 해당한다.

03 피부와 점막과 같은 물리적·화학적 장벽, 염증 반응은 비특이적 방어 작용에 해당하고, 세포성 면역과 체액성 면역은 특이적 방어 작용에 해당한다.

04 병원체가 침입한 부위의 비만 세포가 히스타민을 분비하면 히스타민이 모세 혈관을 확장시키고 혈관 투과성을 증가시킨다.

오답 피하기

① 히스타민은 비만 세포에서 분비된다.

② 염증 반응은 비특이적 방어 작용이다.

④ 백혈구의 식균 작용은 병원체의 종류에 관계없이 일어난다.

⑤ 히스타민은 모세 혈관 벽의 물질 투과성을 증가시킨다.

05 라이소자임은 눈물, 콧물 등에 포함되어 분비되며, 세균을 제거하는 화학적 방어 작용을 담당한다.

06 오답 피하기

㉓ B림프구는 골수에서 생성되어 골수에서 성숙한다. 골수에서 생성되어 가슴샘에서 성숙하는 것은 T림프구이다.

07 세포독성 T림프구는 세포성 면역에 관여한다.

08 오답 피하기

㉑ 항체는 항원 결합 부위와 형태가 맞는 한 종류의 항원과만 결합이 가능하다.

09 B림프구는 골수에서 생성되고 골수에서 성숙하는 세포로, 보조 T림프구의 도움을 받아 형질 세포와 기억 세포로 분화하고 형질 세포에서 항체를 생성한다. T림프구는 골수에서 생성되어 가슴샘에서 성숙하는 세포이다.

10 B림프구는 보조 T림프구의 도움을 받아 형질 세포와 기억 세포로 분화하고, 형질 세포는 항체를 생성한다. ㉑은 B림프구, ㉒은 기억 세포이다.

11 항원이 체내에 처음 침입하였을 때 B림프구로부터 분화한 형질 세포가 항체를 생성하는 1차 면역 반응이 일어난다. 2차 면역 반응은 같은 항원이 재침입하였을 때 기억 세포의 작용으로 다량의 항체를 빠르게 생성하는 반응이다.

오답 피하기

ㄱ. 염증 반응은 비특이적 방어 작용으로 1차 면역 반응에 해당하지 않는다.

ㄴ. 항체는 형질 세포가 생성한다.

내신 만점 문제

p. 129~131

01 ④ **02** ① **03** ④ **04** ④ **05** ③ **06** ④
07 ⑤ **08** ④ **09** ⑤ **10** ④ **11~12** 해설 참조

01 ㉑은 비특이적 방어 작용에만 해당되는 특징으로 '피부와 점막 등의 물리적 장벽이 존재한다.'는 ㉑에 해당한다. 특정 병원체를 제거하는 것은 특이적 방어 작용의 특징이므로 ㉒에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 항체는 특이적 방어 작용의 체액성 면역 과정에 의해 생성되는 것이므로 ㉒에 해당한다.

02 골수에서 생성된 미성숙 림프구의 일부는 가슴샘으로 이동하여 T림프구로 분화하고, 나머지는 골수에 남아 계속 성숙하여

B림프구로 분화한다. A는 B림프구, B는 T림프구이다.

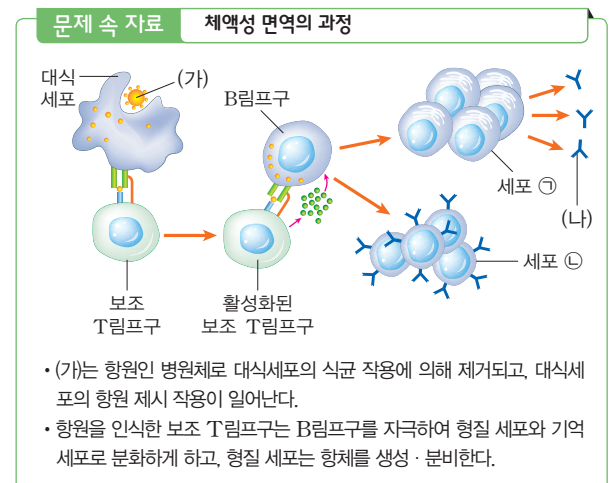
오답 피하기

ㄴ. A는 B림프구로 체액성 면역에 관여한다.

ㄷ. B는 T림프구로 형질 세포로 분화될 수 없다.

03 대식세포는 식균 작용을 통해 보조 T림프구에게 항원을 제시한다. A는 항원에서 감염된 세포를 직접 제거하는 세포독성 T림프구이고, B는 항체를 생성하는 형질 세포이다. 세포독성 T림프구는 골수에서 생성되어 가슴샘에서 성숙되며 세포성 면역에 관여한다. 항원 X를 기억하는 것은 기억 세포이다.

04 대식세포가 식균 작용으로 항원을 제시하면 보조 T림프구가 항원을 인식한다. 활성화된 보조 T림프구에 의해 B림프구가 활성화되어 형질 세포와 기억 세포로 분화된다. (나)는 항체이고 항체를 생성하는 세포 ㉑은 형질 세포이다. ㉒은 항원의 특성을 기억하는 기억 세포이다.



05 체액성 면역 과정에서 항원이 제거되면 형질 세포의 수가 감소하면서 항체의 농도가 줄어든다. 기억 세포가 형질 세포로 분화될 때에도 보조 T림프구가 관여하므로 보조 T림프구의 활동을 억제하는 약물을 투여하면 1차 면역 반응과 2차 면역 반응이 모두 잘 일어나지 않을 것이다.

오답 피하기

ㄷ. 기억 세포는 항체를 직접 생성하지 않는다.

06 항원 X를 주사한 A에서는 1차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 형성된다. 이 기억 세포를 분리하여 B₁에게 주사하고, 다시 B₁에게 항원 X를 주사하여 B₂가 되었으므로, B₂에서는 2차 면역 반응이 일어난다.

07 생쥐 A에게 항원 X를 2회 주사하였기 때문에 체액성 면역이 일어나 생쥐 A의 체내에서는 X에 대한 항체와 기억 세포가

생성되었다. ㉠을 주사했을 때 항체 농도가 증가한 것으로 보아 ㉠은 항체이고, ㉡을 주사했을 때 항체의 농도는 변화 없지만 ㉡을 주사한 후 항원 X를 주사했을 때 2차 면역 반응이 일어났으므로 ㉡은 기억 세포이다. 생쥐 C에게 항원 X를 주사했을 때 항체를 더 많이 더 빠르게 생성하는 것으로 보아 t_1 시기에는 X에 대한 기억 세포가 존재한다.

오답 피하기

ㄱ. 구간 I에서 항원이 침입하지 않았기 때문에 항체가 있어도 항원 항체 반응이 일어나지 않는다.

- 08** ㉠은 특이적 방어 작용 중 체액성 면역에 해당한다. 체액성 면역은 B림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화하여 항체를 생성하여 나타나는 반응이다.

오답 피하기

ㄴ. T림프구가 감염된 세포를 직접 파괴하는 반응은 세포성 면역에 해당한다.

- 09** 생쥐 A로부터 분리한 림프구 ㉠은 X에 대한 기억 세포이다. 항원 X와 Y를 동시에 생쥐 B에게 주사하였을 때 항체 X를 다량으로 생성하는 2차 면역 반응이 나타났으므로 기억 세포임을 알 수 있다. (나)의 항체 Y는 생쥐 B에서 1차 면역 반응이 일어나 생성된 것으로, 생쥐 B의 B림프구로부터 분화된 형질 세포에서 생성된 것이다.

오답 피하기

ㄱ. 림프구 ㉠은 기억 세포이다.

- 10** 호중구와 세균 X와 Y를 함께 배양하였을 때 식균 작용이 일어났으므로 호중구는 세균의 종류에 상관없이 비특이적으로 반응한다는 것을 알 수 있다. 세균 X와 X에 대한 항체를 함께 배양했을 때 식균 작용이 강하게 일어났으므로 호중구는 해당 항원에 대한 항체가 있을 때 식균 작용을 더 활발하게 함을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 항체는 특정 항원에만 특이적으로 결합해 반응한다.

- 11 [모범 답안]** (1) A: 세포성 면역, B: 체액성 면역
(2) ㉠: 대식세포, ㉡: 보조 T림프구, ㉢: 세포독성 T림프구, ㉣: B림프구, ㉤: 형질 세포, ㉥: 기억 세포
(3) 비특이적 방어 작용에 관여하는 세포는 ㉠인 대식세포이다. 대식세포는 식균 작용으로 병원체를 제거하고 항원을 제시한다.

해설 항체를 생성해 항원을 제거하는 것은 체액성 면역, 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하는 것은 세포성 면역이다.

채점 기준		배점
(1)	세포성 면역과 체액성 면역을 구분하여 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	㉠~㉤ 세포를 모두 옳게 쓴 경우	30 %
(3)	대식세포를 쓰고, 항원 제시의 역할을 옳게 서술한 경우	40 %
	대식세포만 답하고 그 기능은 서술하지 못한 경우	10 %

- 12 [모범 답안]** 항원의 1차 침입 때 기억 세포가 생성되고, 2차 침입 때 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하여 다량의 항체를 생성하기 때문이다.

해설 1차 면역 반응 때 생성된 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하면서 2차 면역 반응이 시작된다.

채점 기준		배점
1차 면역 반응 때 생성된 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화한다고 옳게 서술한 경우		100 %
단순히 기억 세포가 관여한다고만 서술한 경우		30 %

03 | 우리 몸의 방어 작용(2)

기초 단원 문제

p. 135

01 ① 02 ① 03 ⑤ 04 ② 05 ④ 06 ③

- 01** 철수는 응집원 A와 응집원 B가 있으므로 Rh⁻ AB형, 영희는 응집원 A, B는 없고 Rh 응집원만 있으므로 Rh⁺ O형이다.

- 02** 항 A 혈청에는 응집소 α 가, 항 B 혈청에는 응집소 β 가 있다.

- 03** 같은 혈액형끼리 수혈하는 것이 원칙이며, 혈액을 주는 사람의 응집원과 혈액을 받는 사람의 응집소가 응집하는 경우가 아니면 다른 혈액형끼리 소량 수혈이 가능하다. AB형의 혈액에는 응집소가 없으므로 이론상으로는 A형, B형, AB형, O형 모두로부터 소량 수혈받을 수 있다.

- 04** 응집소 α 와 β 를 모두 갖는 혈액형은 O형으로, 응집원 A와 B를 모두 갖지 않는다. 따라서 전체 학생 수에서 응집원 A 또는 응집원 B를 갖는 학생의 수를 빼서 구한다. 항 A혈청과 항 B혈청에 모두 응집한 학생은 AB형으로 4명이고, 14명에서 4명을 뺀 10명이 A형, 13명에서 4명을 뺀 9명이 B형이다. 따라서 O형은 $30 - 10 - 9 - 4 = 7$ (명)이다.

- 05** 백신은 병원체의 독성을 약화시키거나 비활성 상태로 만든 것으로 인체에서 항원으로 작용한다. 독감에 대한 백신 주사를 미리 접종한 사람의 체내에서는 1차 면역 반응이 일어나 독감 바이러스에 대한 기억 세포가 형성된다.

06 오답 피하기

- ① 류머티즘 관절염은 자가 면역 질환이다.
- ② 먼지, 꽃가루 등의 항원이 처음 체내에 들어왔을 때에는 알레르기 반응이 나타나지 않으며, 2차 침입 때부터 나타난다.
- ④ 면역계가 자기 몸을 구성하는 조직을 공격하는 질환을 자가 면역 질환이라고 한다.
- ⑤ 사람 면역 결핍 바이러스(HIV)는 체내에 침입하여 보조 T 림프구를 파괴하여 면역 능력을 상실하게 한다.

내신 만점 문제

p. 136~138

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



01 사람 X는 항 B 혈청에만 응집하였으므로 응집원 B만 존재하는 B형이고, 항 Rh 혈청에는 응집하지 않았으므로 Rh⁻형이다. 사람 X는 응집원 B와 응집소 α를 가지므로 AB형에게 소량 수혈해 줄 수는 있지만 수혈받을 수는 없다. 또한, 사람 X는 Rh⁻형이고 수혈받은 적이 없으므로 Rh 응집소는 없다.

02 철수는 B형이므로 응집원 B와 응집소 α를 가진다. 철수와 영희의 혈액을 섞었을 때 철수의 적혈구가 응집소 β와 응집하므로 영희는 응집소 β를 가지고 있고, 영희의 적혈구는 응집소 α와 응집했으므로 영희의 혈액형은 A형이다. 영철이와 철수의 혈액을 섞었을 때 영철이의 혈액에는 응집소 α와 β가 없고 응집원 A는 존재하므로 AB형임을 알 수 있다. 따라서 영철이의 혈액에는 응집원 A와 B가 모두 존재한다.

오답 피하기

ㄴ. 영철이는 AB형이기 때문에 B형인 철수에게 수혈하면 영철이의 응집원 A와 철수의 응집소 α가 응집 반응을 일으킨다.

03 혈액형 판정 실험 결과 아버지의 ABO식 혈액형은 A형이고 어머니의 혈액형은 B형이다. 철수는 각각 A형과 B형인 아버지와 어머니에게 모두 소량 수혈할 수 있으므로 응집원 A와 B가 없는 O형이다. O형인 철수의 혈청에는 응집소 α와 β가 존재한다. 어머니의 적혈구에는 응집원 B가 존재하므로 철수의 응집소 β와 응집 반응이 일어난다.

오답 피하기

ㄴ. 아버지는 A형이므로 B형인 사람에게 수혈할 수 없다.
ㄷ. A형과 B형 사이에서 O형인 철수가 태어났으므로 아버지와 어머니의 유전자형은 AO와 BO라는 것을 알 수 있다. AO와 BO 사이에서 태어날 수 있는 자손의 유전자형은 AO, BO, AB, OO로 4가지이고 표현형인 혈액형은 A형, B형, AB형, O형 4가지이다.

04 응집원을 가지지 않는 혈액형은 O형이므로 ㉠은 O형이다. 응집소를 가지지 않는 혈액형은 AB형이므로 ㉡은 AB형, ㉢은 B형이다. AB형과 B형은 O형으로부터 소량 수혈받을 수 있다. B형인 ㉢은 응집소 α를 가진다.

05 표에서 응집원과 응집소를 동시에 갖는 경우가 존재하므로, 응집원 ㉠과 응집소 ㉡은 (A, β) 또는 (B, α) 중 한 경우이다. (A, β)인 경우를 가정하면, 응집원 ㉠이 있는 사람은 A형과 AB형을 모두 포함하고, 응집소 ㉡이 있는 사람은 A형과 O형을 모두 포함한다. 응집원 ㉠과 응집소 ㉡을 모두 갖는 사람은 A형이고, 이 수가 48명이므로 AB형인 사람의 수는 $83 - 48 = 35$ (명)이다. 또한 O형인 사람의 수는 $105 - 48 = 57$ (명)이다. 따라서 AB형인 사람과 O형인 사람의 수를 더하면 $35 + 57 = 92$ (명)이다.

06 A형인 영희의 적혈구의 응집원과 응집한 ㉠은 응집소 α이다. ㉡은 영희가 가지고 있는 응집소로 응집소 β이다. 따라서 철수의 혈액형은 B형이다. (가)는 철수의 혈구와 응집하므로 응집소 β를 가지고 있으나 혈장과는 응집하지 않으므로 응집원 A가 없는 O형이다. (나)는 응집소 β가 없고 응집원 A가 있는 AB형이며, (다)는 철수의 혈구와 혈장에 모두 응집하므로 A형, (라)는 모두 응집하지 않으므로 B형이다. ㉠은 응집소 α로 응집소 α를 가지는 혈액형은 B형과 O형이다. 표에서 B형은 (라)로 29명이고, O형은 (가)로 21명이므로 이 둘의 합은 50명이다. (다)는 A형으로 영희와 ABO식 혈액형이 같다.

오답 피하기

ㄴ. AB형은 18명이고, O형은 21명이다.

07 사람 X의 혈액형 판정 결과 AB형이므로 응집소 α, β가 없다. 혈액을 원심 분리하면 ㉠에는 혈장이 존재하고 ㉡에는 세포 성분이 존재한다. ㉢에는 응집원 A와 B를 가진 적혈구가 존재하므로 O형의 혈액과 섞으면 응집 반응이 일어난다.

문제 속 자료 혈액의 응집 반응과 혈액형의 판정



- 항 A 혈청에는 응집소 α가, 항 B 혈청에는 응집소 β가 들어 있다.
→ 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집했으므로 응집원 A, B가 있다.
- ㉠은 혈액의 액체 성분으로 항체(응집소)가 들어 있고, ㉡은 세포 성분으로 혈구가 들어 있다.

08 붉은털원숭이의 혈액을 토끼에게 주사하면 토끼는 Rh 응집소

를 형성한다. 토끼의 혈청에 Rh 응집소가 존재하고 이를 추출하여 사람의 혈액과 섞으면 Rh식 혈액형을 판정할 수 있다. A의 혈액은 Rh 응집소와 응집이 일어났으므로 Rh 응집원을 가지고 있는 Rh⁺형이고, B의 혈액은 응집이 일어나지 않았으므로 Rh⁻형이다.

오답 피하기

ㄷ. 혈청에는 응집소만 존재하므로 혈청끼리 섞으면 응집 반응이 일어나지 않는다.

09 알레르기 항원이 체내에 들어오면 형질 세포가 이에 대한 항체를 생성하고 항체가 비만 세포에 결합한다. 이후 동일한 알레르기 항원이 다시 침입하면 비만 세포의 표면에 있는 항체와 알레르기 항원이 결합하여 히스타민이 과도하게 방출되면서 알레르기 증상이 나타난다. 따라서 세포 ㉠은 형질 세포, ㉡은 비만 세포, ㉢은 히스타민이다.

10 HIV는 보조 T림프구를 파괴하기 때문에 HIV에 감염되면 점차 면역력이 감소하게 된다. 구간 I에서 (가)가 증가할 때 HIV의 수가 감소하므로 (가)는 HIV 항체이고, (나)는 보조 T림프구이다. 또한, 구간 I에서 항원 항체 반응에 의해 HIV의 수가 감소하였다.

11 [모범 답안] 철수는 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집 반응이 나타나지 않았으므로 혈액형은 O형이다. 이 집단에서 O형은 28명이다.

해설 응집소 ㉡이 있는 사람 수에서 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 모두 있는 사람 수를 빼면 응집소 α , β 가 모두 있는 O형인 사람 수를 구할 수 있다.

채점 기준	배점
철수의 혈액형과 판단 근거, 철수와 혈액형이 같은 사람 수를 모두 옳게 서술한 경우	100 %
철수의 혈액형과 판단 근거는 서술했지만 철수와 혈액형이 같은 사람 수는 쓰지 못한 경우	50 %

12 [모범 답안] (1) 어머니는 AB형이다. 어머니의 적혈구와 철수의 혈장이 응집하고, 어머니의 혈장과 철수의 적혈구가 응집하지 않았으므로 어머니는 응집소를 가지지 않는다.

(2) ㉠: +, ㉡: -

해설 어머니는 AB형이기 때문에 혈장에 응집소가 없어서 어떤 혈액형의 적혈구와 섞어도 응집은 일어나지 않는다. 따라서 ㉡은 -이다. 어머니의 적혈구의 응집원과 아버지의 혈장 사이에서 응집 반응이 일어나기 때문에 아버지는 응집소를 갖는다. 아버지의 적혈구는 철수의 혈장과 응집 반응이 일어나므로 아버지의 적혈구에는 응집원이 존재한다. 따라서 아버지

의 혈액에는 응집원과 응집소가 모두 존재하므로 철수가 A형이라면 아버지는 B형, 철수가 B형이라면 아버지는 A형이 된다. 두가지 경우 모두 ㉠은 +이다.

	채점 기준	배점
(1)	어머니의 혈액형이 AB형이라고 쓰고 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50 %
(2)	㉠은 +, ㉡은 -라고 옳게 나타낸 경우	50 %

단원 마무리하기

p. 140~143



01 ④	02 ②	03 해설 참조	04 ③	05 ⑤
06 ③	07 ②	08 ③	09 ③	10 ②
11 해설 참조	12 ⑤	13 ④	14 해설 참조	
15 ②	16 해설 참조			

01 세균은 핵이 없는 단세포 생물이다. 대부분 세포벽을 가지고 있으며 페니실린과 같은 항생제로 세균을 제거한다.

02 그림의 6가지 질병은 모두 병원체에 의한 감염성 질병을 나타낸 것이다. 무좀과 만성 폐 질환의 원인이 되는 병원체는 곰팡이이고, 홍역과 메르스의 원인이 되는 병원체는 바이러스이다. 결핵과 콜레라는 세균에 의한 질병이다. 바이러스는 핵산의 종류에 따라 구분할 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 곰팡이는 핵이 있는 진핵생물이다.

ㄷ. 세균에 의해 감염되는 질병은 전염될 수 있다.

03 [모범 답안] (1) 바이러스, 비세포 구조이다. 숙주 세포 안에서만 물질대사가 가능하다. 등 (2) 세균, 단세포 원핵생물이다. 핵막이 존재하지 않는다. 스스로 물질대사가 가능하다. 등 (3) 곰팡이, 진핵생물이다. 실 모양의 균사로 이루어진다. 등

서술형 Tip

(1) ‘스스로 증식 및 물질대사를 할 수 없다.’ 등의 특징을 서술해도 정답으로 인정된다. (2) ‘세포벽이 있다.’ 등의 특징을 서술해도 정답으로 인정된다. (3) ‘항진균제로 치료한다.’ 등의 특징을 서술해도 정답으로 인정된다.

	채점 기준	배점
(1)	바이러스를 쓰고 특징을 옳게 서술한 경우	30 %
(2)	세균을 쓰고 특징을 옳게 서술한 경우	30 %
(3)	곰팡이를 쓰고 특징을 옳게 서술한 경우	40 %

04 (가)는 우리 몸 표면의 방어벽이고, (나)는 내부 방어이다. 눈물과 점막의 점액에는 라이소자임이 있어 세균의 감염을 막는다. (가)와 (나)는 모두 비특이적 방어 작용이다.

05 (가)는 염증 반응을, (나)는 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포성 면역을 나타낸다. 염증 반응 과정 중에 일어나는 식균 작용은 병원체의 종류를 구분하지 않기 때문에 비특이적 방어 작용이다. 세포 ㉠은 세포독성 T림프구이다.

06 ㉠은 항원이고, Y자 모양의 단백질인 ㉡은 항체이다. 항체는 항원 결합 부위와 맞는 특정 항원에만 결합한다.

오답 피하기

ㄴ. 병원체 이외에도 먼지, 꽃가루 등의 이물질이 체내에서 항원으로 작용한다.

07 체액성 면역과 세포성 면역는 모두 특이적 방어 작용이다. 따라서 ‘특이적 방어 작용이다.’는 A와 B의 공통점인 ㉠이 될 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 형질 세포는 기억 세포로 분화될 수 없다.

ㄴ. ‘보조 T림프구가 관여한다.’는 체액성 면역과 세포성 면역의 공통점인 ㉡에 해당한다.

08 ㉠은 B림프구이고, 항체를 생성하는 ㉡는 형질 세포, ㉢는 기억 세포이다. 기억 세포는 병원체의 재침입 시 증식 및 분화하여 2차 면역 반응을 일으킨다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 골수에서 생성된 B림프구이다.

ㄴ. ㉡는 항체를 생성하는 형질 세포이다.

09 (가) 활성화된 보조 T림프구가 B림프구를 활성화시킨다.
(나) 항원 A가 침입하면 대식세포가 식균 작용으로 항원 A를 분해한 후 항원 조각을 세포막 표면에 제시한다.
(다) 형질 세포에서 항체를 생성한다.
(라) 보조 T림프구가 제시된 항원을 인식한다.

오답 피하기

① 세포 ㉠은 보조 T림프구이다.

② 세포 ㉡는 B림프구이다.

④ 세포 ㉢는 대식세포이다. 히스타민은 비만 세포가 분비한다.

⑤ 방어 작용은 (나) → (라) → (가) → (다)의 순서로 일어난다.

10 t_1 일 때보다 t_2 일 때 항체 농도가 높으므로 항체를 분비하는 형질 세포의 수도 더 많다.

오답 피하기

ㄱ. 실험 전에 항원 X에 노출된 적이 없기 때문에 항원 X가 처음 침입하고 어느 정도 시간이 지난 후 항체가 생성되는 1차 면역 반응이 일어난다.

ㄴ. t_3 에서 항체 농도가 감소하는 것은 형질 세포의 수가 감소하기 때문이다.

11 [모범 답안] (1) ㉠ (2) 이 세균에 대한 항체가 포함된 X를 주입하여 토끼의 체내에서 항원 항체 반응이 일어나 세균이 제거되었기 때문이다.

채점 기준		배점
(1)	㉠을 쓴 경우	30 %
(2)	항체를 주입하였기 때문에 항원 항체 반응으로 세균이 제거되었다고 옳게 서술한 경우	70 %
	항체를 주입하였다고만 서술한 경우	30 %

12 혈액형 판정 실험 결과 철수는 AB형, 영희는 A형, 영수는 B형이다. AB형인 철수의 혈액과 A형인 영희의 혈액을 섞으면 철수의 응집원 B와 영희의 응집소 β 가 응집 반응을 일으킨다. B형인 영수는 AB형인 철수에게 소량 수혈이 가능하다.

13 철수의 혈액은 Rh 응집소(항체)와 응집이 일어났으므로 Rh 응집원을 가지고 있는 Rh^+ 형이다. 붉은털원숭이의 혈액과 토끼의 혈청 ㉠을 섞으면 Rh 응집원과 Rh 응집소 사이에서 응집 반응이 일어난다.

오답 피하기

ㄴ. 토끼는 Rh 응집원이 없기 때문에 붉은털원숭이의 Rh 응집원이 들어왔을 때 Rh 응집소를 형성한 것이다.

14 [모범 답안] ㉠은 응집소 α , ㉡은 응집소 β 이고, 철수의 혈액형은 B형이다.

채점 기준		배점
응집소 α , 응집소 β 를 담고, 철수의 혈액형이 B형이라고 옳게 쓴 경우		100 %
그 외의 경우		0 %

15 HIV는 보조 T림프구를 파괴한다. 따라서 시간이 지날수록 HIV 항체의 농도는 감소하게 되고 결국 면역력이 결핍된다.

오답 피하기

ㄴ. HIV에 감염된 후에도 HIV 항체가 생성되므로 체액성 면역이 일어난다.

16 [모범 답안] (1) 세포 X: 형질 세포, 세포 Y: 비만 세포
(2) 히스타민, 히스타민은 혈관을 확장시키고 혈관 벽의 투과성을 증가시킨다.

(3) 알레르기

채점 기준		배점
(1)	형질 세포와 비만 세포를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	히스타민을 쓰고, 그 작용을 옳게 서술한 경우	40 %
(3)	알레르기라고 옳게 쓴 경우	30 %

IV 유전

1. 유전 정보와 염색체

01 | 염색체와 체세포 분열



탐구 대표 문제

p. 149

01 ①

01 (가)는 여자, (나)는 남자의 핵형 분석이다.

오답 피하기

ㄴ. (가)의 핵상과 염색체 구성은 $2n=44+XX$ 이다.

ㄷ. (나)는 남자의 핵형 분석 결과이다.



기초 탄탄 문제

pp. 151~152

- 01 ① 02 ③ 03 ③ 04 ① 05 ③ 06 ③
07 ⑤ 08 ④ 09 ① 10 ④

01 뉴클레오솜(㉔)은 DNA(㉓)가 히스톤 단백질(㉑)을 감고 있는 구조이다.

02 유전 현상을 일으키는 유전 물질인 DNA의 특정 부위에 유전 정보가 저장된 유전자가 존재하며, 한 생명체의 모든 DNA에 저장된 유전 정보 전체를 유전체라고 한다.

03 이 사람은 21번 염색체가 3개로 상염색체가 45개, 성염색체가 2개(XY)인 남자이므로 정상보다 상염색체가 1개 많다.

오답 피하기

ㄷ. ㉑은 2개의 염색 분체로 이루어져 있고, 염색 분체는 복제된 두 DNA가 응축해 형성된 것이므로 ㉑은 DNA가 복제된 세포에서 관찰된다.

04 ㄴ. 하나의 DNA가 하나의 염색체를 형성하는데 하나의 DNA에는 많은 수의 유전자가 각각 정해진 부위에 존재한다. 그러므로 하나의 염색체에 많은 수의 유전자가 존재하고, 사람의 유전자 수는 염색체 수보다 많다.

오답 피하기

ㄱ. 침팬지와 감자는 염색체 수는 같지만 염색체의 모양 등이 달라 핵형이 서로 다르다.

ㄷ. 사람($2n=46$)의 정자($n=23$)에는 22개의 상염색체와 1개의 성염색체가 존재한다.

05 핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 특성으로, 염색체가 가장 잘 관찰되는 체세포 분열 중기 세포를 이용해 분석한다.

오답 피하기

③ 서로 다른 두 생물종은 염색체 수가 같아도 염색체의 모양, 크기 등이 다르므로 핵형이 서로 다르다.

06 세포 주기는 간기와 분열기(M기)로 구분되며, 간기는 G_1 기, S기, G_2 기로 구분된다. 따라서 ㉑은 G_1 기, ㉒은 S기, ㉓은 G_2 기에 해당한다. 핵분열과 세포질 분열은 M기에 일어난다.

07 체세포 분열 결과 형성된 딸세포의 염색체 수와 DNA량은 모세포와 같다. 체세포 분열에서는 간기의 S기에 DNA가 복제되고 분열기에 두 가닥의 염색 분체를 형성한 다음, 각 염색 분체가 분리되어 딸세포로 나뉘어 들어가므로, 체세포 분열 결과 염색체 수와 DNA량이 모세포와 동일한 2개의 딸세포가 만들어진다.

08 세포 주기는 세포의 성장과 유전 물질의 복제가 일어나는 간기와 핵분열과 세포질 분열이 일어나 2개의 딸세포가 형성되는 분열기로 구분된다. 간기는 G_1 기 → S기 → G_2 기 순으로 진행되며 DNA 복제가 일어나는 시기는 간기의 S기이고, 세포의 생장이 가장 많이 일어나는 시기는 간기의 G_1 기이다.

09 체세포 분열 시 간기의 S기에 DNA 복제가 1회 일어난 후 분열이 일어난다.

오답 피하기

②, ③, ⑤는 감수 분열에 대한 설명이다.

10 체세포 분열은 간기 → 전기 → 중기 → 후기 → 말기 순서로 일어난다. (가)는 중기, (나)는 말기, (다)는 전기, (라)는 후기에 각각 일어나는 현상이다.

내신 만점 문제

pp. 153~155

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

12~13 해설 참조

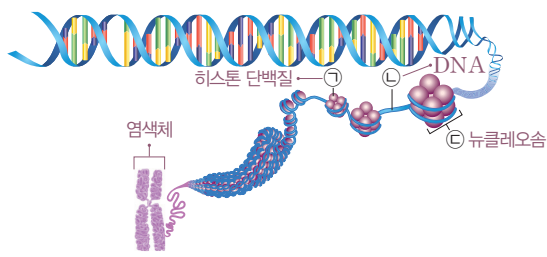


01 ㉑은 히스톤 단백질, ㉒은 DNA, ㉓은 뉴클레오솜이다.

오답 피하기

ㄷ. 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기로 구성되며, DNA를 구성하는 기본 단위이다.

문제 속 자료 염색체의 구조



• 하나의 염색체는 수백만 개의 뉴클레오솜으로 이루어져 있다.

- 02 염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 구성되어 있고, DNA에 유전 정보가 저장되어 있다. ㉠은 염색체, ㉡은 DNA, ㉢은 유전자, ㉣은 유전체이다. DNA(㉡)는 기본 단위가 뉴클레오타이드이며, 하나의 염색체에는 많은 수의 유전자가 존재한다.

오답 피하기

ㄱ. 하나의 염색체(㉠)에는 수많은 유전자(㉣)가 존재한다. 하나의 DNA가 하나의 염색체를 형성하는데, 하나의 DNA에는 많은 수의 유전자가 각각 정해진 부위에 존재한다.

- 03 ㄱ. 그림의 구조는 염색체이며, ㉠은 염색체를 구성하는 유전 물질인 DNA이다. DNA(㉡)에는 특정 형질에 대한 정보를 저장하고 있는 유전자가 존재한다.

오답 피하기

ㄴ. II는 핵막이 관찰되지 않으므로 분열기에 속하는 중기의 세포이고, I은 세포의 구성 물질을 합성하므로 간기에 속하는 G₁기의 세포이다. ㉡은 DNA가 히스톤 단백질을 감고 있는 뉴클레오솜으로, G₁기 세포(I)의 핵 안에서 DNA는 뉴클레오솜 구조를 형성한다.

ㄷ. 간기의 S기에 DNA가 복제되므로 G₁기 세포(I)는 DNA가 복제되지 않은 상태이고, 중기 세포(II)는 DNA가 복제된 상태이다. 따라서 세포당 DNA양은 중기 세포(II)가 G₁기 세포(I)의 2배이다.

- 04 ㄱ. 이 사람은 성염색체가 XX이므로 여자이다.

ㄴ. ㉠은 핵 안에 DNA가 존재하는 백혈구이다.

오답 피하기

ㄷ. 핵형 분석은 염색체를 관찰하기 가장 좋은 체세포 분열 중기의 세포를 이용하므로 ㉡은 체세포 분열 중기의 세포이다.

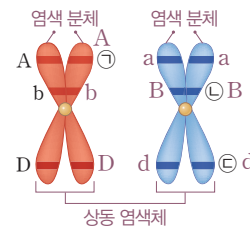
- 05 (가)와 (나)에 각각 대립유전자인 A와 a가 존재하므로 (가)와 (나)는 상동 염색체이다. 따라서 이 세포는 상동 염색체 쌍이 존재하므로 핵상이 2n이다. (나)에 B가 존재하므로 이 세포의 유전자형이 BB인 경우에는 (가)에 B가 존재하고, Bb인 경우에는 (가)에 b가 존재한다.

- 06 ㄴ. b와 ㉡은 상동 염색체의 대응되는 위치에 존재하므로 b를 아버지로부터 물려받았다면 ㉡은 어머니로부터 물려받았다. ㄷ. 이 사람은 유전자형이 Dd이므로 ㉢은 d이다. D와 d는 서로 다른 대립유전자이므로 저장된 유전 정보가 다르다.

오답 피하기

ㄱ. A와 ㉠은 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체에 각각 존재하는 유전자이므로 ㉠은 A이다.

문제 속 자료 염색체와 대립유전자



상동 염색체 쌍은 각각 어머니와 아버지에게서 하나씩 물려받는다. 그러므로 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체의 A와 ㉠은 같은 유전자이다.

- 07 ㉠은 S기, ㉡은 M기(분열기)이다. 핵막의 소실은 세포 분열 전기에, 핵막의 재형성은 세포 분열 말기에 일어나며, 전기와 말기는 모두 M기에 해당한다. 따라서 ㉡ 시기(M기)에 핵막이 소실되었다가 다시 형성된다.

오답 피하기

ㄷ. S기에 DNA 복제가 일어나므로 핵 1개당 DNA양은 G₁기의 세포가 G₂기 세포의 절반이다.

- 08 (나)의 세포는 체세포 분열 중기에 있으므로 ㉡은 M기(분열기)이다. 따라서 ㉠은 G₂기, ㉢은 G₁기, ㉣은 S기이다. S기(㉣)에 DNA가 복제되므로 세포당 DNA양은 G₂기(㉡) 세포와 (나)의 세포가 같다. G₁기(㉢) → S기(㉣) → G₂기(㉡)를 거치면서 세포 생장이 일어난다.

오답 피하기

ㄱ. 신경 세포는 완전히 분화된 세포로 G₁기(㉢)에 머물러 있다.

- 09 이 조직에는 세포당 DNA 상대량이 각각 1과 2인 세포만 있다. 따라서 이 조직에서는 체세포 분열이 일어나며, G₁기의 세포는 DNA 상대량이 1, G₂기와 M기의 세포는 DNA 상대량이 2이다. 체세포 분열에서는 DNA가 복제된 후 염색 분체가 분리되므로 모세포와 딸세포가 유전적으로 같다.

오답 피하기

ㄱ. I의 세포는 DNA가 복제되기 전인 G₁기 세포이다. 핵형 분석에는 M기의 세포 중 중기의 세포가 이용된다.

ㄴ. II의 세포는 DNA 상대량이 1과 2 사이이므로 DNA가 복제 중인 S기 세포이다. 그러나 방추사는 M기의 전기에 형성되기 시작하므로 S기 세포에는 존재하지 않는다.

- 10 체세포 분열 과정이며, (가)는 후기, (나)는 전기, (다)는 중기, (라)는 간기이다. (가)에서 염색 분체가 분리될 때 복제된 DNA가 분리된다. 방추사는 분열기 세포에는 존재하지만 간기 세포에는 존재하지 않는다.

오답 피하기

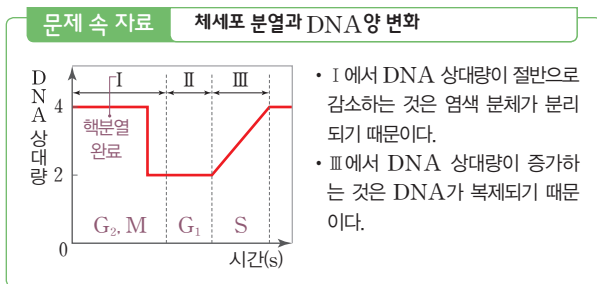
나. (나)는 전기로 핵막과 인이 사라진다.

- 11 I에서 핵 1개당 DNA 상대량이 절반으로 감소한 후 III에서 DNA가 복제되면서 DNA 상대량이 증가하므로 이 세포는 체세포 분열을 한다. DNA양이 I의 반인 II에는 DNA가 복제되기 전인 G_1 기 세포가 있다.

오답 피하기

ㄱ. 이 세포는 체세포 분열을 한다. 따라서 I에서는 염색 분체가 분리된다.

ㄷ. III에서 DNA가 복제되어 핵 1개당 DNA양은 증가하지만 세포당 염색체 수는 변하지 않는다.



- 12 [모범 답안] (1) ㉠: 뉴클레오솜, ㉡: DNA, ㉢: 뉴클레오타이드
(2) A와 B를 각각 구성하는 DNA는 하나의 DNA가 복제된 것이므로 A와 B를 각각 구성하는 유전 물질에 저장된 유전 정보는 서로 같다.

서술형 Tip DNA에 저장된 유전 정보를 바탕으로 서술한다.

채점 기준	배점
(1) 뉴클레오솜, DNA, 뉴클레오타이드를 모두 쓴 경우	30 %
(2) 복제된 DNA이므로 유전 정보가 같다고 서술한 경우	70 %
유전 정보가 같다고만 서술한 경우	30 %

- 13 [모범 답안] (1) ㉠ - M기, ㉡ - G_1 기, ㉢ - G_2 기
(2) ㉠에서는 복제된 DNA로 이루어진 염색 분체가 분리되므로 ㉠로부터 형성되는 두 딸세포는 유전자 구성이 같다.

서술형 Tip 염색 분체의 유전자 구성을 바탕으로 서술한다.

채점 기준	배점
(1) ㉠~㉢을 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 염색 분체가 분리되므로 유전자 구성이 같다고 옳게 서술한 경우	80 %
유전자 구성이 같다고만 서술한 경우	30 %

02 | 생식세포 분열과 유전적 다양성



탐구 대표 문제

p. 158

01 ⑤

- 01 염색체를 잘 섞은 후 원 중앙에 각 염색체 쌍을 무작위로 배열하고, 이 염색체 쌍 각각을 양방향으로 분리하는 것은 세포 분열 시 상동 염색체의 무작위 배열과 분리를 의미하는 것으로 활동 결과 4가지 염색체 조합(AB, Ab, aB, ab)의 생식세포가 나타난다.

오답 피하기

ㄱ. A와 a는 대립유전자이며, 대립유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 존재하므로 ⑤은 상동 염색체에 해당한다.

기초 탄탄 문제

p. 160

01 ② 02 ② 03 ③ 04 ④ 05 ④ 06 ③

- 01 (가)는 감수 1분열 전기, (나)는 감수 2분열 완료 후, (다)는 감수 2분열 후기, (라)는 감수 1분열 후기에 각각 일어나는 과정이다. 감수 1분열 결과 염색체 수가 절반으로 감소하면서 핵상이 n 인 딸세포가 형성되며, DNA 복제는 감수 1분열이 시작되기 전 간기(S기)에만 일어난다.

- 02 사람은 23쌍의 염색체를 가지므로 감수 1분열 중기 세포에는 23개의 2가 염색체(23쌍의 상동 염색체)가 있고, 감수 2분열 중기 세포에는 46개의 염색 분체(23개의 염색체)가 있다.

- 03 이 개체의 체세포에는 8개의 염색체가 존재하므로 체세포 분열 중기 세포나 감수 1분열 중기 세포가 X에 해당한다.

오답 피하기

체세포 분열에서는 핵분열이 1회 일어나 염색 분체가 분리되므로 핵상이 $2n$ 인 딸세포가 2개 형성된다.

- 05 (가)는 체세포 분열 중기, (나)는 감수 1분열 중기이다.

오답 피하기

④ (나)는 생식 기관에서 일어나는 생식세포 분열로, 분열 결과 생식세포가 형성된다.

- 06 P와 p, Q와 q, R와 r가 서로 다른 상동 염색체 쌍에 존재하므로 이 개체에서 형성되는 생식세포의 유전자형은 3쌍의 상동 염색체가 무작위로 분리될 때의 염색체 조합의 가짓수와 같은 $2^3=8$ 가지(PQR, PQr, PqR, Pqr, pQR, pQr, pqR, pqr)이다.

내신 만점 문제

pp. 161~164

- 01 ① 02 ⑤ 03 ④ 04 ① 05 ③ 06 ①
07 ② 08 ④ 09 ② 10 ③ 11 ① 12 ③
13 ⑤ 14 ⑤ 15~16 해설 참조



- 01 (가)는 감수 2분열 후기, (나)는 감수 2분열 말기 또는 감수 분열이 끝난 시기, (다)는 감수 2분열 중기, (라)는 감수 1분열 중기, (마)는 감수 1분열 후기이다.

오답 피하기

- ㄴ. (가)~(마) 중에서 2가 염색체를 관찰할 수 있는 세포는 감수 1분열 중기인 (라)이다.
ㄷ. 식물의 성장점에서는 길이 생장을 위해 체세포 분열이 일어나며, 생식세포 분열은 일어나지 않는다.

- 02 감수 1분열 중기 세포에 4개의 2가 염색체가 존재하므로 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 이다. 감수 2분열 중기 세포($n=4$)에는 4개의 염색체가 존재하므로 8개의 염색 분체가 존재한다.

오답 피하기

- ㄱ. 이 동물의 체세포($2n=8$)에는 4쌍의 상동 염색체가 있고, 생식세포($n=4$)에는 4개의 염색체가 있다.

- 03 (가)는 핵상이 $2n$ 인 감수 1분열 중기 세포이고, (나)는 상동 염색체가 분리되어 핵상이 n 인 감수 2분열 중기 세포이다. 따라서 세포당 DNA양은 (가)가 (나)의 2배이다.

오답 피하기

- ㄴ. 염색 분체는 복제된 DNA로 구성되므로 ㉠은 A이다.

- 04 이 사람은 유전자형이 Aa이며, ㉠은 아직 상동 염색체가 분리되지 않은 상태이므로 ㉠에 있는 A의 수와 a의 수는 같다. 그러므로 ㉠에 있는 $\frac{a \text{의 수}}{A \text{의 수}}=1$ 이다.

오답 피하기

- ㄴ. ㉠은 감수 1분열이 완료된 세포, ㉡은 감수 2분열이 완료된 세포로 세포당 DNA양은 ㉠이 ㉡의 2배이다.
ㄷ. 남자는 성염색체가 XY이며, X 염색체와 Y 염색체는 감수 1분열 과정에서 서로 다른 딸세포로 이동한다. 따라서 ㉡에는 ㉠과 ㉢ 중 상염색체인 것과 크기와 모양이 같은 염색체는 있지만, 성염색체인 것과 크기와 모양이 같은 염색체는 없다.

- 05 I 시기에 DNA양이 2배로 증가하므로 DNA 복제가 일어났음을 알 수 있다. DNA 복제는 간기의 S기에 일어나므로 I 시기에는 S기에 해당하는 세포가 있다. II 시기는 G_2 기와 감

수 1분열기이므로 감수 1분열 전기와 중기에 2가 염색체가 관찰된다.

오답 피하기

ㄷ. III 시기에는 감수 2분열이 일어나며, 감수 2분열에서는 DNA양은 절반으로 줄어들지만 염색체 수는 변하지 않는다.

- 06 ㄱ. (가)에서 a와 B의 DNA 상대량은 각각 1인데 D의 DNA 상대량은 2이므로 (가)에는 AaBbDD가 존재한다. 따라서 (가)는 핵상이 $2n$ 이다.

오답 피하기

ㄴ, ㄷ. DNA가 복제되지 않은 상태인 (가)는 중기 세포가 아니므로 (나)와 (다)는 모두 중기 세포이다. (나)에는 AAbbDD가, (다)에는 aaBBDD가 존재하므로 둘 다 핵상이 n 이다. 따라서 ㉠은 0이고, (다)에 2가 염색체는 존재하지 않는다.

- 07 (가)의 핵상과 염색체 수는 $n=4$ 이고, (나)는 $2n=6$ 이다. 따라서 (가)는 $A(2n=8)$ 의 세포이다. ㉠은 핵상이 $2n$ 인 세포에 크기와 모양이 같은 염색체가 없으므로 성염색체이며, 이 중 크기가 큰 X 염색체이다.

오답 피하기

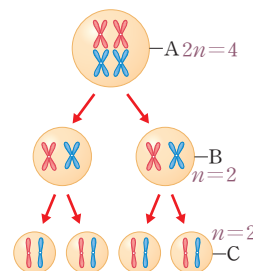
ㄱ. ㉠과 ㉡은 서로 모양이 달라 상동 염색체가 아니므로 감수 1분열 시 접합하지 않는다.
ㄷ. A의 체세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=8$ 로 생식세포의 염색체 수는 4개, B($2n=6$)의 생식세포는 염색체 수가 3개로 다르다.

- 08 A에는 각 염색체가 쌍으로 존재하므로 A의 핵상(㉠)은 $2n$ 이다. A가 B로 되는 과정은 상동 염색체의 분리가 일어나는 감수 1분열이므로 세포 1개당 염색체 수와 DNA양이 모두 반감된다.

오답 피하기

ㄴ. $A \rightarrow B$ 과정은 감수 1분열이므로 ㉡은 2이고, $B \rightarrow C$ 과정은 감수 2분열이므로 ㉢은 1이다. 따라서 ㉠+㉡=3이다.

문제 속 자료 생식세포 분열 시 핵상과 DNA 상대량 변화



구분	핵상	핵 1개당 DNA 상대량
A	㉠ $2n$	4
B	n	㉡ 2
C	n	㉢ 1

- 09 그림의 세포에 들어 있는 4개의 염색체는 모두 모양과 크기가 서로 다르므로 이 세포($n=4$)는 감수 2분열 중기 세포이며 ㉠이다. ㉡은 감수 1분열 후기의 세포이므로 ㉠의 염색 분체 수는 16개이고, ㉢의 염색체 수는 4개이다.

오답 피하기

- ㄱ. ㉠에서 DNA 복제가 일어난 후 ㉡이 형성되었으므로 ㉠은 G_1 기 세포로 염색 분체는 관찰되지 않는다.
 ㄴ. ㉡과 ㉢은 감수 1분열 결과 상동 염색체가 분리되어 형성 되었으므로 유전자 구성이 서로 다르다.

- 10 핵상과 염색체 수가 $n=3$ 인 (가)가 X의 세포이므로 X의 체세포($2n=6$)는 염색체 수가 6개이다.

- ㄷ. (나)와 (다)는 모두 핵상이 $2n$ 이고, 염색체 수가 4개이므로 Y($2n=4$)의 세포이다. 따라서 Y의 생식세포는 염색체 수가 2개이므로 $\frac{Y \text{의 생식세포 염색체 수}}{X \text{의 체세포 염색체 수}} = \frac{2}{6}$, 즉 $\frac{1}{3}$ 이다.

오답 피하기

- ㄱ. (가)($n=3$)의 염색 분체 수는 6개이고, (다)($2n=4$)의 2가 염색체 수는 2개이다. 따라서 (가)의 염색 분체 수는 (나)의 2개 염색체 수의 3배이다.
 ㄴ. (나)는 핵상이 $2n$ 이며 상동 염색체가 접합하지 않고, 세포 가운데에 배열해 있으므로 체세포 분열 중기 세포이다. 따라서 (나)의 분열 과정에서 염색 분체가 분리된다.

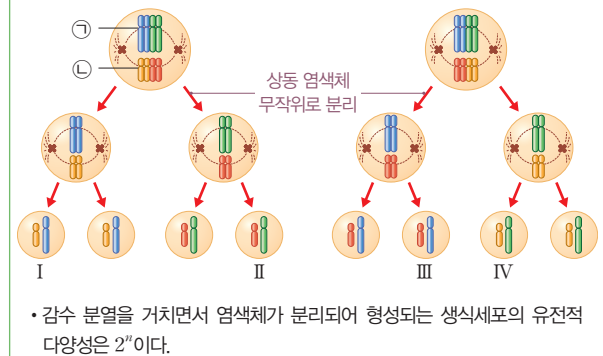
- 11 ㉠은 대립유전자 A와 a가 모두 존재하므로 핵상이 $2n$ 이다. 그런데 A의 DNA양이 ㉠(AA/aa)이 ㉢(A/a)의 2배이므로 ㉠은 DNA가 복제된 상태이며, (가)에서는 체세포 분열이 일어난다. ㉠의 딸세포인 ㉡에 a가 존재하므로 ㉠에도 a가 존재하며, ㉢(AA/aa)에서 A의 DNA 상대량이 2이므로 ㉢은 2이다. ㉠은 핵상이 $2n$ 이며, a의 DNA양이 ㉠과 ㉢(aa)이 같으므로 (나)에서는 감수 1분열이 일어난다. 따라서 ㉢의 핵상은 n 이므로 ㉢은 0이다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되므로 ㉠에서 관찰된다.

오답 피하기

- ㄱ. ㉢은 2, ㉢은 0이므로 $2-0=2$ 이다.
 ㄷ. (가)는 체세포 분열 과정, (나)는 생식세포 분열 과정이다.

- 12 생식세포 분열 시 감수 1분열에서는 상동 염색체가, 감수 2분열에서는 염색 분체가 분리되는데 이때 서로 다른 상동 염색체 쌍이 무작위로 배열, 분리되므로 서로 다른 대립유전자 쌍도 무작위로 분리되어 유전적으로 다양한 생식세포가 만들어진다.

문제 속 자료 생식세포의 다양성



- 13 (나)는 염색체가 세포의 중앙에 배열되어 있지만 쌍으로 있지 않으므로 감수 2분열 중기의 세포이다. 감수 1분열에서 염색체 수가 반감되므로 (나)의 염색체 수는 체세포의 절반인 2이다. A는 감수 분열 결과 형성된 생식세포로서 핵상은 n 이고, (나)는 감수 2분열 중기의 세포로 핵상은 n 으로 서로 같다.

오답 피하기

- ㄱ. (나)는 (가)의 M_2 기(감수 2분열)에 관찰된다.

- 14 (가)에서는 4개의 염색체를 이루는 염색 분체가 각각 분리되므로 분열 전과 후에 염색체 수의 변화가 없다. 따라서 (가)는 체세포 분열 과정의 일부라는 것을 알 수 있다. (가)의 체세포 분열에서는 염색 분체의 분리가 일어나므로 세포 A와 B의 염색체 구성과 유전 정보는 모두 같다. (나)는 감수 2분열 과정의 일부이며, 감수 2분열에서는 분열 전과 후에 염색체 수의 변화가 없다. 따라서 C와 D의 염색체 수는 체세포의 절반인 2개로 서로 같다.

- 15 [모범 답안] (1) 8 (2) 16, X의 생식세포의 염색체 수가 4개이므로 감수 1분열 중기 세포의 염색체 수는 8개, 염색 분체는 16개이다.

서술형 Tip 제시된 세포의 핵상과 염색체 수를 바탕으로 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	8을 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %
	16을 쓰고, 그림의 세포는 염색체 수가 4개라는 것만 쓴 경우	50 %

- 16 [모범 답안] (1) (가) (2) (나), 상동 염색체가 분리되기 때문이다.

서술형 Tip 상동 염색체의 분리를 바탕으로 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	(가)를 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	(나)를 쓰고, 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %
	(나)만 옳게 쓴 경우	20 %

단원 마무리하기

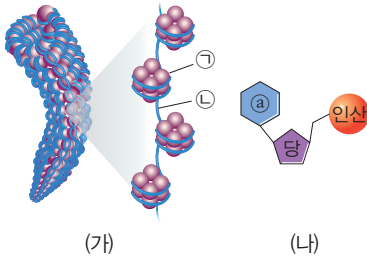
pp. 166 ~ 169



01 ⑤	02 ⑤	03 ⑤	04~05 해설 참조	06 ③
07 ⑤	08 ⑤	09 ③	10 ⑤	11 ④
12 ③	13 ③	14 ①	15 ⑤	16 ④
			17 ④	

- 01 ㉠은 히스톤 단백질, ㉡은 DNA이고, (나)는 인산, 당, 염기(㉢)로 이루어진 뉴클레오타이드이다.

문제 속 자료 염색체와 뉴클레오타이드



- ㉠은 히스톤 단백질, ㉡은 DNA로 ㉠+㉡은 뉴클레오솜이다.
- 뉴클레오타이드(나)는 인산, 당, 염기(㉢)로 구성되어 있고, DNA를 구성하는 기본 단위이다.

- 02 ㄱ. ㉠은 ㉡의 일부 부위이므로 ㉡은 유전 물질인 DNA이고, ㉠은 DNA에서 유전 정보가 저장된 부위인 유전자이다.
 ㄴ. 하나의 DNA(㉡)에는 많은 수의 유전자(㉠)가 존재한다.
 ㄷ. 유전체는 한 생명체가 가진 모든 DNA(㉡)에 저장된 유전 정보이다.
- 03 ㄱ. 핵형 분석 결과에서 번호가 매겨져 있는 염색체 쌍은 남녀 공통으로 존재하는 상염색체이다. 따라서 1~22번은 상염색체이고, 나머지 부분은 성염색체로 두 염색체의 크기가 다르므로 남자의 핵형임을 알 수 있다.
 ㄴ. ㉠과 ㉡은 모양과 크기가 같으며 생식세포 분열 시 접합하므로 상동 염색체이다.
 ㄷ. ㉢은 Y 염색체이므로 아버지로부터 물려받은 것이다.

- 04 [모범 답안] (가)와 (나)의 염색체 수는 4개로 같으며, (가)의 모든 염색체는 각각 2개의 염색 분체로 이루어져 있으므로 (가)의 DNA양은 (나)의 2배이다.

해설 2가닥으로 이루어진 경우는 DNA 복제가 일어난 후의 염색체이고, 1가닥으로 이루어진 경우는 DNA 복제가 일어나기 전의 염색체이지만, 모두 1개의 염색체이다.

서술형 Tip

염색체 수와 DNA양의 의미를 정확히 이해한 후 서술한다.

채점 기준	배점
모범 답안과 같이 옮겨 서술한 경우	100 %
염색체 수와 DNA양 중 하나만 비교하여 옮겨 서술한 경우	40 %

05 [모범 답안] (1) A

- (2) ㉠과 ㉡은 S기에 하나의 DNA가 둘로 복제된 후 분열기가 시작되면서 응축해 형성된 염색 분체이다.

해설 그림의 세포의 핵상과 염색체 수는 $2n=6$ 으로 동물 A의 체세포를 나타낸 것이다.

서술형 Tip

S기에 일어나는 DNA 복제를 바탕으로 서술한다.

	채점 기준	배점
(1)	A를 옮겨 쓴 경우	20 %
(2)	S기의 DNA 복제와 응축에 의한 염색 분체 형성을 포함하여 모범 답안과 같이 옮겨 서술한 경우	80 %
	DNA 응축에 의한 염색 분체 형성만 포함하여 서술한 경우	40 %

- 06 (나)에 모양과 크기가 다른 상동 염색체가 존재하므로 II가 수컷, I은 암컷이다. 따라서 I의 체세포 분열 중기 세포의 X 염색체 수는 2개이고, II의 감수 1분열 중기 세포의 2가 염색체 수는 4개이다.

오답 피하기

ㄱ. (가)의 핵상은 $n=5$ 이고, (나)의 핵상은 $2n=8$ 이므로 I과 II는 서로 다른 종이다.

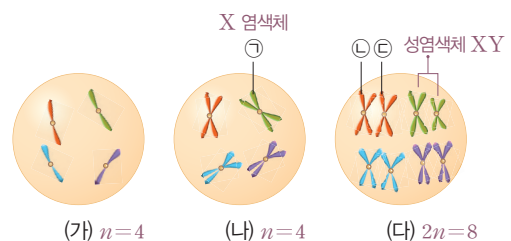
ㄴ. (나)의 핵상은 $2n$ 이고, (나)에는 A가 있는 염색체와 크기와 모양이 동일한 염색체가 없으므로 A가 있는 염색체는 성염색체 중 크기가 큰 X 염색체이다. 따라서 II는 성염색체가 XY인 수컷이며, 모체로부터 X 염색체를 물려받았으므로 A를 물려받았을 확률은 100 %이다.

- 07 ㄱ. (가)와 (나)는 상동 염색체 없이 서로 다른 염색체가 각각 1개씩 존재하므로 핵상은 n 이고 염색체 수는 4개이다.

ㄴ. 이 동물의 성염색체는 XY로 염색체 X와 Y의 크기와 모양이 다르다. 핵상이 $2n$ 인 (다)에서 크기가 다른 염색체를 보면 ㉠이 성염색체임을 알 수 있다.

ㄷ. ㉡과 ㉢은 모양과 크기가 같은 상동 염색체로 생식세포 분열 과정에서 2가 염색체를 형성한다.

문제 속 자료 핵형 파악하기



- (가)는 생식세포, (나)는 감수 1분열이 끝난 상태의 세포이다.
- 성염색체가 XY인 경우 상동 염색체의 모양과 크기가 다르다.

08 ㉠은 S기, ㉡은 G_2 기, ㉢은 M기(분열기), ㉣은 G_1 기이다.

ㄱ. (나)는 체세포 분열 후기의 세포이므로 ㉡은 분열기(M기)이고, ㉠은 S기, ㉢은 G_2 기, ㉣은 G_1 기이다. DNA 복제는 S기(㉠)에 일어난다.

ㄴ. ㉡과 ㉢은 염색 분체이다. 염색 분체는 유전자 구성이 같다.

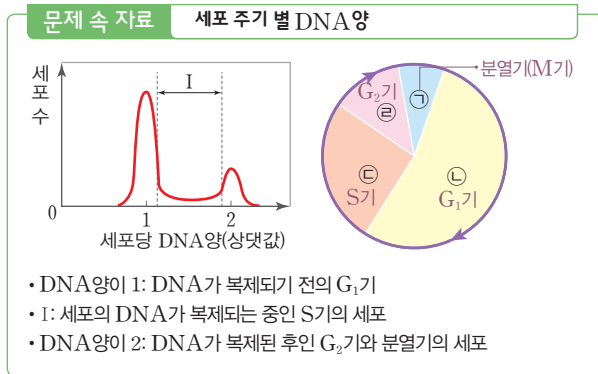
ㄷ. DNA가 복제되어도 핵상은 변하지 않으므로 핵상은 G_2 기(㉢) 세포와 G_1 기(㉣) 세포가 모두 $2n$ 으로 같다.

09 DNA양이 1 또는 2인 세포만 존재하므로 이 조직에서는 체세포 분열이 일어난다. DNA양이 1인 세포가 가장 많으므로 이 조직의 세포에서는 G_1 기가 가장 길다. 따라서 ㉢은 G_1 기, ㉡은 S기, ㉠은 G_2 기, ㉣은 M기이다. X의 생식세포는 DNA양이 0.5이므로 이 조직에서 생식세포보다 DNA양이 2배, 즉 1인 G_1 기 세포의 비율은 50 %보다 높다.

오답 피하기

ㄱ. G_1 기는 DNA가 복제되기 전 시기로 이 시기의 세포의 DNA 상대량은 1이다. I의 세포는 S기(㉡)에 있다.

ㄴ. ㉣은 M기이며, 2가 염색체는 감수 1분열 전기와 중기의 세포에서 관찰되므로 체세포 분열이 일어나는 이 조직에서는 관찰되지 않는다.



10 감수 1분열 시 상동 염색체가 분리되므로 염색체 수가 반으로 줄어든다. 생식세포 분열 결과 4개의 딸세포가 생성된다.

11 생식세포 분열 결과 염색체 수가 반으로 줄어든 생식세포가 형성되기 때문에 암수 생식세포의 수정에 의해 형성된 자손의 염색체 수는 어버이와 같다.

12 상동 염색체의 같은 위치에 있는 A와 a는 대립유전자이다. 문제의 그림 속 세포에는 상동 염색체가 같이 존재하므로 감수 1분열 중이다. 이 동물로부터 생성될 수 있는 생식세포의 유전자형은 AB, Ab, aB, ab로 모두 4가지이다.

13 (가)에서는 S기에 DNA 복제가 일어나 2가 염색체를 형성한다. ㉠과 ㉢은 상동 염색체가 분리된 것으로 ㉠이 아버지로부터 물려받은 것이라면, ㉢은 어머니에게서 물려받은 것이다.

오답 피하기

ㄴ. (나)는 감수 1분열로 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 감소하고, (다)는 감수 2분열 과정으로 염색 분체가 분리되어 염색체 수는 변하지 않는다.

14 ㉠과 ㉢은 상동 염색체로 부모에게서 하나씩 물려 받은 것으로 감수 1분열 전기에 접합하여 2가 염색체를 형성한다.

오답 피하기

ㄴ. A는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열해 있고 방추사가 연결되어 있으므로 감수 1분열 중기이다.

ㄷ. 상동 염색체가 분리되고 있으므로 감수 1분열 과정을 나타낸 것이다. 감수 2분열 과정에서는 염색 분체가 분리된다.

15 ㄱ. (가)의 체세포 분열 전기 세포에는 4개의 염색 분체가 있으므로 (가)는 핵상과 염색체 수가 $2n=2$ 이다. 그림의 세포로부터 형성되는 딸세포는 핵상과 염색체 수가 $n=2$ 이므로 그림은 (나)의 세포이며, (나)는 핵상과 염색체 수가 $2n=4$ 이다.

ㄴ. $2n=4$ 인 (나)의 감수 1분열 중기 세포에는 2개의 2가 염색체가 있으므로 ㉣은 2이고, $2n=2$ 인 (가)의 감수 2분열 중기 세포의 염색체 수는 1개($n=1$)이다.

ㄷ. $2n=4$ 인 (나)의 체세포 분열 전기 세포에는 $4 \times 2 = 8$ 개의 염색 분체가 있다.

16 ㄱ. 핵분열이 일어날 때 핵 1개당 DNA 상대량이 절반으로 감소하므로 (가)에서 2번의 체세포 분열과 1번의 생식세포 분열이 일어났다. 따라서 (가)에서 상동 염색체의 분리는 1회 일어났다.

ㄷ. 핵상이 $2n$ 인 (나)의 세포에 염색체가 4개 존재하므로 생식세포 분열이 완료된 생식세포의 핵상과 염색체 수는 $n=2$ 이다.

오답 피하기

ㄴ. (나)의 세포는 상동 염색체끼리 접합한 2가 염색체가 세포 중앙에 배열된 감수 1분열 중기의 세포이므로 B에서 관찰된다.

17 (가)는 상동 염색체가 2가 염색체를 형성하지 않고 세포 중앙에 배열되어 있으므로 체세포 분열 중기이다. (나)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기이다. 체세포 분열을 통해 성장과 상처 회복이 일어나고, 생식세포 분열을 통해 생식세포가 형성된다.

오답 피하기

ㄷ. 체세포 분열은 분열 결과 염색체 수의 변화가 없는 반면에, 생식세포 분열 결과 염색체 수가 절반으로 감소한다.

2. 사람의 유전과 유전병

01 | 사람의 유전 (1)

기초 탄탄 문제

p. 176

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ③ 04 ④ 05 ④

01 1란성 쌍둥이 사이의 형질 차이는 환경에 의한 것이고, 2란성 쌍둥이 사이의 형질 차이는 유전자와 환경에 의한 것이므로 쌍둥이 연구를 통해 특정 형질이 유전자와 환경 중 어느 요인의 영향을 더 많이 받는지 알 수 있다.

오답 피하기

- ① 특정 형질의 우열 관계는 가계도 분석으로 알 수 있다.
- ②, ④ 핵형 분석으로 염색체의 수와 모양을 분석한다.
- ③ 가계도 분석을 통해 어느 집안에서 특정 형질이 유전되는 방식을 연구한다.

02 보조개가 있는 것이 우성이므로 유전자형이 이형접합성인 사람은 보조개가 있으며, 이마선 모양은 상염색체 유전 형질이므로 일자형 이마선이 나타날 확률은 남자와 여자에서 같다.

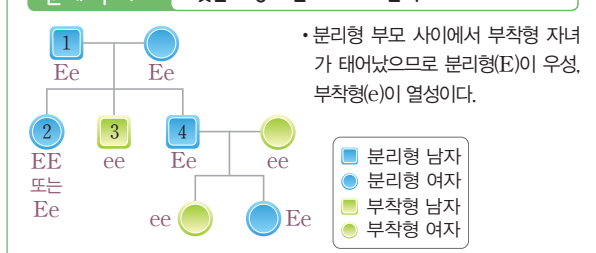
오답 피하기

- ⑤ 일자형 이마선이 열성이므로 일자형 이마선의 부모는 모두 유전자형이 열성 동형접합성이다. 따라서 일자형 이마선의 부모 사이에서 태어나는 자녀는 모두 일자형이다.

03 분리형 낫불인 부모 사이에서 부착형 낫불인 아들이 태어났으므로 분리형 낫불이 우성, 부착형 낫불이 열성이다. 따라서 분리형 낫불 대립유전자가 E, 부착형 낫불 대립유전자가 e이고, 아버지와 어머니의 낫불 모양에 대한 유전자형은 모두 Ee이다. 체세포 분열 전기의 세포에는 2가닥의 염색 분체로 이루어진 염색체가 존재하며, E와 e는 상동 염색체의 같은 위치에 있다.

04 분리형 낫불인 부모 사이에서 부착형 낫불인 자녀가 태어났으므로 분리형 낫불(E)이 우성, 부착형 낫불(e)이 열성이다. 따라서 3은 유전자형이 ee이고, 1은 3에게 e를 물려주었으므로 유전자형이 Ee이다. 4는 부착형 낫불인 딸(ee)에게 e를 물려주었으므로 유전자형이 Ee이고, 2는 분리형 낫불이므로 유전자형이 EE 또는 Ee이다.

문제 속 자료 낫불 모양 유전의 가계도 분석



05 어머니의 유전자형은 $I^A I^B$ 이므로 A형인 철수는 어머니로부터 I^A 를 물려받았고, B형인 아버지로부터 i 를 물려받았다. 따라서 아버지의 유전자형은 $I^B i$ 이고, 철수의 유전자형은 $I^A i$ 이다. $I^A I^B \times I^B i \rightarrow I^A I^B : I^A i : I^B I^B : I^B i = 1 : 1 : 1 : 1$ 이므로 철수의 동생이 유전자형이 $I^A i$ 일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이고, 여자일확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 구하고자 하는 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

내신 만점 문제

pp. 177~179

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

12~13 해설 참조

01 사람의 유전을 연구할 때에는 쌍둥이 연구, 집단 조사, 분자생물학 연구, 가계도 조사 등의 간접적인 방법을 이용한다.

오답 피하기

- ㄷ. 사람을 대상으로 유전학자의 의도에 따라 인공 교배 실험을 하는 것은 불가능하다.

02 1란성 쌍둥이는 1개의 수정란에서 유래하여 대립유전자 구성이 동일하므로 1란성 쌍둥이 사이의 형질 차이는 환경에 의한 것이다. 따라서 환경이 형질에 미치는 영향을 연구할 수 있다. 2란성 쌍둥이는 서로 다른 2개의 수정란에서 각각 유래하므로 유전자 구성이 서로 다르다. 2란성 쌍둥이 사이의 형질 차이는 유전자와 환경에 의해 나타난다.

오답 피하기

- ㄱ, ㄴ. 이 방법은 쌍둥이 연구 방법으로, 이 방법을 통해 유전자와 환경이 형질에 미치는 영향을 알 수 있다. 사람은 인위적인 교배가 불가능하다. 집단 조사 방법은 여러 가계를 포함하는 집단을 조사하여 자료를 수집한 후 통계 처리하여 유전 형질의 특징을 알아내는 방법이다.

03 상염색체에 존재하는 1쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 형질은 성별에 관계없이 유전된다. ABO식 혈액형과 같은 복대립 유전도 형질의 표현에 관여하는 대립유전자는 3종류이지만, 개체는 1쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되므로 단일 인자 유전에 속한다.

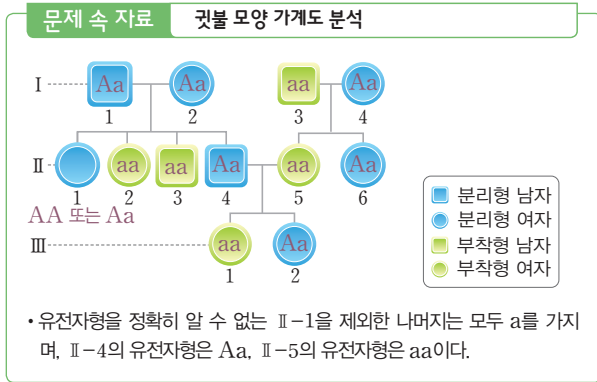
오답 피하기

- ㄱ. X 염색체에 대립유전자가 있는 유전은 반성유전이다.

- 04 분리형 낫볼인 부모 사이에서 부착형 낫볼인 자녀가 태어났으므로 분리형 낫볼(A)이 우성이고, 부착형 낫볼(a)이 열성이다.
ㄱ. I-2와 II-6은 유전자형이 Aa로 같다.

오답 피하기

- ㄴ. 유전자형을 정확히 알 수 없는 II-1을 제외한 나머지는 모두 a를 가진다.
ㄷ. II-4의 유전자형은 Aa, II-5는 aa이므로 이 둘 사이에서 태어나는 자손의 유전자형은 Aa, aa가 있다. 그러므로 II-4와 II-5 사이에서 분리형 낫볼(Aa)인 아들이 태어날 수 있다.



- 05 ㄱ. 쌍꺼풀은 외꺼풀에 우성이고, 보조개는 ‘있음’이 ‘없음’에 대해 우성이므로 (라)의 자녀는 B, (나)의 자녀는 C, (다)의 자녀는 D, (가)의 자녀는 A이다. B는 쌍꺼풀과 보조개에 대한 유전자형이 모두 열성 동형접합성이다.

오답 피하기

- ㄷ. C의 부모는 (나)이며, (나)는 모두 쌍꺼풀이 없으므로 (나)에서 쌍꺼풀이 있는 자녀는 태어나지 않는다.

- 06 단지증 부모 사이에서 정상 자녀가 태어났으므로 단지증이 우성, 정상이 열성이다. 3은 유전자형을 정확히 알 수 없으며, 5는 유전자형이 열성 동형접합성, 6은 이형접합성이므로 5와 6 사이에서 태어나는 아이가 단지증일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

오답 피하기

- ㄱ. 단지증 부모 1과 2 사이에서 정상 자녀 5가 태어났으므로 단지증이 우성, 정상이 열성이다.

- 07 정상 부모(A, B) 사이에서 유전병 딸이 태어났으므로 정상이 유전병에 대해 우성이다. A와 B는 유전자형이 모두 이형접합성이므로 이 둘 사이에서 태어나는 아이의 유전자형이 D와 같은 열성 동형접합성일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

오답 피하기

- ㄱ. 이 유전병은 상염색체 유전 형질이므로 유전병이 나타날 확률은 남자와 여자에서 같다.
ㄷ. C의 유전자형은 이형접합성이지만, E는 유전자형을 정확히 알 수 없다.

- 08 정상 부모 사이에서 태어나는 딸이 병에 걸릴 수 있으므로 유전병은 정상에 대해 열성이고, 이 정상 부모는 유전자형이 모두 이형접합성이다. 정상 아버지가 딸에게 유전병 대립유전자를 물려주므로 이 유전병은 상염색체 유전 형질이며, 병에 걸린 부모는 유전자형이 모두 열성 동형접합성이므로 이 부모 사이에서 태어나는 자녀는 항상 병에 걸린다.

- 09 엄지손가락이 젖혀지지 않는 부모 사이에는 항상 엄지손가락이 젖혀지지 않는 자손만 태어나므로 엄지손가락이 젖혀지지 않는 형질이 열성, 엄지손가락이 젖혀지는 형질이 우성이다.

- ㄱ. 엄지손가락이 젖혀지지 않는 어머니로부터 엄지손가락이 젖혀지는 아들이 태어났으므로 엄지손가락 젖혀짐을 결정하는 대립유전자는 상염색체에 존재한다. 따라서 엄지손가락이 젖혀지지 않는 자손이 나타날 확률은 남녀가 같다.

- ㄴ. C는 엄지손가락이 젖혀지지 않는 어머니로부터 엄지손가락이 젖혀지지 않는 대립유전자를 하나 물려받아 유전자형이 이형접합성이다.

- ㄷ. 유전자형이 A는 열성 동형접합성, B는 이형접합성이다. 따라서 A와 B 사이에서 태어나는 아이가 엄지손가락이 젖혀지는 형질을 가질 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

- 10 부모의 경우 자손의 혈액형을 정확히 알 수 있는 것은 (다)로 $I^A I^B$, ii 인 부모에게서 $I^A i$, $I^B i$ 인 자녀가 태어날 수 있으므로 (다)의 자녀는 1이다. AB형인 자손이 태어날 수 있는 경우는 (가)로 부모의 유전자형이 $I^A I^A$ 또는 $I^A i$, $I^B I^B$ 또는 $I^B i$ 일 경우 모두 $I^A I^B$ 의 대립유전자를 가지는 AB형의 자손이 태어날 수 있다. 그러므로 (가)의 자손은 3, (나)의 자손은 2, (다)의 자손은 1이다. 따라서 (나)의 부모는 모두 유전자형이 $I^A i$ 이고, 1의 유전자형은 $I^B i$ 이다. 1($I^B i$)과 2(ii) 사이에서 태어나는 아이의 유전자형에 따른 비율은 $I^B i : ii = 1 : 1$ 이다.

- 11 가족 구성원 4명은 모두 혈액형이 서로 다르고, 아버지와 어머니는 서로 공통된 대립유전자를 가지지 않으므로 유전자형이 어머니와 아버지는 각각 $I^A I^B$ 와 ii 중 하나이고, 누나와 철수는 각각 $I^A i$ 와 $I^B i$ 중 하나이다. 따라서 어머니와 아버지($I^A I^B \times ii$) 사이에서 태어나는 아이의 혈액형이 A형($I^A i$)일 확률과 B형($I^B i$)일 확률이 각각 $\frac{1}{2}$ 이므로 철수(A형 또는 B형)와 같은 확률도 $\frac{1}{2}$ 이다. 누나와 철수는 공통적으로 i 를 가진다.

오답 피하기

- ㄱ. 어머니와 아버지 중 O형인 사람의 유전자형은 동형접합성(ii)이다.

- 12 [모범 답안]** (1) (가) - 1란성 쌍둥이, (나) - 2란성 쌍둥이
 (2) (가)에서의 형질의 차이는 환경의 영향이고, (나)에서의 형질의 차이는 유전자와 환경의 영향 때문이다.

서술형 Tip

1란성 쌍둥이는 유전자 구성이 같고, 2란성 쌍둥이는 유전자 구성이 달라 각각 형질의 차이가 나타나는 까닭이 다름을 중심으로 서술한다.

	채점 기준	배점
(1)	(가)와 (나)에 해당하는 쌍둥이를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	70 %

- 13 [모범 답안]** (1) 4

(2) $\frac{1}{2}$, 유전자형이 3은 $I^B i$, 6은 $I^A i$ 이므로 3과 6 사이에서 태어나는 아이가 부모와 달리 AB형이나 O형일 확률이 각각 $\frac{1}{4}$ 이므로 구하고자 하는 확률은 $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ 이다.

해설 B형인 3의 유전자형은 $I^B i$, A형인 6의 유전자형은 $I^A i$ 이므로 3과 6의 자손은 AB형, A형, B형, O형이 태어날 수 있다.

	채점 기준	배점
(1)	4를 쓴 경우	20 %
(2)	$\frac{1}{2}$ 을 쓰고, 3과 6의 유전자형을 이용해 구하는 과정을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %
	$\frac{1}{2}$ 만 쓴 경우	30 %

02 | 사람의 유전 (2)



탐구 대표 문제

p. 182

01 ③

- 01** 아버지의 생식세포는 AdE, Ade가 생성될 수 있고, 어머니의 생식세포는 aDe, ade가 생성될 수 있다. 이 생식세포를 통해 나올 수 있는 자손의 유전자형은 AaDdEe, AaddEe, AaDdee, Aaddee이다. 눈꺼풀은 쌍꺼풀이 우성, 보조개는 있는 형질이 우성, 귓볼 모양은 분리형이 우성이다.

오답 피하기

③ 보조개에 대한 부모의 생식세포는 dd, Dd이므로 자손은 Dd, dd인 경우만 나올 수 있다.

기초 탐구 문제

p. 185

01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ④ 06 ②

- 01** 사람의 성염색체는 여자가 XX, 남자가 XY이므로 아버지(XY)는 아들(XY)에게 Y 염색체를 물려주고, 딸(XX)은 아버지(XY)로부터 X 염색체를 물려받는다.

오답 피하기

③ 어머니(XX)는 딸(XX)과 아들(XY)에게 모두 X 염색체를 물려준다.

- 02** (가)에서 유전병 어머니에게서 유전병인 아들만 태어나므로 이 유전병은 X 염색체를 통한 반성유전을 한다. 유전병 여자(㉠)는 유전병 대립유전자를 2개 가진 동형접합성($X^R X^R$)이다. 딸(㉡)은 아버지로부터 정상 대립유전자(X)를, 어머니(㉠)로부터 유전병 대립유전자(X^R)를 물려받는데 표현형이 모두 정상이므로 ㉡은 유전자형이 이형접합성($X X^R$)이며 유전병은 정상에 대해 열성이다. (나)에서 철수와 영희 사이에서 정상 아들(XY)과 유전병 딸($X^R X^R$)이 태어났으므로 철수는 유전자형이 $X^R Y$, 영희는 XX^R 이다. 따라서 철수와 영희 사이에서 정상 딸(XX^R)이 태어날 수 있다.

오답 피하기

④ 정상 대립유전자(X)가 우성, 유전병 대립유전자(X^R)가 열성이므로 철수($X^R Y$)는 유전병, 영희(XX^R)는 정상으로 표현형이 서로 다르다.

- 03** 적록 색맹 대립유전자(X^r)는 정상(X^R)에 대해 열성이다.

오답 피하기

⑤ 적록 색맹 어머니($X^r X^r$)의 아들($X^r Y$)은 어머니로부터 적록 색맹 대립유전자(X^r)를 물려받아 항상 적록 색맹을 나타낸다.

- 04** ㉠과 ㉡은 표현형이 다른데 같은 수의 a를 가지므로 이 유전병은 반성유전 형질이다. 만약 이 유전병이 상염색체 유전 형질이라면 ㉠과 ㉡은 같은 수의 a를 가지므로 유전자형이 같고, 따라서 표현형도 같다. 그런데 ㉠과 ㉡은 표현형이 다르므로 이 유전병은 대립유전자가 X 염색체에 있는 유전 형질이고, ㉠의 유전자형은 $X^A X^a$, ㉡의 유전자형은 $X^a Y$ 이다. $X^A X^a \times X^a Y \rightarrow X^A X^a : X^a X^a : X^A Y : X^a Y = 1 : 1 : 1 : 1$ 이므로 ㉠과 ㉡ 사이에서 태어나는 딸($X^A X^a$ 또는 $X^a X^a$)이 정상($X^A X^a$)일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이고, 이 경우 딸의 유전자형은 $X^A X^a$ 이다.

- 05** 철수의 유전자형에서 A~C의 개수 합은 5이다. 철수와 피부색이 같은 사람의 유전자형은 AABBCc, AABbCC, AaBBCC 중 하나이고, 부모의 유전자형이 AaBbCc로 같으므로 각각의 확률은 $\frac{1}{32}$ 이다. 따라서 구하고자 하는 확률은 $\frac{1}{32} \times 3 = \frac{3}{32}$ 이다.

06 다인자 유전 형질의 경우 표현형이 다양하게 나타나며, 각 표현형에 따른 개체 수를 그래프로 나타내면 중간값이 가장 큰 정상 분포 곡선을 이룬다. 다인자 유전 형질은 개체 내 우성 대립유전자와 열성 대립유전자의 비율에 따라 표현형이 결정된다.

오답 피하기

② 다인자 유전 형질은 표현형의 변이가 연속적으로 나타난다.

내신 만점 문제

pp. 186~189

- 01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ⑤ 05 ② 06 ②
07 ② 08 ① 09 ④ 10 ④ 11 ⑤ 12 ②
13 ③ 14 ③ 15 ④ 16~17 해설 참조



01 여자의 성염색체는 XX이므로 ㉠과 ㉡에는 모두 X 염색체가 존재한다. ㉠과 ㉡이 같으므로 남자의 성염색체 중 하나인 ㉢은 X 염색체, ㉣은 Y 염색체이다. (가)는 성염색체가 XX인 여사이므로 아들에게 X 염색체를 물려준다.

오답 피하기

㉣. ㉠에는 X 염색체, ㉡에는 Y 염색체가 각각 존재하므로 ㉠과 ㉡이 수정하여 발생하면 아들(XY)이 태어난다.

02 유전병 A가 우성, 정상이 열성이다. 정상(열성) 딸은 유전자형이 열성 동형접합성이므로 아버지는 딸에게 열성 대립유전자를 물려주었다. 따라서 아버지는 정상이다.

오답 피하기

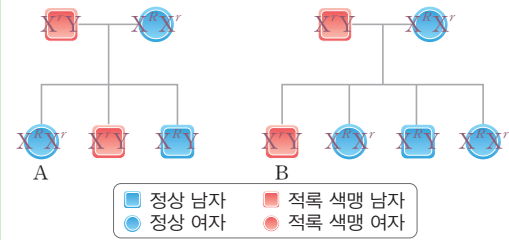
ㄱ. 유전병 A의 대립유전자가 X 염색체에 존재하지만 어머니와 아들의 표현형이 다르다. 반성유전 형질에서는 열성 형질의 어머니로부터 우성 형질의 아들이 태어나지 않으므로 어머니의 표현형(유전병 A)이 우성, 아들의 표현형(정상)이 열성이다.

03 A($X^R X^r$)와 B($X^r Y$) 사이에서 $X^R X^r$, $X^R Y$, $X^r X^r$, $X^r Y$ 가 태어날 수 있으므로 아이가 정상 딸($X^R X^r$)일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

오답 피하기

ㄱ. ㄴ. X 염색체 유전 형질인 적록 색맹(X^r)은 정상(X^R)에 대해 열성이다. B는 아들이므로 아버지로부터 X 염색체를 물려받지 않았으며, 두 집안의 정상 여자는 모두 유전자형이 $X^R X^r$ 이다. 그러므로 가계도의 모든 사람의 유전자형을 정확히 알 수 있다.

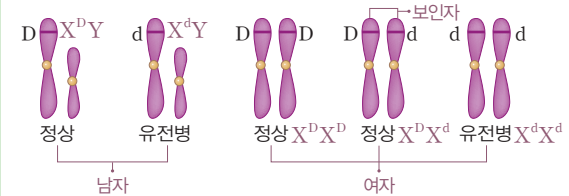
문제 속 자료 적록 색맹 가계도 분석



모든 여자는 보인자($X^R X^r$)이다.

04 ㄱ. 여자의 경우 유전자형이 $X^D X^D$ 와 $X^D X^d$ 인 경우에는 정상이지만 $X^d X^d$ 인 경우에는 유전병이므로 D가 정상 대립유전자, d가 유전병 대립유전자이고, 유전병은 정상에 대해 열성이다.
ㄴ. 정상 아버지는 X^D 를 딸에게 물려주므로 정상 아버지를 둔 딸은 항상 정상이다.
ㄷ. 적록 색맹 형질도 이 유전병과 마찬가지로 유전자가 X 염색체에 있으므로 적록 색맹 남자에서는 d와 적록 색맹 대립유전자가 같은 X 염색체에 존재한다.

문제 속 자료 반성유전의 유전자형



05 적록 색맹은 반성유전 형질이며, 정상에 대해 열성이다.

오답 피하기

ㄱ. 1의 유전자형이 $X^R Y$, 5의 유전자형은 $X^r Y$ 이다.
ㄷ. 적록 색맹 대립유전자는 열성이며, X 염색체로 유전되므로 적록 색맹인 2($X^r X^r$)는 적록 색맹 대립유전자(X^r)가 2개, 적록 색맹인 4($X^r Y$)는 적록 색맹 대립유전자를 1개 가진다.

06 유전병 ㉠에 대해 아버지와 어머니는 모두 정상이고, 딸은 유전병 ㉡을 나타내므로 대립유전자 b가 열성이고, 상염색체 유전 형질이다. 따라서 ㉢이 적록 색맹이다.

ㄴ. ㉠의 유전자형은 딸이 $X^a X^a$ 이므로 어머니는 $X^A X^a$ 이고, 아버지는 $X^a Y$ 이다. ㉡의 유전자형은 어머니와 아버지 모두 Bb이다. X^A , X^a , B, b가 모두 존재하는 (나)는 어머니의 세포이고, (가)에는 b가 2개 존재하므로 (가)는 감수 분열을 마친 아버지의 세포이다. 따라서 ㉣은 0, ㉤은 1이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 상염색체 유전 형질이고, ㉢이 반성유전 형질인 적록 색맹이다.

ㄷ. 어머니와 아버지 사이에서 아이가 태어날 때, 두 형질에 대한 유전자형이 어머니는 $X^A X^a Bb$, 아버지는 $X^a Y Bb$ 이므로 아이에게서 적록 색맹(㉠)과 ㉡이 모두 나타날 확률은

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8} \text{이다.}$$

- 07 $1(X^R Y)$ 과 $2(X^R X^r)$ 사이에서 태어난 4의 유전자형은 $X^R X^r$, 5와 6의 유전자형은 $X^R X^r$ 이고, 정상 남자인 3의 유전자형은 $X^R Y$ 이다.

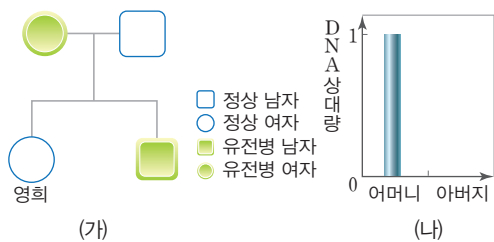
- 08 3의 유전자형은 $X^R Y$, 4의 유전자형은 $X^R X^r$ 이므로 3과 4 사이에서 태어나는 아이의 유전자형에 따른 비율은 $X^R X^r : X^r Y = 1 : 1$ 이므로 아이가 정상 딸일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

- 09 유전병인 어머니는 열성 대립유전자를 가지고, 정상인 아버지는 열성 대립유전자를 가지고 있지 않으므로 유전병은 정상에 대해 열성 형질이며, 이 아버지에게서 유전병을 가진 아들이 태어났으므로 유전병은 X 염색체에 있는 유전자를 통해 반성 유전된다. 정상 대립유전자를 X, 유전병 대립유전자를 X' 이라고 하면 유전자형이 어머니는 $X'X'$, 아버지는 XY , 영희는 XX' , 남동생은 $X'Y$ 이다. 따라서 아버지의 정상 대립유전자(X)의 DNA 상대량은 0.5이다.

오답 피하기

ㄷ. 정상 대립유전자를 X, 유전병 대립유전자를 X' 라고 하면 유전자형이 어머니는 $X'X'$, 아버지는 XY , 영희는 XX' , 남동생은 $X'Y$ 이다. 따라서 영희(XX')와 정상 남자(XY) 사이에서 25%의 확률로 유전병을 가진 아들($X'Y$)이 태어난다.

문제 속 자료 가계도 분석



- 유전병인 어머니는 열성 대립유전자를 가지고, 정상인 아버지는 열성 대립유전자(X')를 가지지 않는다. → 정상이 우성이다.
- 아버지는 우성 대립유전자(X)만 가지는데 아들이 유전병(열성)을 나타낸다. → 아들은 아버지에게 우성 대립유전자를 물려받지 않았다. → 아버지의 우성 대립유전자는 X 염색체에 존재한다.

- 10 정상 부모 사이에서 유전병을 나타내는 아들이 태어나므로 정상이 우성, 유전병이 열성이다. 그런데 어머니가 유전병을 나타내면 아들은 항상 유전병을 나타내므로 이 유전병의 유전자는 X 염색체에 있다.
- ㄱ. 아버지가 정상이면 딸은 아버지로부터 정상 대립유전자를 물려받아 항상 정상이다.

ㄷ. 여자는 유전병(열성) 대립유전자를 2개 가져야만 유전병이 나타나지만, 남자는 유전병 대립유전자를 1개 가지면 유전병이 나타나므로 유전병이 나타날 확률은 여자보다 남자에서 높다.

오답 피하기

ㄴ. 어머니가 정상이고, 보인자인 경우 어머니로부터 유전병 대립유전자를 물려받아 유전병을 나타내는 아들이 태어날 수 있다.

- 11 정상인 1과 2 사이에서 유전병인 5가 태어났으므로 유전병은 열성 형질이다. 또, 2와 3은 모두 정상인데 남자인 2의 T와 T^* 의 DNA 상대량을 합한 값이 여자인 3의 절반이므로 이 유전병은 반성유전을 한다는 것을 알 수 있다. 즉, 대립유전자 T와 T^* 는 X 염색체에 위치하므로, 3에서 T는 X 염색체에 있다. 5가 유전병을 나타내므로 1의 유전병 유전자형은 $X^T X^{T^*}$, 2의 유전병 유전자형은 $X^T Y$ 이다. 1과 2 사이에서 태어난 자녀가 가질 수 있는 유전병 유전자형은 $X^T X^T$, $X^T Y$, $X^T X^{T^*}$, $X^{T^*} Y$ 이다. 따라서 5의 동생이 태어났을 때, 동생이 유전병 남자($X^{T^*} Y$)일 확률은 $\frac{1}{4} \times 100 = 25\%$ 이다.

오답 피하기

ㄱ. 2는 정상인데 대립유전자 T만 가지고 있으므로 T는 정상 대립유전자, T^* 는 유전병 대립유전자이다. 1은 정상이지만 5에게 유전병 대립유전자 T^* 를 물려주었으므로 1의 유전병 유전자형은 이형접합성($X^T X^{T^*}$)이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 50%이다.

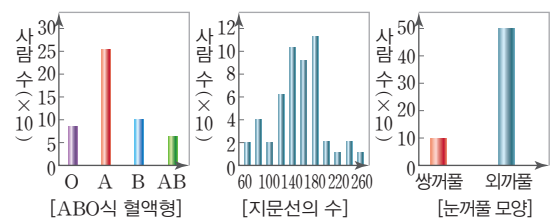
- 12 지문선의 수는 표현형이 다양하므로 여러 쌍의 대립유전자에 의해 결정되는 다인자 유전 형질이다.

오답 피하기

ㄱ. 눈꺼풀 모양은 표현형이 2가지이므로 우열 관계가 분명한 2가지 대립유전자에 의해 결정되는 단일 인자 유전을 한다.

ㄴ. 혈액형은 표현형이 4가지이므로 대립유전자가 2가지 이상인 복대립 유전 형질이다.

문제 속 자료 유전 형질과 표현형의 비



- ABO식 혈액형은 4가지 표현형이 뚜렷하게 구분되어 나타난다.
- 지문선의 수는 표현형에 따른 사람 수의 분포가 다양하게 나타내므로 다인자 유전 형질을 알 수 있다. 다인자 유전의 경우 여러 쌍의 대립유전자가 관여하고 환경의 영향을 받기 때문에 표현형이 다양하게 나타난다.

- 13** (가)에서는 A와 B, (나)에서는 A와 D가 대립유전자이므로 ㉠은 A, B, D에 의해 결정되는 복대립 유전 형질이고, E와 F는 서로 다른 염색체에 있으므로 ㉠은 다인자 유전 형질이다. ㉠을 결정하는 A, B, D 사이의 우열이 모두 분명하므로 ㉠의 표현형은 3가지이다.

오답 피하기

ㄷ. (가)와 (나) 사이에서 태어나는 자손은 E와 F를 최대 4개(EEFF)에서 최소 0개(eeff) 가질 수 있으므로 ㉠의 표현형은 모두 5가지이다.

- 14** (가)를 결정하는 대립유전자는 3가지이므로 (가)는 복대립 유전 형질이고, X와 Y의 우열 관계가 없으므로 표현형은 모두 4가지($X_$, $Y_$, XY, ZZ)이다. (나)의 유전자형이 AaBbDd인 개체와 AAbbDd인 개체는 각각 A, B, D의 개수 합이 3개이므로 표현형이 같다.

오답 피하기

ㄴ. (나)는 세 쌍의 대립유전자에 의해 결정되므로 다인자 유전 형질이고, A, B, D의 개수 합에 의해서만 표현형이 결정되므로 표현형은 최대 6개(AABBDD)에서 최소 0개(aabbdd) 가질 수 있으므로 (나)의 표현형은 모두 7가지이다.

- 15** 갈색 피부인 ㉠의 피부색 유전자형은 AaBbCc이며, 3쌍의 대립유전자는 서로 다른 상염색체에 있으므로 ㉠에서 형성되는 난자의 유전자형은 8가지(ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc)이다. ㉠이 aaBbcc인 유전자형을 갖는 남자와 결혼하였을 때 태어난 자녀의 유전자형에서 피부색을 검게 하는 유전자의 수는 최대 4개(AaBBcc)에서 최소 0개(aabbcc)까지 나올 수 있으므로, 자손의 피부색은 최대 5가지 중 하나이다.

오답 피하기

ㄱ. 피부색의 결정에는 3쌍의 대립유전자가 관여하며 우열의 관계가 명확하지 않으므로 피부색은 다인자 유전 형질이다.

- 16** [모범 답안] (1) 열성

(2) 이 유전병은 반성유전 형질인데 아버지는 유전병, 누나는 정상이므로 정상에 대해 열성이다.

서술형 Tip

반성유전 형질에서는 우성 형질의 아버지로부터 열성 형질의 딸이 태어나지 않는 것을 바탕으로 서술한다.

채점 기준	배점
(1) 열성을 옳게 쓴 경우	50 %
(2) 아버지는 유전병, 누나는 정상임을 들어 유전병이 열성이라는 것을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	100 %

- 17** [모범 답안] (1) $\frac{1}{16}$

(2) 아버지(1)가 정상이므로 딸은 항상 아버지로부터 정상 대립유전자를 물려받아 1과 2 사이에서 적록 색맹인 딸은 태어나지 않는다.

해설 ABO식 혈액형의 경우, 1은 아버지($I^B i$)로부터 i 를 물려받아 유전자형이 $I^A i$ 이고, 2는 어머니($I^A i$)로부터 i 를 물려받아 유전자형이 $I^B i$ 이다. 적록 색맹의 경우, 아버지($X^R Y$) 1로부터 X^R 를 물려받아 $X^R X^r$ 또는 $X^R X^R$ 인 정상 딸이 태어난다.

	채점 기준	배점
(1)	$\frac{1}{16}$ 을 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	딸이 아버지로부터 정상 대립유전자를 물려받는 것과 적록 색맹인 딸이 태어나지 않는다는 것을 모두 옳게 서술한 경우	80 %
	적록 색맹인 딸이 태어나지 않는다는 것만 서술한 경우	30 %

03 | 사람의 유전병



답구 대표 문제

p. 194

- 01** ④ **02** ④

- 01** (가)는 정상인, (나)는 낫 모양 적혈구 빈혈증 환자이며, 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이이다.

- 02** 유전자 돌연변이는 핵형 분석으로 알 수 없다.



기초 탄탄 문제

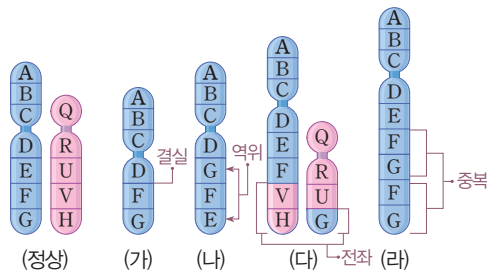
p. 195

- 01** ③ **02** ② **03** ⑤ **04** ④ **05** ①

- 01** 생식세포에 생긴 돌연변이가 다음 세대에 유전된다.

- 02** 염색체 돌연변이로는 결실, 역위, 전좌, 중복이 있다. (가)에서는 염색체 일부인 E가 사라지는 결실이 나타났다. (나)에서는 염색체 일부인 EFG → GFE로 거꾸로 붙은 역위가 나타났다. (다)에서는 상동이 아닌 염색체의 일부 VH와 G가 전좌되었다. (라)에서는 염색체 일부인 FG가 반복되는 중복이 일어났다.

문제 속 자료 염색체 구조 이상



- 결실(가): 염색체의 일부가 떨어져 없어진다.
- 역위(나): 염색체의 일부가 떨어져다가 거꾸로 붙는다.
- 전좌(다): 한 염색체의 일부가 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 붙는다.
- 중복(라): 염색체의 일부분과 같은 부분이 삽입되어 반복된다.

03 다운 증후군은 21번 염색체가 3개일 때, 터너 증후군은 성염색체가 X일 때, 클라인펠터 증후군은 성염색체가 XXY일 때, 고양이 울음 증후군은 5번 염색체의 일부가 결실되었을 때 각각 나타난다.

04 적록 색맹은 반성유전 형질이며, 정상에 대해 열성이므로 1의 유전자형은 $X^R X^R$, 2의 유전자형은 $X^R Y$ 이다. 아들인 3은 1의 적록 색맹 대립유전자를 물려받아 적록 색맹이 되어야 하지만 정상이다. 따라서 3은 유전자형이 $X^R X^R Y$ 이므로 클라인펠터 증후군($2n+1=44+XXY$)을 나타내고, 3은 2로부터 X와 Y 염색체를 모두 물려받았으므로 2의 감수 1분열 과정에서 성염색체의 비분리가 일어났다.

오답 피하기

④ 1의 유전자형은 $X^R X^R$, 2의 유전자형은 $X^R Y$ 이므로 3의 유전자형은 $X^R X^R Y$ 이고, 2의 감수 1분열 과정에서 성염색체의 비분리가 일어났다.

05 부모는 정상인데 딸이 적록 색맹을 나타내므로 유전자형이 어머니는 $X^R X^r$, 아버지는 $X^R Y$ 이며, 염색체 비분리가 1회 일어났으므로 딸은 X^r 이다. 따라서 정자가 생성되는 과정에서 비분리가 일어나 아버지는 딸에게 X 염색체를 물려주지 않았다. 딸은 X 염색체가 없는 정자 ①($n-1=22$)과 정상 난자 ②($n=22+X$)의 수정으로 태어났다.

내신 만점 문제

pp. 196~198

- 01 ① 02 ③ 03 ① 04 ④ 05 ② 06 ④
07 ③ 08 ③ 09 ③ 10 ⑤ 11~13 해설 참조



01 ㄱ. ①의 감수 2분열 결과 핵상이 각각 $n-1$ 과 $n+1$ 인 생식세포가 형성되었으므로 감수 2분열에서 염색 분체의 비분리가 일어났다. 따라서 핵상은 ①~④ 모두 n 이다.

오답 피하기

ㄴ. ④에는 염색 분체 비분리로 대립유전자 구성이 동일한 두 염색체가 존재한다.

ㄷ. ④은 정상보다 염색체 수가 1개 적다. 다운 증후군은 21번 염색체가 3개일 때 나타나므로 21번 염색체가 정상보다 1개 많은 생식세포가 수정되는 경우 다운 증후군 아이가 태어날 수 있다.

02 (가)에서는 핵상이 n 인 생식세포가 형성되었으므로 감수 2분열에서 염색 분체가 비분리되었고, (나)에서는 핵상이 n 인 생식세포가 형성되지 않았으므로 감수 1분열에서 상동 염색체가 비분리되었다. 따라서 염색 분체가 비분리된 (가)에서 형성되어 핵상이 $n+1$ 인 생식세포에는 복제된 DNA로 구성되어 유전자 구성이 같은 2개의 염색체가 존재한다.

오답 피하기

ㄱ, ㄴ. (가)는 감수 2분열에서, (나)는 감수 1분열에서 비분리가 일어났다.

03 유전자형이 할아버지는 AA, 할머니는 A^*A^* , 어머니는 AA, 영희는 AA^*A^* 이다. 염색체 수가 정상인 할아버지와 할머니에서 A와 A^* 를 구성하는 DNA 상대량의 합이 같으므로 A와 A^* 는 상염색체에 존재한다. 아버지는 할아버지로부터 A, 할머니로부터 A^* 를 각각 물려받아 유전자형이 AA^* 이다.

오답 피하기

ㄴ, ㄷ. 영희는 아버지로부터 A^*A^* , 어머니로부터 A를 각각 물려받았으므로 ①은 아버지에게서 감수 2분열에 비분리가 일어나 형성되었으며, ②($n+1=23+X$)에는 23개, ③($n=22+X$)에는 22개의 상염색체가 각각 존재한다.

04 정상의 부모로부터 혈우병을 가진 철수가 태어났으므로 혈우병은 정상에 대해 열성이다.

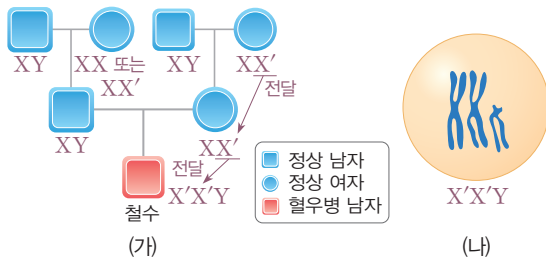
ㄱ. 철수는 클라인펠터 증후군을 나타내므로, 정상 대립유전자를 X, 혈우병 대립유전자를 X^r 이라고 하면 혈우병을 가진 철수의 유전자형은 $X^r X^r Y$ 이다. 혈우병에 대한 유전자형이 철수 아버지는 XY, 어머니는 XX^r 이며, 철수는 아버지로부터 Y를, 어머니로부터 $X^r X^r$ 을 각각 물려받았다. 따라서 철수가 가진 혈우병 대립유전자(X^r)는 외할머니(XX^r)로부터 유래된 것이다.

ㄷ. 혈우병에 대한 유전자형이 할아버지는 XY, 할머니는 XX 또는 XX^r , 외할아버지는 XY, 외할머니는 XX^r , 아버지는 XY, 어머니는 XX^r , 철수는 $X^r X^r Y$ 이므로 유전자형을 정확히 알 수 없는 사람은 1명(할머니)이다.

오답 피하기

ㄴ. 철수가 어머니로부터 받은 2개의 X^r 은 염색 분체에 존재했던 대립유전자이므로, 철수는 감수 2분열에서 비분리가 일어난 난자($X^r X^r$)와 정상 정자(Y)의 수정으로 태어났다.

문제 속 자료 감수 2분열 비분리



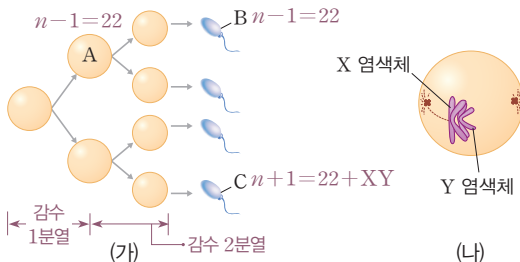
- 혈우병을 나타내는 철수의 부모는 모두 정상이다. → 정상이 여성, 혈우병이 남성이다.
- 철수는 혈우병 대립유전자(X')를 2개 물려받았다. → 어머니는 보인자(XX')이므로 어머니의 감수 2분열 과정에서 염색 분체의 비분리가 일어났다.

- 05 나. (나)에서 X 염색체와 Y 염색체가 비분리되었으므로 감수 1분열에서 성염색체의 비분리가 일어났음을 알 수 있다. 그런데 B는 C보다 염색체 수가 적으므로 핵상과 염색체 수가 A는 $n-1=22$, B는 $n-1=22$, C는 $n+1=22+XY$ 이다. 따라서 B의 총 염색체 수는 22개, C의 상염색체 수는 22개이다.

오답 피하기

- ㄱ. A는 $n-1=22$, C는 $n+1=22+XY$ 이므로 A는 C보다 염색체 수가 2개 적다.
- ㄷ. C가 정상 남자($n=22+X$)와 수정하면 성염색체가 XXY인 클라인펠터 증후군 아이가 태어난다.

문제 속 자료 감수 1분열 비분리



- 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어난 경우 $n-1$, $n-1$, $n+1$ 의 생식세포가 형성된다.
- 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나면 상동 염색체가 비분리된다.

- 06 ㄱ. 이 개체는 대립유전자 A와 a를 모두 가지므로 유전자형이 Aa이다.

- 나. ㉠은 A가 존재하지 않고 a가 2개 존재하므로 ㉠이 형성될 때 감수 2분열에서 염색 분체의 비분리가 일어났다.

오답 피하기

- ㄷ. 감수 1분열에서 염색체 비분리가 1회 일어나면 하나의 모세포로부터 핵상이 $n+1$, $n-1$ 인 생식세포만 형성되는데 ㉠은 A가 존재하지 않고 a만 1개 존재하므로 핵상이 n 이다.

- 07 ㄱ. ㉠에 존재하는 [AbCd] 염색체에서 d는 정상 체세포에 존재하지 않는 유전자이다. 따라서 ㉠이 형성될 때 유전자에 돌연변이가 일어나 D가 d로 바뀌었다.

- ㄷ. ㉠과 ㉡에는 각각 1번 염색체와 2번 염색체가 1개씩 존재하므로 두 생식세포는 정상 생식세포와 염색체 수가 같다.

오답 피하기

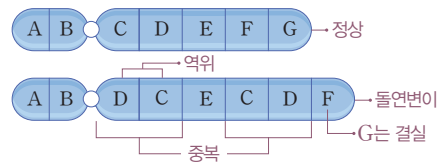
- 나. ㉠은 정상적으로 생식세포 분열이 일어나 형성된 생식세포이다.

- 08 아래 염색체에는 C와 D 부위가 두 군데씩 존재하는 중복이 일어났으므로 아래 염색체가 돌연변이 염색체이다. 위의 정상 염색체는 A-B-C-D-E-F-G의 순서로 배열되어 있는데 돌연변이 염색체는 B-D-C의 순서로 배열되어 있으므로 C-D 부위가 거꾸로 배열된 역위가 일어났다. 그리고 돌연변이 염색체에는 G 부위가 존재하지 않으므로 이 부위가 결실되었다. 돌연변이 염색체는 C, D 부위가 중복되었으므로, 이 부위에 위치한 유전자는 2개 이상 중복되어 존재할 수 있다.

오답 피하기

- ㄷ. 염색체는 DNA와 단백질로 이루어져 있는데 정상 염색체보다 돌연변이 염색체가 중복에 의해 길이가 더 길므로 돌연변이 염색체를 이루는 DNA 길이가 정상 염색체보다 길다.

문제 속 자료 염색체 구조 이상



- 09 (가)는 B와 C가 떨어졌다가 거꾸로 붙어 나타난 역위이고, (나)는 유전자의 염기 서열이 달라지는 돌연변이에 의해 단백질의 아미노산 서열이 바뀌는 현상을 나타낸 것이다.

오답 피하기

- ㄷ. (가)는 염색체의 구조 이상, (나)는 유전자 이상에 따른 아미노산의 변화로 나타나는 돌연변이가 원인인 유전병으로 이러한 돌연변이를 나타내는 사람의 염색체 수는 정상인과 같다.

- 10 (가)는 낫 모양 적혈구, (나)는 정상 적혈구이다. 낫 모양 적혈구는 헤모글로빈 유전자의 이상으로 T(타이민)이 A(아데닌)로 바뀌어 나타난다.

오답 피하기

- ㄱ. (가)에서는 헤모글로빈이 길게 응집하므로 (가)는 헤모글로빈 유전자의 이상으로 염기 서열이 달라져 정상과 아미노산 서열이 다른 돌연변이 헤모글로빈에 의해 만들어지는 낫 모양 적혈구이다.

- 11 [모범 답안]** (가)는 아버지의 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나서 형성된 정자($n+1=22+X^R Y$)와 어머니의 정상 난자($n=22+X^r$)가 수정되어 유전자형이 $X^R X^r Y$ 로 적록 색맹이 나타나지 않는다.

서술형 Tip

(가)가 어떤 정자와 난자의 수정으로 태어났는지 정자와 난자의 성염색체를 바탕으로 서술한다.

채점 기준	배점
모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	100 %
아버지의 감수 1분열에서의 비분리만 서술한 경우	60 %
아버지로부터 정상 대립유전자를 물려받았기 때문이라고만 서술한 경우	40 %

- 12 [모범 답안]** (1) ㉠: 역위, ㉡: 결실

(2) 감수 2분열에서 Y 염색체의 비분리가 일어났기 때문이다.

채점 기준	배점
(1) 역위, 결실을 모두 옳게 쓴 경우	20 %
(2) 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %
Y 염색체의 비분리만 서술한 경우	50 %

- 13 [모범 답안]** 특정 유전자의 돌연변이로 염기 서열이 달라져 아미노산 서열이 달라진 돌연변이 단백질이 만들어지기 때문이다.

서술형 Tip

유전자의 염기 서열 변화로 인한 단백질의 아미노산 변화를 바탕으로 서술한다.

채점 기준	배점
유전자의 염기 서열이 달라져 단백질의 아미노산 서열이 달라졌기 때문이라고 옳게 서술한 경우	100 %
단백질의 아미노산 서열이 달라졌기 때문이라고만 서술한 경우	50 %

- 01** (다)에서 부작형 자손이 태어났으므로 분리형이 우성, 부작형이 열성이다. 따라서 부작형인 사람의 유전자형은 모두 열성 동형접합성이다.

오답 피하기

ㄴ, ㄷ. (나)에서 분리형 자녀만 태어나므로 (나)의 분리형 부모는 유전자형이 우성 동형접합성이고, (다)의 분리형 부모는 모두 유전자형이 이형접합성이다. 따라서 (다)에서 태어나는 자녀가 부작형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

- 02 [모범 답안]** (1) (가)

(2) (다) - 알코올 중독, 다른 형질에 비해 1란성 쌍둥이의 일치율이 가장 낮고, 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 일치율 차이가 가장 작기 때문이다.

해설 1란성 쌍둥이의 형질 차이는 환경의 영향에 의한 것으로 1란성 쌍둥이의 일치율이 높을수록 유전적 요인이 크게 작용하는 것이다.

서술형 Tip

1란성 쌍둥이는 유전적으로 동일한 반면, 2란성 쌍둥이는 유전적으로 다르다는 것을 바탕으로 서술한다.

채점 기준	배점
(1) (가)를 쓴 경우	20 %
(2) 1란성 쌍둥이의 가장 낮은 일치율, 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 가장 작은 일치율 차이를 모두 서술한 경우	80 %
1란성 쌍둥이의 가장 낮은 일치율, 1란성 쌍둥이와 2란성 쌍둥이의 가장 작은 일치율 차이 중 하나만 서술한 경우	50 %

- 03** ㄱ. ㉠과 ㉡ 두 형질에 대해 부모는 모두 이형접합성이고, 아이의 가능한 표현형이 4가지이므로 ㉠과 ㉡의 유전은 독립 법칙에 따른다. 그런데 아이가 ‘㉠ 나타남, ㉡ 나타남’이 될 확률이 가장 높으므로 ‘㉠ 나타남’과 ‘㉡ 나타남’이 각각 우성 형질이다. 따라서 부모의 표현형은 모두 ‘㉠ 나타남, ㉡ 나타남’이다.

ㄴ. 독립 법칙에 의해 이형접합성의 부모 사이에서 태어나는 자손의 표현형 비는 9 : 3 : 3 : 1이므로 ㉠ : ㉡ = 3 : 1이다.

오답 피하기

ㄷ. ‘㉠ 나타남, ㉡ 나타남’ 아이의 가능한 유전자형은 AABB, AABb, AaBB, AaBb로 최대 4가지이다.

- 04 [모범 답안]** 상염색체 유전 형질, 어머니가 일자형(열성)인데 아들이 V자형(우성)이므로 아들은 아버지로부터 V자형 대립유전자를 물려받았다. 따라서 이마선 모양을 결정하는 대립유전자는 상염색체에 있다.

서술형 Tip

열성 형질의 어머니로부터 우성 형질의 아들이 태어난 것을 중심으로 서술한다.

단원 마무리하기

pp. 200 ~ 203



- | | | | |
|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 01 ① | 02 해설 참조 | 03 ③ | 04 해설 참조 |
| 05 ③ | 06 ④ | 07 ④ | 08 ② |
| 09 해설 참조 | | | |
| 10 ④ | 11 ② | 12 ④ | 13 ① |
| 14 ④ | 15 ② | | |
| 16 ⑤ | | | |

채점 기준	배점
상염색체 유전 형질을 쓰고, 일자형(열성) 어머니로부터 V자형(우성) 아들이 태어난 것을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	100 %
상염색체 유전 형질을 쓰고, 아들이 아버지로부터 V자형(우성) 대립유전자를 물려받았다고 서술한 경우	60 %
상염색체 유전 형질만 쓴 경우	30 %

- 05 체세포 1개당 A의 DNA 상대량은 ①>②>③이므로 ①은 A를 2개(AA), ②은 A를 1개 가지며(AA*), ③은 A를 가지지 않는다(A*A*).

ㄱ. A*는 정상 대립 유전자이고, A는 유전병 대립 유전자이다. ②은 유전자형이 A*A이면서 정상이므로 정상(A*)이 우성, 유전병(A)이 열성이다.

ㄴ. ②은 A를 1개 가지는데, 어머니(③)의 유전자형은 A*A*이다. 따라서 ②은 아버지로부터 A를 1개 물려받았으며, 이 유전병은 상염색체 유전 형질이다.

오답 피하기

ㄷ. ②의 아버지인 ③의 유전자형은 A*A, 어머니는 AA이므로, 정상인 ②의 유전자형은 A*A이다. 따라서 ②과 ③ 사이에서 A*A, AA인 자손이 태어날 수 있으므로, 정상의 딸이 태어날 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다.

- 06 ABO식 혈액형 유전자(I^A , I^B , i)는 상염색체에, 적록 색맹 유전자(X^R , X^r)는 X 염색체에 존재하므로 이 2가지 형질은 독립되어 있다. AB형, 적록 색맹인 여자는 유전자형이 $I^A I^B X^R X^r$ 이다. 그런데 아들은 혈액형 유전자형이 $I^A i$, 적록 색맹 유전자형은 $X^R Y$ 또는 $X^r Y$ 가 될 확률이 1 : 1이다.

자녀의 혈액형이 B형일 확률 : $I^A i$ 와 $I^A I^B$ 사이에서 $I^B i$ 가 될 확률 = $\frac{1}{4}$ 이다.

자녀가 적록 색맹을 나타낼 확률 : $[XY \text{일 확률} \times XY \text{와 } X^R X^r \text{ 사이에서 } X^r Y \text{가 될 확률} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}] + [X^r Y \text{일 확률} \times X^r Y \text{와 } X^R X^r \text{ 사이에서 } X^r Y \text{가 될 확률} = \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{2}] = \frac{3}{4}$ 이므로 전체 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ 이다.

- 07 O형과 AB형 부모 사이에서 A형 아들 2명이 태어났는데, 만약 (가)(r)가 정상(R)에 대해 열성이라면 두 A형 아들은 어머니로부터 i 와 r 가 함께 존재하는 염색체를, 아버지로부터 I^A 가 존재하는 동일한 염색체를 물려받으므로 표현형이 서로 같아야 한다. 그런데 이 둘은 (가)에 대한 표현형이 다르므로 (가)는 정상에 대해 우성이다. A형과 B형(1) 부모 사이에서 B형(2) 딸이 태어났으므로 1과 2는 ABO식 혈액형의 유전자형이 $I^B i$ 로 서로 같다.

ㄷ. 1은 정상($I^B r/ir$)이므로 2는 아버지로부터 물려받은 염색체(iR)에 (가) 대립유전자가 존재한다. 따라서 $2(I^B r/iR)$ 와 $3(I^A r/I^B r)$ 사이에서 (가)를 가진 AB형 아이는 태어나지 않는다.

오답 피하기

ㄱ. (가)는 정상에 대해 우성이므로 R는 (가) 대립유전자이다.

- 08 단일 인자 유전은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되며, 대립 형질이 뚜렷하게 구분되어 우성과 열성에 따른 개체 수 분포가 뚜렷하게 구분된다. 다인자 유전은 여러 유전자의 관여와 환경의 영향으로 표현형이 매우 다양하다.

오답 피하기

ㄴ. 단일 인자 유전에 관한 사람들의 분포를 조사하면, 개체 수가 뚜렷하게 구분되어 나타난다. 유전 형질에 따른 사람 수를 그래프로 나타낼 때 정규 분포 곡선으로 나타나는 경우는 다인자 유전이다.

ㄹ. 다인자 유전의 예로는 피부색, 눈동자 색, 키, 몸무게 등이 있고, 이마선 모양과 적록 색맹은 단일 인자 유전의 예이다.

- 09 [모범 답안] 상염색체 유전 형질, 정상이 우성, 유전병이 열성 형질인데 정상(우성) 아버지로부터 유전병(열성) 딸이 태어났으므로 상염색체 유전 형질이다.

서술형 Tip

반성유전 형질에서는 우성 형질의 아버지로부터 열성 형질의 딸이 태어날 수 없다는 것을 이해한 후 서술한다.

채점 기준	배점
상염색체 유전을 쓰고, 정상이 우성이고, 정상 아버지와 유전병 딸을 들어 상염색체 유전 형질이라는 것을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	100 %
상염색체 유전이라고만 쓴 경우	30 %

- 10 ①과 ②에는 모두 A와 a가 있으며, A의 DNA 상대량이 ①이 ②의 절반이므로 ②은 DNA가 복제되기 전인 I, ①은 DNA가 복제된 후인 II이다.

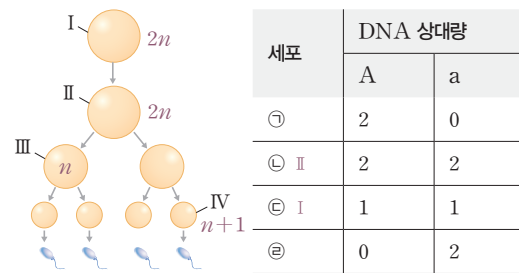
ㄴ. ①과 ②은 각각 III과 IV 중 하나이며, ①에는 A가 2개, ②에는 a가 2개 들어 있다. 따라서 비분리는 IV가 형성되는 감수 2분열에서 일어났으며, III의 핵상은 n 이고, IV의 핵상은 $n+1$ 이므로 염색체 수는 III보다 IV가 1개 많다.

ㄷ. 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어났으므로 그림의 4개 정자 중 2개는 핵상이 n 이다. 핵상이 n 인 정상 정자에는 A와 a 중 한 종류만 1개 들어 있으므로 A와 a의 DNA 상대량의 합이 1이다.

오답 피하기

ㄱ. 모세포(I)의 유전자형은 Aa이며, IV의 유전자형은 AA 또는 aa이다. 따라서 IV가 형성될 때 염색 분체가 비분리되었으므로 염색체 비분리는 감수 2분열에서 일어났다.

문제 속 자료 염색체 비분리 현상



- $\odot(I)$ 이 복제되어 DNA 상대량이 2배인 $\odot(II)$ 이 된다.
- 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나 핵형이 n 인 생식세포 2개와 $n+1$ 인 생식세포 1개, $n-1$ 인 생식세포 1개가 형성된다.

11 키는 표현형이 다양하게 나타나므로 대립 형질이 뚜렷하게 구별되지 않는다.

오답 피하기

7. 보조개의 유무는 대립 형질이 뚜렷하게 구별되므로 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정되는 단일 인자 유전이다. 단일 인자 유전은 환경의 영향을 받지 않는다.

다. ABO식 혈액형은 형질 결정에 3종류의 대립유전자가 관여하는 복대립 유전을 하므로, 표현형은 4가지이고, 유전자형은 6가지이다.

12 혈우병은 적록 색맹과 마찬가지로 X 염색체 유전 형질이고, 정상 부모 사이에서 혈우병을 나타내는 자녀가 태어나므로 정상에 대해 열성이다. 아버지는 정상, 영희는 혈우병을 나타내므로 영희는 아버지로부터 X 염색체를 물려받지 않았으며, 어머니로부터만 혈우병 대립유전자가 존재하는 X 염색체를 1개 물려받았으므로 티너 증후군을 나타낸다. 어머니와 영희는 각각 혈우병 대립유전자를 1개씩 가지므로 혈우병 대립유전자의 DNA 상대량이 서로 같다.

오답 피하기

ㄷ. 영희는 염색체 비분리가 일어나 X 염색체가 없는 정자와 정상 난자의 수정으로 태어났다.

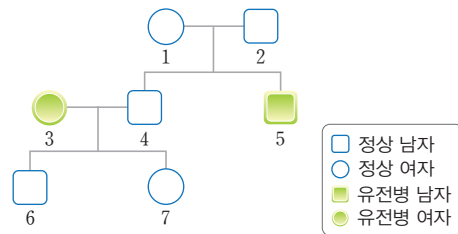
13 1과 2는 정상, 5는 유전병을 나타내므로 정상이 우성, 유전병이 열성이다. 그런데 4와 5의 표현형이 서로 다르므로 1과 2 중 A만 가지는 사람은 2이고, 이 유전병은 반성유전을 한다. 2가 가지는 A가 정상 대립유전자이므로 유전자형이 4는 $X^A Y$, 5는 $X^{A*} Y$ 이다. 따라서 1은 $X^A X^{A*}$ 이고, 3은 $X^{A*} X^{A*}$ 이다. 7은 3으로부터 대립유전자 A^* 를 물려받았으므로 1, 6, 7은 모두 대립유전자 A^* 를 가진다.

오답 피하기

ㄴ, ㄷ. $3(X^{A*}X^{A*})$ 이 유전병을 나타내는데 6은 정상이므로 6은 $4(X^AY)$ 로부터 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려받았다.

따라서 염색체 비분리는 4의 감수 1분열 과정에서 일어났으며, 6은 성염색체가 XXY인 클라인펠터 증후군을 나타낸다. 7은 3으로부터 A^* 를, 4로부터 A 를 물려받았으며, 성염색체가 $X^A X^{A^*}$ 로 정상이다.

문제 속 자료



- 1이 A(우성 대립유전자)만 가지면 → 1은 4와 5에게 A를 물려주므로 4와 5는 모두 우성 형질을 나타낸다. → 그러나 4와 5의 표현형이 서로 다르므로 1의 유전자형은 $X^A X^a$ 이다.
- 6은 정상이므로 A를 가진다. → 3은 A를 가지지 않으므로 6은 A를 4로부터 물려받았다. → 4는 6에게 X 염색체와 Y 염색체를 모두 물려주었으므로 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어났다.

14 성염색체가 비분리되어 나타나는 클라인펠터 증후군 환자의 핵형 분석 결과이다.

나. 클라인펠터 증후군은 성염색체 비분리로 성염색체 구성이 XXY로, 정상인보다 성염색체가 1개 더 많아서 나타나는 유전병이다.

ㄷ. 클라인펠터 증후군인 사람은 외관상 남자지만, 불임이며, 여자의 신체적 특징이 나타난다.

오답 피하기

7. 클라인펠터 증후군인 사람은 상염색체 수가 정상인과 같고, 성염색체 수가 정상인보다 1개 더 많다. ($2n=44+XXY$)

15 오답 피하기

7, 12. 이 사람의 간세포는 정상이므로 백혈병은 부모로부터 물려받은 것이 아니며, 백혈구의 9번 염색체와 22번 염색체 사이에서 전좌가 일어났으므로 염색체 수는 백혈구와 간세포가 같다.

16 적록 색맹은 반성유전되므로 성염색체의 비분리가 일어나지 않는다면 적록 색맹인 어머니로부터 태어난 아들은 항상 적록 색맹이다. 따라서 (가)는 염색체 돌연변이로, ㉠은 정상인 아버지로부터 X와 Y 염색체를 모두 물려받았다. (나)는 유전자 돌연변이로, 표에 제시된 현상은 낫 모양 적혈구 빈혈증에서 일어난다. 유전자 돌연변이는 유전자의 본체인 DNA의 염기 서열에 이상이 생겨 일어나며, 그 결과 정상 단백질과 아미노산 서열이 다른 돌연변이 단백질이 만들어져 형질에 변화가 생긴다. 따라서 ㉡은 정상 헤모글로빈 단백질과 아미노산 서열이 다르다.



생태계와 상호 작용

1. 생태계의 구성과 기능

01 | 생물과 환경의 상호 작용

기초 단원 문제

p. 209

01 ③ 02 ② 03 ② 04 ④ 05 ④

01 생태계를 구성하는 요소에는 생물적 요인과 비생물적 요인이 모두 포함된다. 생물적 요인에는 생산자, 소비자, 분해자가 있고, 비생물적 요인에는 빛, 온도, 태양, 공기, 토양 등이 있다. 조류는 생산자의 예, 곰팡이는 분해자의 예이다.

오답 피하기

③ 토양은 비생물적 요인이다.

02 비생물적 요인이 생물적 요인에 미치는 영향을 작용, 생물적 요인이 비생물적 요인에 미치는 영향을 반작용, 생물들끼리 서로 영향을 주고받는 것을 상호 작용이라 한다.

03 호랑나비의 계절형과 겨울에 개구리와 곰이 겨울잠을 자는 것은 온도에 대한 적응의 예이다.

오답 피하기

①, ③은 빛에 대한 적응, ④는 공기에 대한 적응, ⑤는 물에 대한 적응의 예이다.

04 ①은 작용, ②은 반작용이다. 식물은 생물적 요인이고, 대기 중의 O_2 농도는 비생물적 요인이므로 광합성량이 대기 중의 O_2 농도에 영향을 주는 것은 반작용(②)의 예이다.

오답 피하기

- ① ①은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것으로 작용을 나타낸 것이고, ②은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것으로 반작용을 나타낸 것이다.
- ② 상호 작용은 생물 사이에 서로 영향을 주고받는 것이다.
- ③ 생물적 요인은 생산자, 소비자, 분해자가 있다.
- ⑤ 뿌리혹박테리아의 질소 고정 작용은 상호 작용의 예이다.

05 (가)는 물에 대한 생물의 적응에 해당하고, (나)는 공기에 대한 생물의 적응, (다)는 빛의 파장에 대한 생물의 적응에 해당한다.

내신 만점 문제

pp. 210~211

01 ③ 02 ② 03 ③ 04 ② 05 ⑤ 06 ⑤

07~08 해설 참조

01 개체군 A는 스스로 양분을 합성할 수 있는 생산자이고, 개체군 B는 다른 생물을 먹이로 먹는 소비자, 개체군 C는 생물의 사체나 배설물을 분해하는 분해자이다. 곰팡이는 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하므로 분해자인 C에 해당한다. ㉠은 소비자가 생산자에 영향을 미치는 것이다. 초식 동물이며 1차 소비자인 소가 생산자인 풀을 먹는 것은 ㉠의 예에 해당한다.

오답 피하기

㉡. A는 개체군으로, 개체군은 같은 종으로 이루어져 있다.

02 A는 녹조류, B는 갈조류, C는 홍조류이다. 수심 40 m에서 홍조류(C)의 수는 녹조류(A)의 수보다 많다.

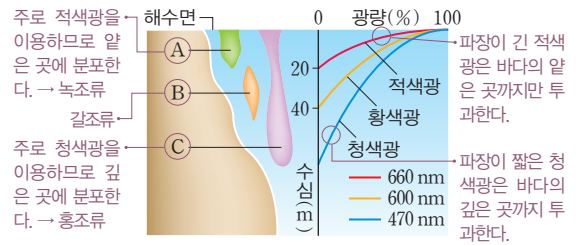
오답 피하기

㉡. 수심에 따라 해조류의 분포가 다른 것은 빛의 파장이 조류의 서식에 영향을 미친 것으로 작용에 해당한다.

㉢. 갈조류(B)는 파장이 660 nm인 빛이 없는 수심 20~40 m에서 서식하므로 660 nm의 빛이 없어도 죽는 것은 아니다.

문제 속 자료

해조류의 수직 분포



03 ㉠은 작용, ㉡은 반작용, ㉢은 상호 작용이다. 대기 중 CO_2 농도가 식물의 광합성에 영향을 주는 것은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것으로 ㉠(작용)에 해당한다. 스라소니의 개체 수가 증가하자 토끼의 개체 수가 감소하는 것은 개체군 사이의 상호 작용으로 ㉢(상호 작용)에 해당한다.

오답 피하기

㉡. 세균과 곰팡이는 모두 생물적 요인인 분해자에 속한다.

04 (가)는 양엽, (나)는 음엽, ㉠은 표피 조직이다. (가)(양엽)와 (나)(음엽)의 잎의 두께 차이에 영향을 준 환경 요인은 빛의 세기이다.

오답 피하기

㉡. 율타리 조직은 표피 조직 아래 부분이며 광합성이 활발한 조직이다.

㉢. 율타리 조직이 발달한 (가)는 양엽, 덜 발달한 (나)는 음엽이다.

05 건조한 곳에서는 물을 흡수하기 위해 뿌리가 발달하므로 (가)는 건조한 곳, (나)는 습한 곳이다.

- ㄱ. 식물 X는 스스로 양분을 합성할 수 있는 생산자이다.
 ㄴ. (가)는 건조한 곳, (나)는 습한 곳이다.
 ㄷ. X의 뿌리 발달 정도는 토양 속 수분의 영향을 받으므로 생태계 구성 요소 간의 관계 중 환경이 생물에 영향을 미치는 작용에 속한다.

- 06** 추운 곳에 사는 곰일수록 귀 등의 말단부가 작고, 몸의 크기는 크다. (가)는 가장 추운 지역에 사는 곰이고, (나)는 그 다음 추운 곳, (다)는 가장 덜 추운 곳에 사는 곰이다. 추운 곳에 사는 곰일수록 몸의 부피에 대한 몸의 표면적이 작다.

$\frac{\text{몸의 표면적}}{\text{몸의 부피}}$ 의 값은 (가) < (나) < (다)이다. 곰의 형태가 지역에 따라 다른 것은 온도에 대한 생물의 적응 현상이다. 호랑나비의 계절형도 온도에 대한 생물의 적응 사례에 해당한다.

- 07** [모범 답안] (1) (다)

(2) 추운 지역에 사는 여우는 귀와 같은 말단부의 크기가 작고, 몸의 크기가 커 열의 발산을 최소화한 몸의 구조를 가지고 있다.

해설 추운 지역의 여우는 몸의 크기가 크고, 말단부가 작아 열의 방출을 막는다. 더운 지역의 여우는 몸의 크기가 작고, 몸의 말단부가 커서 열을 잘 방출한다.

서술형 Tip

포유류의 서식지 기온에 따른 몸 크기와 몸 말단부의 크기 차이가 온도에 적응한 예임을 생각하고 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	(가)를 옳게 쓴 경우	20 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %
	1가지만 옳게 서술한 경우	40 %

- 08** [모범 답안] 부레옥잠과 같이 물속이나 물에 떠서 사는 식물은 뿌리가 잘 발달해 있지 않고 뿌리 또는 잎에 통기 조직이 발달되어 있다. 반면, 선인장과 같이 물이 부족한 곳에서 생활하는 식물은 물을 흡수하는 뿌리와 물을 저장하는 저수 조직이 발달해 있다.

채점 기준		배점
제시된 단어를 모두 사용하여 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우		100 %
제시된 단어 중 2개만 사용하여 옳게 서술한 경우		30 %

02 | 개체군의 특성



탐구 대표 문제

p. 214

1 ①

- 01** 구간 I에서 A와 B의 차이는 환경 저항 때문이다. 구간 I에서 B는 환경 저항을 받아 이론적 성장 곡선과 차이를 나타낸다.

오답 피하기

ㄱ. A는 J자형으로 나타나는 이론적 성장 곡선이고, B는 S자형으로 나타나는 실제 성장 곡선이다.

ㄷ. B에서 시간이 갈수록 개체 수 증가율이 감소하고, 나중에는 0이 된다.

기초 탄탄 문제

p. 216

01 ⑤ 02 ① 03 ② 04 ③ 05 ④ 06 ②

- 01** A. 개체군은 동일한 종의 개체들로 이루어진 집단이다. 군집은 서로 다른 종의 개체들로 이루어진 집단이다.

B. 개체군의 개체 수 증가 요인으로 출생과 이입이 있고, 개체 수 감소 요인으로 사망과 이출이 있다.

C. 개체군의 밀도는 일정 면적에 서식하는 개체군의 개체 수이다.

- 02** I 형은 적은 수의 자손을 낳지만 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮고, 대부분 생리적 수명을 다한다. II 형은 연령대에 따른 생존 개체들의 사망률이 일정하다. III 형은 많은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 매우 높다.

- 03** 기생은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용의 예이다. 밀도는 일정한 공간에 서식하는 개체군의 개체 수이다. 성장 곡선은 개체군 내의 개체 수가 시간에 따라 증가하는 것을 그래프로 나타낸 것이고, 생존 곡선은 동시에 출생한 일정 수의 개체군에 대해 상대 연령에 따른 생존 개체 수를 그래프로 나타낸 것이다. 주기적 변동은 계절과 먹이 관계 등에 따라 개체군의 크기가 주기적으로 변하는 것을 조사한 것이다.

- 04** 개체군 내의 상호 작용에는 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활이 있다.

오답 피하기

ㄷ. 상리 공생은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용에 해당한다.

- 05** 은어의 세력권 형성과 호랑이의 영역 표시는 텃세에 해당한다.

오답 피하기

①은 순위제, ②는 포식과 피식, ③은 사회생활, ⑤는 리더제의 예이다.

- 06** ㉠은 순위제, ㉡은 리더제, ㉢은 사회생활의 예이다.

내신 만점 문제

pp. 217~219

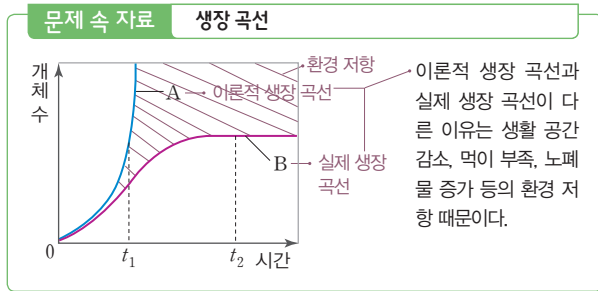
- 01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ① 05 ④ 06 ②
07 ⑤ 08 ② 09 ③ 10 ② 11~12 해설 참조



- 01 A는 이론적 성장 곡선, B는 실제 성장 곡선이다. A는 J자형으로 나타나는 이론적 성장 곡선이고, B는 S자형으로 나타나는 실제 성장 곡선이다. B에서 개체 수 증가율은 곡선의 기울기이다. t_1 에서의 기울기는 양(+)의 값을 갖고, t_2 에서 기울기는 0이므로 개체 수 증가율은 t_1 에서가 t_2 에서보다 높다.

오답 피하기

A와 B의 차이가 환경 저항인데, A와 B의 차이는 t_1 에서보다 t_2 에서 더 크므로 B에서 환경 저항은 t_1 에서가 t_2 에서보다 적다.



- 02 그래프에서 밀도가 높아질수록 개체의 크기는 작아지고, 밀도가 높아질수록 환경 저항이 증가하므로 개체의 크기는 환경 저항과 반비례 관계에 있다. 밀도가 증가할수록 개체의 크기가 작아지고, 같은 면적에 서식하는 개체 수가 증가한다.

오답 피하기

ㄴ. 밀도가 400(개체 수/ m^2)에서 800(개체 수/ m^2)으로 2배 증가하면 개체 크기는 약 65 mm에서 약 50 mm으로 줄어든다.

- 03 효모 개체군의 개체 수는 초기에는 급격히 증가하다가 후기(16시간 이후)에는 일정해지므로 성장 곡선이 S자형으로 나타난다.

오답 피하기

ㄴ. 환경 저항은 배양 시작 직후부터 나타나 시간이 흐를수록 점차 증가한다. 배양 후 10시간 이후에 환경 저항이 사라지는 것은 아니다.
ㄷ. 배양 후 16시간 이후에 개체 수의 증가가 없는 것은 출생한 효모의 수와 사망한 효모의 수가 같기 때문이다. 16시간 이후에 새로운 효모 개체의 출생이 없는 것은 아니다.

- 04 그래프의 t_2 에서 기울기는 0이고, t_3 에서 기울기는 양(+)의 기울기를 가지므로 $\frac{\text{출생한 개체 수}}{\text{사망한 개체 수}}$ 는 t_2 에서가 t_3 에서보다 낮다.

오답 피하기

ㄴ. 환경 저항은 배양 직후부터 나타나 시간이 지날수록 증가하므로 t_4 에서의 환경 저항은 t_1 에서의 환경 저항보다 크다.
ㄷ. 먹이와 공간을 더 제공하고 배양한다면 개체군 내의 경쟁이 감소하여 개체 수는 더 많이 증가하고, P의 값은 더 높아질 것이다.

- 05 A(곰)는 Ⅲ형 생존 곡선을 나타내고, B(히드라)는 Ⅱ형 생존 곡선을, C(사람)는 Ⅰ형 생존 곡선을 나타낸다. 한 부모에서 태어나는 자손 개체의 수는 Ⅲ형 생존 곡선을 나타내는 A(곰)에서가 Ⅰ형 생존 곡선을 나타내는 C(사람)에서보다 많다.

오답 피하기

ㄱ. A는 초기 사망률이 높은 곰이고, B는 사망률이 일정한 히드라, C는 초기 사망률이 낮은 사람이다.

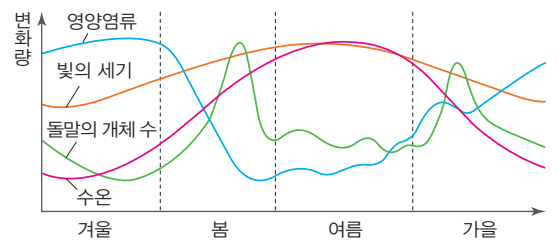
- 06 생식 전 연령층의 개체 수 비율은 발전형 피라미드에서 가장 높으므로 (나)에서 가장 높다.

오답 피하기

ㄱ. (가)는 안정형, (나)는 발전형, (다)는 쇠퇴형 피라미드이다.
ㄷ. (다)는 쇠퇴형 피라미드로 시간에 따라 개체 수가 감소할 것이다. 시간에 따라 개체 수가 증가할 것으로 예상되는 것은 발전형 피라미드인 (나)이다.

- 07 돌말의 개체 수는 겨울에 증가하기 시작하고, 봄에 최대 개체 수를 기록한 후 감소하므로 밀도는 봄에 가장 높다. 겨울에는 영양염류의 양은 많지만 수온이 낮아 돌말의 개체 수가 증가하지 않는다. 여름에 수온과 빛의 세기가 충분하지만 돌말의 개체 수가 증가하지 못하는 원인은 영양염류가 부족하기 때문이다.

문제 속 자료 돌말 개체군의 주기적 변동



- 초봄: 영양염류가 많아지고, 빛의 세기가 강해지고, 수온이 높아짐 → 돌말의 개체 수 증가
- 늦봄: 돌말이 증가하여 영양염류 감소 → 돌말의 개체 수 감소
- 여름: 영양염류 감소로 돌말의 개체 수는 증가하지 않음
- 초가을: 돌말의 감소로 영양염류 약간 증가 → 돌말의 개체 수도 약간 증가
- 늦가을: 영양염류가 풍부해도 수온이 낮음 → 돌말의 개체 수 감소
- 겨울: 낮은 수온으로 돌말의 개체 수 감소

- 08 ㄴ. 그래프에서 B 개체군의 밀도 변화는 약 10년을 주기로 변하였음을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. A가 증가하면 B가 증가하고, B가 증가하면 A가 감소하므로 A는 피식자, B는 포식자이다. 피식자인 A가 사라지면 포식자인 B는 감소한다.

ㄴ. A와 B의 주기적인 개체 수 변화의 원인은 포식과 피식 관계에 의한 것으로 계절에 따른 온도의 변화는 아니다.

- 09 A는 가족생활, B는 리더제, C는 순위제이다. 리더제(B)는 개체군 내의 상호 작용에 속한다.

오답 피하기

ㄴ. C는 뿔의 크기에 따라 순위를 정함으로써 경쟁을 줄이기 위한 행동으로 순위제의 예이다.

- 10 (가)는 텃새, (나)는 사회생활, (다)는 리더제의 예이다.

오답 피하기

ㄱ. 개체군 내의 상호 작용에는 텃새, 순위제, 리더제, 사회생활 등이 있고, 군집 내 개체군 사이의 상호 작용에는 경쟁, 분서, 공생, 기생, 피식과 포식 등이 있다.

ㄴ. 리더제의 경우 리더를 제외한 나머지는 순위가 없다.

- 11 [모범 답안] (1) | ㉠의 면적을 2S라 할 때, ㉡의 면적은 S이다.

㉠에서 t_1 일 때 P의 밀도는 $\frac{200}{2S}$ 이고, ㉡에서 t_2 일 때 P의 밀도는 $\frac{100}{S}$ 으로 서로 같다.

(2) 환경 저항은 시간에 따라 증가한다.

해설 밀도는 특정 지역의 면적에 대한 개체 수이다. ㉠의 면적을 2S라 하면, ㉡의 면적은 S이다. t_1 일 때 개체 수는 200이고, t_2 일 때 개체 수는 100이므로 t_1 과 t_2 에서 밀도는 서로 같다.

서술형 Tip

개체군의 밀도 = $\frac{\text{개체군을 구성하는 개체 수}(N)}{\text{생활 공간 면적}(S)}$ 임을 이해한 후 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	정답과 풀이 과정을 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	60 %
	밀도가 같다고만 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	40 %

- 12 [모범 답안] 증가하는 요인은 ㉠(출생)과 ㉡(이입), 감소하는 요인은 ㉢(사망)과 ㉣(이출)이다.

해설 개체군 밀도의 증가 요인으로 출생, 이입이 있고, 감소 요인으로 사망, 이출이 있다.

채점 기준	배점
모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	100 %
㉠~㉣ 중 2개만 옳게 서술한 경우	50 %

03 | 군집의 특성



탐구 대표 문제

p. 222

01 ③

- 01 A종이 B종보다 개체 수가 적고, B종은 A종보다 더 많은 지역에서 발견된다.

오답 피하기

ㄴ. 우점종은 B종이다.

문제 속 자료 식물 군집의 조사

구분	밀도 (개체 수 / m ²)	빈도 (출현 칸 / 25)	피도 (m ² /m ²)	상대 밀도 (%)	상대 빈도 (%)	상대 피도 (%)
A 종	$\frac{2}{1}=2$	$\frac{2}{25}=0.08$	$0.04 \times 2 = 0.08$	$\frac{2}{10} \times 100 = 20$	$\frac{0.08}{0.4} \times 100 = 20$	$\frac{0.08}{0.4} \times 100 = 20$
B 종	$\frac{8}{1}=8$	$\frac{8}{25}=0.32$	$0.04 \times 8 = 0.32$	$\frac{8}{10} \times 100 = 80$	$\frac{0.32}{0.4} \times 100 = 80$	$\frac{0.32}{0.4} \times 100 = 80$

- 우점종은 중요치가 가장 높은 종이다.
- 중요치(%) = 상대 밀도 + 상대 빈도 + 상대 피도이다.
- A종의 중요치는 60, B종의 중요치는 240로 B종이 우점종이다.

기초 탄탄 문제

p. 226

- 01 ① 02 ④ 03 ② 04 ③ 05 ②

- 01 두 종이 함께 서식할 때 경쟁에서 이긴 종이 살아남고, 진 종이 사라지는 것은 경쟁배타 원리가 적용되는 종간 경쟁이다.

오답 피하기

②는 분서, ③은 상리 공생, ④는 편리 공생, ⑤는 포식과 피식을 나타낸 것이다.

- 02 (가)는 눈신토끼와 스라소니 사이에 일어나는 포식과 피식의 예이다. (나)는 은어와 피라미가 같은 하천에 살면서 서로 다른 먹이를 먹는 분서의 예이다. (다)는 아우렐리아와 카우다툼을 함께 배양하면 아우렐리아만 살아남는 종간 경쟁의 예이다.

- 03 군집을 구성하는 개체군이 먹이 사슬에서 차지하고 있는 위치를 먹이 지위라 하고, 개체군이 차지하는 서식 공간을 공간 지위라고 한다. 먹이 지위와 공간 지위를 합쳐서 생태적 지위라고 한다. 분서는 생태적 지위가 비슷한 두 개체군이 서식지나 먹이의 종류 등을 달리하여 경쟁을 피하는 현상이다.

- 04 군집에서 중요치는 상대 밀도와 상대 빈도, 상대 피도를 합한 것으로 중요치가 가장 큰 종이 우점종이다. 핵심종은 개체 수는 작지만 군집의 구조를 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

오답 피하기

C. 상대 밀도(%) = $\frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{조사한 모든 종의 밀도의 합}} \times 100$ 이므로 군집에서 밀도가 가장 높은 종은 상대 밀도도 가장 높다.

- 05 건성 천이 과정은 척박한 땅 → 지의류 → 초본류(㉠) → 관목림 → 양수림(㉡) → 혼합림 → 음수림(㉢) 으로 진행된다.

내신 만점 문제

pp. 227~229

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

12~13 해설 참조



- 01 나. 군집은 여러 종으로 구성되고, 종들 사이에 먹고 먹히는 관계가 형성되어 먹이 사슬 관계가 존재한다.

다. 먹이 그물에서 1차 소비자를 통해 에너지를 얻는 동물을 2차 소비자라 한다.

오답 피하기

ㄱ. 개체가 모여 개체군이, 여러 개체군이 모여 군집이 된다.

- 02 ㄱ. 유기물은 A → C → G와 B → E → G로 이동하므로 G는 A와 B로부터 에너지를 얻는다.

나. A가 사라지면 적어도 세 종인 C, F, D가 사라진다.

다. (가)는 2차 소비자, (나)는 1차 소비자, (다)는 생산자이다. (다)는 광합성을 할 수 있는 식물로 구성된 생산자로 스스로 유기물을 합성할 수 있다.

- 03 (가)는 먹이 그물, (나)는 먹이 사슬로, 먹이 관계가 복잡하고 다양한 생물이 존재하는 (가)의 생태계가 (나)보다 안정된 생태계이다. (나)에서 풀이 사라지면, 메뚜기가 사라지고, 메뚜기가 사라지면 뱀이 사라진다. 결국 풀이 사라지면 먹이 사슬 관계에 있는 뱀도 사라진다.

오답 피하기

나. (가)에는 생산자인 풀, 소비자인 메뚜기, 개구리 등이 있지만 분해자에 해당하는 버섯, 세균 등은 없다.

- 04 ㉠은 침엽수림, ㉡은 혼합림, ㉢은 낙엽 활엽수림이다. 침엽수는 양수이므로 ㉠~㉢ 중 양수가 우점종인 곳은 ㉠(침엽수림)이다. ㉡(혼합림)에서는 침엽수와 활엽수가 같이 존재한다. 자료는 군집의 수직 분포로 특정 지역에서 고도가 높아질 때 온도가 낮아지면서 나타나는 식물 군집의 분포이다.

- 05 광합성 과정에서는 O₂를 방출하고, CO₂를 흡수한다. 세포 호흡에서는 O₂를 흡수하고, CO₂를 방출한다. 10 m 아래로 내려갈수록 ㉠(CO₂) 농도가 증가하고, ㉡(O₂) 농도가 감소하므로 광합성보다 호흡과 분해 작용이 우세하게 일어남을 알 수 있다.

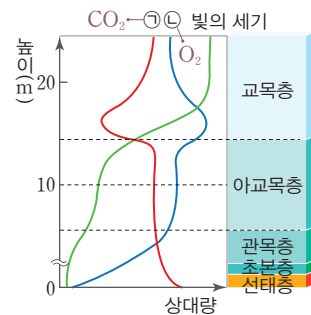
오답 피하기

ㄱ. 교목층에는 광합성이 활발하여 O₂가 발생하여 증가하고, CO₂가 흡수되어 감소한다. 지표층에서는 광합성보다 세포 호흡이 활발하여 CO₂가 증가하므로 ㉠은 CO₂이고, ㉡은 O₂이다.

나. 빛의 세기는 교목층에서가 아교목층에서보다 강하고, ㉠(CO₂) 농도가 감소하는 것으로 보아 광합성은 교목층에서가 아교목층에서보다 활발하다.

문제 속 자료

군집의 층상 구조의 특징



- 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층은 광합성층에 해당한다.
- 아래로 갈수록 도달하는 빛의 양이 감소하므로 위쪽에는 양엽이 발달하고, 아래쪽은 음엽이 발달한다.
- 교목층에서 CO₂ 양이 감소하고, O₂ 양이 증가하는 것은 광합성이 활발하기 때문이다.
- 초본층에서 CO₂ 양이 증가하고, O₂ 양이 감소하는 것은 초본층에 서식하는 곤충과 토양 미생물의 호흡 작용이 활발하기 때문이다.

- 06 밀도는 서식 면적에 대한 개체 수이다. 방형구에서 A종의 개체 수는 3, B종의 개체 수는 7, C종의 개체 수는 8이다. 따라서 B종의 밀도는 7/m²이다. A종의 빈도는 3, B종의 빈도는 3으로 A종과 B종의 빈도는 서로 같다.

오답 피하기

나. A~C종 1개가 차지하는 면적은 같으므로 피도가 가장 높은 종은 개체 수가 가장 많은 C이다.

- 07 ㄱ. 구간 I에서 A종과 B종 모두 개체 수의 증가가 없으므로 환경 저항이 작용했음을 알 수 있다.

다. A종과 B종을 함께 배양했을 때 B종이 사라지는 경쟁배타가 일어났으므로 A종과 B종은 환경 조건 X에서 생태적 지위가 겹침을 알 수 있다.

오답 피하기

나. 구간 II에서 B종의 개체 수는 감소하므로 출생률보다 사망률이 높고 $\frac{\text{출생률}}{\text{사망률}}$ 은 1보다 작다.

- 08 상리 공생에서 두 종은 모두 이익을 얻고, 기생에서 한 종은 이익, 한 종은 손해이다. 편리 공생에서 한 종은 이익이고, 다른 한 종은 아무런 영향이 없다. 따라서 A는 편리 공생, B는 기생, C는 상리 공생이고, ㉠은 '이익', ㉡은 '손해'이다.

오답 피하기

ㄷ. 콩과식물과 뿌리혹박테리아는 서로 이익을 얻으므로 상리 공생인 C의 관계이다.

- 09** 한 종은 이익, 다른 한 종은 손해를 보는 ㉠은 기생이고, 두 종 모두 이익을 얻는 ㉡은 상리 공생이며, ㉢은 중간 경쟁이다. 기생이 아니며 한 종은 이익, 다른 한 종은 손해를 보는 ㉢은 포식과 피식이다. 눈신토끼와 스라소니의 관계는 ㉢(포식과 피식)에 해당한다. 생태적 지위가 일치하는 두 종을 함께 배양하면 중간 경쟁인 ㉢이 일어난다. 벌이 꽃의 꿀을 얻고 꽃의 수분을 도와주는 것은 두 종 모두 이익을 얻는 상리 공생(㉡)의 예이다.

- 10** ㄷ. 건성 천이 과정과 습성 천이 과정 모두 극상일 때 우점종은 음수이다.

오답 피하기

ㄱ. 극상은 천이의 후기에 나타나며 안정된 군집을 이룬 상태이다.

ㄴ. 식물 군집의 천이 과정에서 극상일 때 우점종은 음수림이다. 혼합림은 음수림 이전에 나타나므로 극상인 음수림 이후에 혼합림이 나타나는 것은 아니다.

- 11** 과정 I에서 지의류 → 초본류(초원) → 관목림 → 양수림 단계가 진행되므로 목본 식물이 등장한다. 과정 II에서 양수림 → 음수림 단계가 진행되고, 이때 가장 큰 영향을 준 환경 요인은 빛의 세기이다. 숲이 형성될수록 지표면에 도달하는 빛의 세기는 약해지고, 빛이 약한 조건에서는 음수가 양수보다 더 잘 자란다.

오답 피하기

ㄱ. 자료는 화산 활동으로 생성된 대지에 지의류가 개척자로 들어온 1차 천이 과정이다. 2차 천이 과정의 개척자는 초본류이다.

- 12 [모범 답안]** (1) 밀도는 서식 면적에 대한 특정 종의 개체 수이다. (가)에서 진달래의 밀도는 $5/m^2$, 민들레의 밀도는 $4/m^2$, 개망초의 밀도는 $11/m^2$ 이다.

(2) ㉠: 5, ㉡: 0.12, ㉢: 20.0, ㉣: 7, ㉤: 36.4

서술형 Tip

군집의 조사 방법과 밀도, 빈도, 피도, 상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도에 대한 개념을 미리 정리해 두고 서술한다.

채점 기준		배점
(1)	진달래, 민들레, 개망초의 밀도를 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	진달래, 민들레, 개망초 중 2종의 밀도만 옳게 쓴 경우	25 %
(2)	㉠~㉤ 모두 옳게 쓴 경우	50 %
	㉠~㉤ 중 3개만 옳게 쓴 경우	25 %

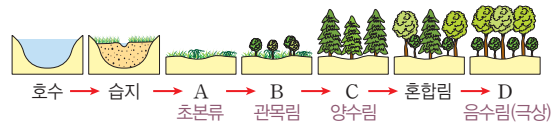
- 13 [모범 답안]** (1) 습성 천이이다. A는 초본류, B는 관목림, C는 양수림, D는 음수림이다.

(2) 음수림인 D 단계에서 극상을 이룬다.

해설 습성 천이 과정은 호수 → 습지 → 초원 → 관목 → 양수림 → 혼합림 → 음수림 단계를 거친다.

채점 기준		배점
(1)	습성 천이와 A~D를 모두 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	70 %

문제 속 자료 군집의 천이



- 1차 천이: 토양이 없는 불모지에서 시작되며, 건성 천이와 습성 천이가 있다.
- 건성 천이: 지의류(개척자) → 이끼류 → 초본류 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)의 단계를 거친다.
- 습성 천이: 호수(빈영양호 → 부영양호) → 습지(습원) → 초본류 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)의 단계를 거친다.

04 | 에너지 흐름과 물질 순환

기초 탄탄 문제

p. 235

01 ⑤ 02 ① 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ③

01 오답 피하기

⑤ 태양의 빛에너지가 화학 에너지 형태로 전환되어 저장된 유기물의 총량이 총생산량이다. 총생산량에서 호흡량을 제외한 나머지 부분을 순생산량이라고 한다.

- 02** 에너지 효율(%)은 $\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$ 이다. 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{39}{441} \times 100 \approx 8.84$ (%)이다.

오답 피하기

- ② 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소하고 에너지 효율은 증가한다.
- ③, ⑤ 생태계 내로 유입된 에너지는 순환하지 않고 먹이 사슬을 따라 한 방향으로만 흐른다.
- ④ 각 영양 단계의 에너지량은 생태계의 종류에 따라 다르다.

03 오답 피하기

⑤ 피식량, 고사량, 낙엽량, 생장량을 합한 값이 순생산량이다.

04 오답 피하기

㉓ 대기 중의 탄소는 광합성을 통해 생산자에게로 들어가고, 유기물 형태로 먹이 사슬을 따라 소비자 쪽으로 이동한다. 소비자 쪽으로 이동한 탄소 중 일부는 호흡을 통해 대기로 방출되고, 나머지는 분해자에 의해 분해되거나 퇴적되어 화석 연료가 된다. 그러므로 생산자에서 소비자 쪽으로 이동하는 탄소의 양이 소비자에서 분해자 쪽으로 이동하는 탄소의 양보다 더 많다.

05 A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다. 2차 소비자인 B의 개체 수가 일시적으로 증가하면 3차 소비자인 A의 개체 수도 증가하게 된다. 그러나 B에게 많이 잡아먹히는 C의 개체 수는 감소하게 되며, C의 개체 수가 감소하면 C의 피식자인 D는 개체 수가 증가하게 된다.

오답 피하기

㉓ 하위 영양 단계의 생물은 상위 영양 단계의 생물에게 잡아먹히므로 상위 영양 단계 생물의 개체 수가 증가하면 하위 영양 단계 생물의 개체 수는 감소하게 된다. 반면, 하위 영양 단계 생물의 개체 수가 증가하면 포식자인 상위 영양 단계 생물의 개체 수도 증가하게 된다.

내신 만점 문제

pp. 236~239

- 01 ① 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ③ 05 ③ 06 ①
07 ① 08 ④ 09 ④ 10 ③ 11 ① 12 ②
13 ③ 14 ⑤ 15 ⑤ 16~18 해설 참조



01 ㄱ. A는 태양으로부터 30만큼의 에너지를 받고, 이중 9는 열 에너지로 소비하고, 9는 유기물(사체·배설물)로 소비한다. 따라서 A에서 B로 이동하는 에너지량은 $30 - 9 - 9 = 12$ 이다.

오답 피하기

ㄴ. A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다. A가 가진 에너지량은 30, B가 가진 에너지량은 $30 - 9 - 9 = 12$ 이고, C가 가진 에너지량은 $12 - 4 - 6 = 2$ 이다. C의 에너지 효율은 $\frac{\text{현 영양 단계의 에너지량}}{\text{전 영양 단계의 에너지량}} \times 100$ 이므로 $\frac{2}{12} \times 100\% = \frac{1}{6}$ 이다.
ㄷ. 분해자로 이동한 에너지량은 16이고, 열에너지로 방출되는 에너지량은 16이다. 또한 안정된 생태계에서 생물 요인으로 투입된 에너지량이 30이고, 생물 요인에서 방출된 에너지량도 30이 되어야 하므로 $30 - 9 - 4 - 1 = 16$ 으로 이 16은 분해자에서 방출된 열에너지이다.

02 A는 분해자, B는 생산자, C는 소비자이다. A(분해자)는 동·식물의 사체나 배설물을 분해한다. C(소비자)는 스스로 양분을 합성할 수 없고 B(생산자)를 통해 에너지를 얻는다. 1차 소비자가 외부에서 유입되면 C의 개체 수가 증가하고, C의 먹이인 B의 개체 수가 감소하게 된다.

03 에너지 피라미드에서 가장 아래쪽에 위치한 생물 요인은 생산자이므로 (가)는 생산자이다. 에너지량은 상위 영양 단계로 갈수록 $1000 \rightarrow 100 \rightarrow 20 \rightarrow 4$ 로 적어진다. 1차 소비자의 에너지 효율은 10 %이고, 2차 소비자의 에너지 효율은 20 %로, 1차 소비자의 에너지 효율이 2차 소비자의 에너지 효율보다 작다.

04 D는 생산자, C는 1차 소비자, B는 2차 소비자, A는 3차 소비자이며 최종 소비자이다. D는 생산자로 광합성을 통해 유기물을 합성한다.

오답 피하기

ㄷ. B의 개체 수가 일시적으로 증가하면 C의 개체 수는 일시적으로 감소한다.

05 안정된 생태계에서 영양 단계가 높아질수록 생물량은 감소하므로 영양 단계는 B(생산자) \rightarrow D(1차 소비자) \rightarrow C(2차 소비자) \rightarrow A(3차 소비자) \rightarrow E(4차 소비자)이다. A는 3차 소비자로서 스스로 양분을 합성할 수 없고, 종속 영양을 한다.

오답 피하기

ㄷ. 이 생태계에서 먹이 사슬을 통한 유기물의 이동은 B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow E를 거친다.

문제 속 자료 생태계 내의 에너지 흐름

영양 단계	생물량(상댓값)	에너지량(상댓값)	에너지 효율(%)
B \rightarrow 생산자	800	2000	1
D \rightarrow 1차 소비자	50	200	㉠ = 10
C \rightarrow 2차 소비자	10	30	15
A \rightarrow 3차 소비자	2	5	16.7
E \rightarrow 4차 소비자	0.7	㉡ = 1	20

• ㉠ + ㉡ = 10 + 1 = 11이다.

06 ㄴ. ㉠(총생산량)은 광합성을 통해 생성된 유기물의 총량이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 총생산량, ㉡은 순생산량, ㉢은 생장량이다. 식물 군집의 호흡량은 총생산량에서 순생산량을 뺀 값이다. (㉠ - ㉡)

ㄷ. ㉢(생장량)은 순생산량에서 피식량, 고사량, 낙엽량을 모두 제외한 유기물의 양이다.

07 ㄱ. 식물 군집 I에서 호흡량은 생산자인 식물의 호흡량이다.

오답 피하기

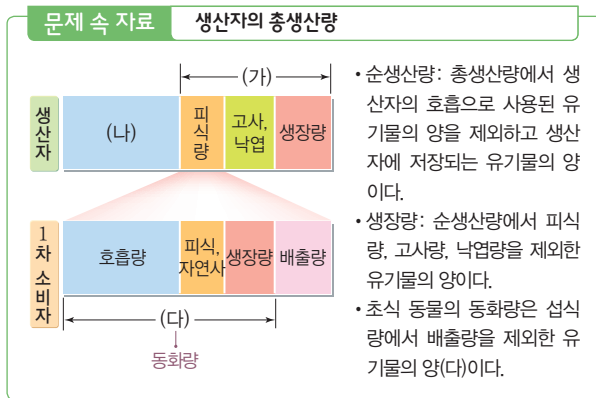
ㄴ. 식물 군집의 물질량에서 1차 소비자로 이동하는 물질량은 피식량이다. 총생산량은 II에서가 I과 III의 2배이므로 비율이 10 %이더라도 피식량은 가장 많다. 따라서 1차 소비자로 이동하는 물질량은 피식량이 가장 큰 II에서 가장 크다.

ㄷ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이다. I 과 III의 총생산량은 같고, 호흡량은 I 에서가 III에서보다 작으므로 순생산량은 I 에서가 III에서보다 크다.

- 08** ㄱ. 총생산량은 생산자에서 광합성을 통해 합성된 유기물의 총량이고, 표의 생산자에서 총생산량은 (가)+(나)이다. 1차 소비자의 동화량은 섭식량에서 배출량을 제외한 유기물의 양으로 호흡량+피식량+생장량인 (다)이다.

오답 피하기

ㄴ. (나)는 호흡량으로 생산자가 호흡에 의해 사용한 유기물의 양이다. 생산자에서 다음 영양 단계로 이동하는 유기물의 양은 표에서 “?”로 되어 있는 피식량이다.



- 09** A는 총생산량, B는 호흡량이다. 2차 소비자의 생장량은 총생산량인 A에 포함된다. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 제외한 값으로 그래프에서 A와 B의 차이에 해당한다. A와 B의 차이는 구간 I에서가 구간 II에서보다 크므로 순생산량도 구간 I에서가 구간 II에서보다 크다.

오답 피하기

ㄱ. 생산자의 에너지 효율은 1%, 1차 소비자의 에너지 효율은 10%, 2차 소비자의 에너지 효율은 20%이다. 1차 소비자의 에너지 효율은 생산자의 에너지 효율의 10배이다.

- 10** A는 생산자, B는 소비자이다. A는 빛에너지를 이용하여 대기 중의 CO₂로부터 유기물을 합성하는 광합성과 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 호흡이 모두 일어난다. A(생산자)에서 B(소비자)로 탄소는 유기물 형태로 이동한다.

오답 피하기

ㄴ. (가)는 화석 연료의 연소 과정이고, (나)는 호흡 과정이다.

- 11** ㄱ. ㉠은 질소 고정, ㉡은 질산화 작용, ㉢은 질소 유기물 이동 과정이다. 질소 고정 세균은 질소 고정 과정인 ㉠에 관여한다.

오답 피하기

ㄴ. ㉡은 질산화 작용이다. 탈질산화 작용은 NO₃⁻ → N₂로 진행되는 과정이다.

ㄷ. ㉢에서 질소는 질소 동화 작용으로 형성된 유기물의 형태로 이동한다.

- 12** ㉠은 N₂, ㉡은 NH₄⁺, ㉢은 NO₃⁻이다. (나)는 ㉡(NH₄⁺)가 ㉢(NO₃⁻)로 되는 질산화 작용으로 질산화 세균이 관여한다.

오답 피하기

ㄱ. 대기 중의 질소가 세균에 의해 전환된 후 생산자로 이동하는 과정은 (가)이고, (가)에서 ㉠은 N₂, ㉡은 NH₄⁺임을 알 수 있다. 따라서 나머지 ㉢은 NO₃⁻이다. 식물은 ㉠(N₂)을 흡수할 수 없고, ㉡(NH₄⁺)과 ㉢(NO₃⁻)을 흡수할 수 있다.

ㄷ. 공중 방전에 의해 ㉠(N₂)가 ㉢(NO₃⁻)로 된다.

- 13** 인간의 간접은 생태계 파괴 원인 중 하나이다.

- 14** 경로 A는 생태계의 구성 요소 사이를 순환하지 않고 일방적으로 흐르므로 에너지 이동 경로이고, 경로 B는 물질의 순환 경로이다. 에너지는 한 방향으로 흐르고 각 영양 단계에서 호흡이나 사체·배설물로 소비되고 남은 에너지가 다음 영양 단계로 이동하므로 (가)에서 이동하는 에너지량은 (나)에서 이동하는 에너지량보다 크다. 생태계에서 대기 중 이산화 탄소는 순환 경로인 경로 B를 따라 이동한다.

- 15** 1910년대 후반 증가한 사슴이 초원의 풀을 먹어 치워 먹이 부족으로 1920년대 초반에 사슴 수가 급격히 감소한다.

- 16 [모범 답안]** (1) (나)

(2) (가)는 10%, (나)는 10%, (다)는 20%이다.

해설 사람의 에너지 효율은 (가)에서 $\frac{15}{150}$ 이고, (나)는 $\frac{100}{1000}$, (다)는 $\frac{4}{20}$ 이다.

	채점 기준	배점
(1)	(나)를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	70 %

- 17 [모범 답안]** (1) ㉠은 생산자, ㉡은 소비자, ㉢은 분해자이다.

(2) (다), 질소 고정 과정은 대기 중 질소가 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH₄⁺)으로 고정되는 과정이다.

해설 ㉠은 암모늄 이온과 질산 이온을 흡수하는 생산자, ㉡은 생산자로부터 유기물 형태의 질소를 공급받는 소비자, ㉢은 분해자이다.

	채점 기준	배점
(1)	㉠~㉢을 모두 옳게 서술한 경우	40 %
(2)	과정과 세균을 모두 옳게 서술한 경우	60 %

- 18 [모범 답안]** 1차 소비자의 증가로 인해 2차 소비자의 개체 수가 증가한다.

	채점 기준	배점
	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	100 %
	2차 소비자의 개체 수가 증가한다고만 쓴 경우	30 %

단원 마무리하기

pp. 241 ~ 243



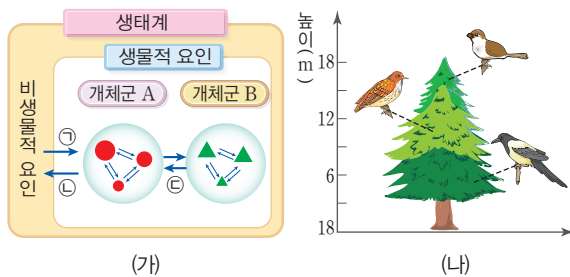
- 01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ④ 05 ① 06 ③
07 해설 참조 08 ② 09 ③ 10 ⑤ 11 ①
12 ①

- 01 위도에 따른 온도와 강수량 차이에 의해 군집의 분포가 달라지는 것은 환경이 생물에 영향을 미치는 ㉠(작용)에 해당한다. 서로 다른 종이 경쟁을 피하기 위해 일정 면적을 차지하고 생활하는 것은 군집 내 상호 작용 중 분서에 해당한다. 분서는 군집 내 개체군 사이의 상호 작용으로 ㉡에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠은 환경이 생물에 영향을 미치는 작용, ㉡은 생물이 환경에 영향을 미치는 반작용, ㉢은 생물끼리 서로 영향을 미치는 상호 작용이다.

문제 속 자료 생태계 구성 요소 간의 관계



- 작용(㉠): 비생물적 요인이 생물에 영향을 미치는 것이다.
예 비옥한 토양에서 식물이 잘 자란다.
- 반작용(㉡): 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이다.
예 숲이 우거질수록 숲 속은 어둡고 습해진다.
- 상호 작용: 생물들끼리 서로 영향을 주고받는 것이다. ㉢은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용이다.
예 외래종인 배스의 개체 수 증가로 토종 어류의 개체 수가 감소한다.

- 02 A는 생산자, B와 D는 소비자, C는 분해자이다. 토끼풀은 생산자인 A에 해당한다. B는 1차 소비자, D는 2차 소비자이다. B에서 D로 물질의 이동은 유기물 형태로 일어난다. C는 생물의 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻는 분해자이다.

- 03 ㄷ. 암기의 길이에 따른 A와 B의 개화 정도 차이는 생태계 구성 요소 관계 중 작용에 해당한다.

오답 피하기

ㄱ. A는 암기의 길이가 짧을수록 개화가 잘 되는 장일 식물이다.
ㄴ. B는 암기의 길이가 길수록 개화가 잘 되는 단일 식물이다.

- 04 ㄱ. 개체 수 증가율은 구간 I과 구간 II에서 기울기와 같다. A의 구간 I에서 기울기는 B의 구간 II에서 기울기보다 작으므로 A의 구간 I은 B의 구간 II보다 개체 수 증가율이 낮다.
ㄷ. B에서 개체 간의 경쟁은 개체 수가 많은 III에서 더 하다.

오답 피하기

ㄴ. A는 이론적 성장 곡선으로 환경 저항을 고려하지 않았을 때 이론적으로 증가하는 개체 수를 나타낸 것이다. A의 t_1 과 t_2 에서 환경 저항은 없다.

- 05 ㄱ. 자손의 수가 많고, 초기 사망률이 높은 곡선은 III형 생존 곡선을 나타낸다.

오답 피하기

ㄴ. 생존 초기의 사망률은 생존 개체 수가 많은 II형에서가 III형에서보다 낮다.
ㄷ. I형 생존 곡선을 나타내는 생물은 출생 직후 부모의 도움을 받아 사망률이 낮고, 후기에 사망률이 높아진다.

- 06 A와 B는 생태적 지위가 일부 일치하므로 중간 경쟁이 일어날 수도 있다. 따라서 ㉠은 단독 배양했을 때이고, ㉡은 혼합 배양했을 때이다. ㉢의 A와 B 혼합 배양 조건에서 A와 B는 경쟁을 한다. 구간 I에서 개체 수 증가 기울기는 ㉠(A와 B 단독 배양)일 때가 ㉡(A와 B 혼합 배양)일 때보다 크므로 개체 수 증가율은 단독 배양할 때가 혼합 배양할 때보다 크다.

오답 피하기

ㄴ. 구간 II에서 개체 수의 증가가 없으므로 환경 저항은 존재한다.

- 07 [모범 답안] (1) 중간 경쟁 (2) 중 ㉠과 ㉡ 모두 이익을 얻었으므로, 상리 공생인 ㉢이다.

해설

중간 경쟁에서는 두 종 모두 손해를 보고, 기생에서는 한 종은 이익, 다른 한 종은 손해를 보며, 상리 공생에서는 두 종 모두 이익을 본다. 따라서 ㉠은 기생이고, ㉡은 경쟁, ㉢은 상리 공생이다.

서술형 Tip

군집 내 개체군 사이의 상호 작용에는 경쟁, 분서, 기생, 포식과 피식, 공생이 있음을 이해하고 각 개념을 정확히 이해하고 서술한다.

채점 기준	배점
(1) 중간 경쟁이라고 옳게 쓴 경우	30 %
(2) 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	70 %

- 08 (가)는 교목층, (나)는 아교목층, (다)는 지표층이다. (다)는 선대 식물이 존재한다. 식물 군집의 층상 구조는 동물 군집에 다양한 서식 환경을 제공하므로 동물 군집도 생활 조건에 따라 층을 형성하게 된다.

오답 피하기

ㄱ. (가)는 교목층, (나)는 아교목층이다.
ㄷ. (다)에는 빛이 적게 도달하며 생산자로 이끼류가 존재한다.

- 09 ㄱ. (가) 과정에서 양수림 → 혼합림 → 음수림이 나타나고 이 때 영향을 미치는 환경 요인으로 빛이 있다.
 ㄴ. (나)는 산불이 일어난 후 일어나는 2차 천이 과정이다.

오답 피하기

ㄷ. A 단계에서는 2차 천이 과정의 개척자 생물인 초본류가 우점종으로 나타난다. 지의류는 1차 천이 과정의 개척자이다.

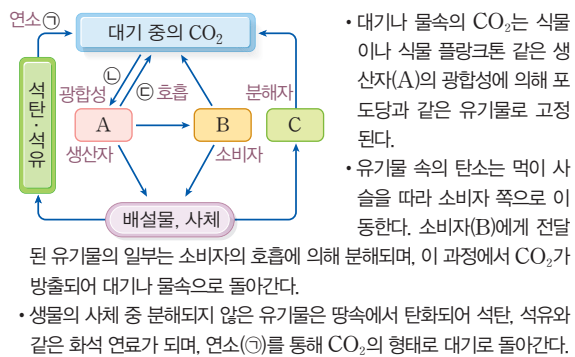
- 10 안정된 생태계에서 생물 요소로 유입된 에너지의 크기는 생물 요소에서 방출된 에너지의 크기와 같다. 따라서 $E_1 = E_7 + E_8 + E_9 + E_{10}$ 이다. 생물 요소 사이에서 에너지는 유기물 형태로 이동한다. $E_2 \sim E_6$ 은 유기물 형태로 1차 소비자, 2차 소비자, 분해자에게 전달된다. 에너지 효율은 전 단계가 가진 에너지에 대한 현 단계가 가진 에너지의 비율이므로 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{E_2}{E_1} \times 100\%$ 이다.

- 11 A는 생산자, B는 소비자, C는 분해자이다. ㉠은 연소 과정이고, ㉡은 호흡 과정이다. ㉢은 산화 작용이다. ㉣ 과정은 광합성 과정으로 광합성이 일어날 때 빛에너지가 필요하다.

오답 피하기

ㄷ. 곰팡이는 배설물이나 사체를 분해하므로 분해자(C)에 속한다.

문제 속 자료 탄소의 순환



- 12 A는 2차 소비자, B는 생산자이다. (나)는 생산자의 물질 생산과 소비를 나타낸 것이며, ㉠은 총생산량, ㉡은 호흡량, ㉢은 피식량이다. 생산자의 피식량은 1차 소비자의 섭식량에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 1차 소비자가 증가하면 생산자는 감소하므로 생산자의 총생산량과 호흡량은 감소하나 피식량은 증가한다.
 ㄷ. ㉡은 호흡량이다.

2. 생물 다양성과 보전

01 | 생물 다양성의 중요성



탐구 대표 문제

p. 246

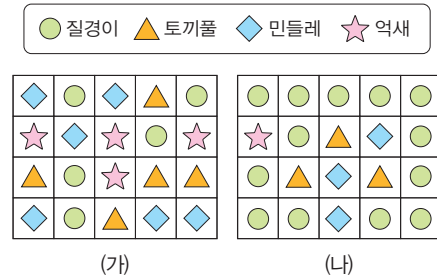
01 ③

- 01 (가)와 (나)에 서식하는 식물 종 수는 모두 4종이다. 종의 수가 많고, 각 종이 균등하게 분포한 지역일수록 종 다양성이 높다.

오답 피하기

ㄴ. (가) 지역에서 질경이는 5, 토끼풀은 5, 민들레는 6, 억새는 4개체이므로 각 종의 분포 비율은 모두 동일하지 않다.

문제 속 자료 종 다양성 비교



- (가): 질경이는 5개체, 토끼풀은 5개체, 민들레는 6개체, 억새는 4개체
- (나): 질경이는 13개체, 토끼풀은 3개체, 민들레는 3개체, 억새는 1개체
- (가) 지역이 (나) 지역보다 종 다양성이 높다.

기초 탄탄 문제

p. 247

01 ② 02 ② 03 ① 04 ③ 05 ⑤

- 01 생물 다양성은 생태계의 기능과 평형 유지에 중요한 역할을 한다.

오답 피하기

- ① 돌연변이는 유전적 다양성을 높이는 요인 중 하나이다.
- ③ 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하게 형성되어 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.
- ④ 두 생태계가 인접한 지역은 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물종들이 출현하기 때문에 종 다양성이 높다.
- ⑤ 종 다양성은 종의 수가 많고, 각 종의 분포가 균등할수록 높다.

- 02 A는 각 종의 유전적 다양성, B는 군집 내의 종 다양성, C는 생태계 다양성을 나타낸 것이다.

- 03 개체군 사이의 유전적 변이는 종 분화와 같은 진화의 원동력으로 작용하므로 종 다양성 증가의 요인이 된다.

오답 피하기

- ② 생물과 비생물의 다양성을 모두 포함하는 다양성은 생태계 다양성이다.

- ③ 유전적 다양성이 낮은 종은 멸종될 가능성이 높다.
 ④ 서식지 환경 특성과 같은 비생물적 요인과 관련이 깊은 다양성은 생태계 다양성이다.
 ⑤ 한 지역에 사는 생물종의 다양한 정도와 각 종의 개체 수가 균등한 정도는 종 다양성과 관련이 있다.

04 서식하는 종의 수와 종의 분포 비율을 고려하여 판단하는 것은 종 다양성, 생태계의 종류에 따라 서식지의 환경 특성과 생물의 종류, 생물의 상호 작용이 다양하게 나타나는 것은 생태계 다양성, 환경 변화에 대한 개체군의 적응과 생존에 영향을 미치는 것은 유전적 다양성이다.

05 오답 피하기

⑤ 포식자가 없는 최상위 단계의 외래종을 도입하면 하위 영양 단계의 자생 생물을 마구 잡아먹어 생태계 교란이 일어날 수 있다. 이로 인해 생물종 수가 감소하면 종 다양성은 낮아진다.

내신 만점 문제

pp. 248~249

01 ① 02 ③ 03 ② 04 ② 05 ① 06 ⑤

07~08 해설 참조



01 (가)는 생태계 다양성, (나)는 유전적 다양성, (다)는 종 다양성이다. 생태계 다양성은 생물적 요인과 비생물적 요인의 다양성을 포함한다.

오답 피하기

ㄴ. 유전적 다양성은 한 개체군에서 개체 사이의 유전적 변이와 같은 종의 여러 개체군 사이에서의 유전적 변이를 모두 포함한다.
 ㄷ. 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하게 형성되어 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않는다.

02 무당벌레 개체군의 개체들의 반점 무늬가 다양한 것은 유전적 다양성에 해당한다. 유전적 다양성이 높으면 환경 변화에 적응할 가능성이 높아진다.

오답 피하기

ㄴ. 유전적 다양성은 돌연변이 등에 의한 유전자 변이에 의해 나타나는 것이므로 모든 생물에게서 나타난다.

03 (가)는 종 다양성, (나)는 생태계 다양성이다. 인접 지역에 다양한 생태계가 존재할수록 각 생태계의 특성을 모두 나타내는 독특한 생태계가 형성되어 종 다양성이 높게 나타난다.

오답 피하기

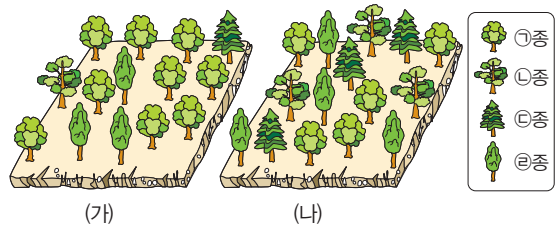
ㄱ. 지구상의 생물종은 지역에 따라 다르게 분포하므로 종 다양성은 지역에 따라 높은 지역도 있고, 낮은 지역도 있다.
 ㄴ. 단일 품종을 재배하면 종 다양성이 낮아진다.

04 (가)와 (나)는 모두 ㉠~㉣ 4종이 분포하여 종의 수가 같다. 종의 분포를 보면 (나)가 (가)보다 더 고르게 분포하고 있으므로 종 다양성은 (나)가 (가)보다 높다.

오답 피하기

ㄱ. 군집 (가)에 서식하는 종의 수와 (나)에 서식하는 종의 수는 모두 4종으로 동일하다.
 ㄴ. 군집 (가)에 서식하는 총 개체 수는 14, (나)에서 서식하는 총 개체 수는 15이다. (가)에서의 ㉢종의 분포 비율은 $\frac{3}{14} \times 100 \approx 21.4\%$ 이고, (나)에서의 ㉢종의 분포 비율은 $\frac{4}{15} \times 100 = 26.6\%$ 이므로 ㉢종의 분포 비율은 (나)가 (가)보다 크다.

문제 속 자료 종 다양성



- (가): ㉠종 9개체, ㉡종 1개체, ㉢종 1개체, ㉣종 3개체
- (나): ㉠종 5개체, ㉡종 3개체, ㉢종 3개체, ㉣종 4개체
- (가)보다 (나)의 종 다양성이 더 높다.

05 먹이 사슬이 더 복잡한 (나) 생태계가 (가) 생태계보다 종 다양성이 높다.

오답 피하기

ㄴ. 복잡한 생태계(나)가 생태계 평형이 잘 유지된다.
 ㄷ. 개구리가 멸종될 경우 (가)에서는 뱀이 사라질 수 있지만, (나)에서는 쥐로 개구리를 대체하여 뱀이 멸종되지 않는다.

06 종 풍부도가 높으면 피도가 높고, 질병 발병도와 외부에서의 종 유입이 줄어든다.

07 [모범 답안] (1) 경작지 (가)

(2) 유전적으로 다양한 품종의 감자가 있기 때문에 감자마름병이 유행해도 살아남는 품종이 많을 것이다.

서술형 Tip 유전적 다양성의 의미를 알고 서술하도록 한다.

	채점 기준	배점
(1)	(가)를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	70 %

- 08 [모범 답안]** (1) C (2) 종 다양성은 종의 수가 많고, 각 종의 분포 비율이 균등할수록 높다. 지역 (가)에 서식하는 식물 종은 6종, (나)에 서식하는 식물 종은 4종이므로 종 다양성은 (가)가 (나)보다 높다.

해설 밀도는 $\frac{\text{개체 수}}{\text{서식지 면적}}$ 로 구한다. (가)의 면적이 (나)의 2배이므로 밀도가 같은 종은 C이다.

채점 기준		배점
(1)	C를 옳게 쓴 경우	30 %
(2)	모범 답안과 같이 이유에 대해서도 정확히 서술한 경우	70 %
	종 다양성이 높은 지역만 쓴 경우	30 %

02 | 생물 다양성의 보전

기초 탄탄 문제

p. 253

01 ④ 02 ② 03 ⑤ 04 ④ 05 ④

- 01** 생물 다양성을 감소시키는 요인에는 환경 오염, 불법 포획과 남획, 지구 온난화, 서식지 파괴 등 인간의 개입으로 감소되는 경우가 많다.

오답 피하기

④ 보호 구역 지정은 생물 다양성을 보전하는 방법 중 하나이다.

- 02** 대규모의 서식지가 소규모로 분할되어 서식지 면적이 줄어드는 것을 서식지 단편화라고 한다. 대기 중의 이산화 탄소와 같은 온실 기체의 증가는 지구 온난화의 원인이다. 개체군의 크기가 회복할 수 없을 정도로 과도하게 포획하는 것을 남획이라고 한다.

- 03** 생물 다양성 감소의 가장 큰 원인은 서식지 파괴이므로 서식지를 보호하면 생물 다양성을 보전할 수 있다. 천적이 없는 외래종이 유입되면 생태계가 교란되어 생물 다양성이 감소될 수 있다. 멸종 위기종 등의 보호 대상 종을 보호하기 위한 보호 구역 설치나 종자 은행 건설은 생물 다양성 보전 방법이다.

오답 피하기

⑤ 단편화된 서식지를 생태 통로로 연결하면 생물들 사이에 유전적 교류가 일어나 생물 다양성이 보전될 수 있다.

- 04** 멸종 위기종을 보호하기 위해 다른 지역의 개체들을 이동시키거나 인공적으로 사육하여 원래 서식지로 돌려보내기도 한다.

오답 피하기

④ 생물의 서식지 면적이 넓을수록 생물 다양성이 증가하므로 생물 서식지는 단편화되지 않도록 대규모로 보호해야 한다.

05 오답 피하기

A: 포식자(천적)가 없는 외래종이 유입되면 기존에 서식하던 고유종이 위협을 받고 생태계가 교란되어 생물 다양성이 감소될 수 있으므로 외래종을 유입하기에 앞서 외래종이 생태계에 미칠 영향을 철저히 검증해야 한다.

내신 만점 문제

p. 254~255

01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ⑤ 05 ④ 06 ②

07~08 해설 참조



- 01** 서식지 단편화는 생물의 이동을 제한하여 생물들 간의 유전자 교류가 차단되게 한다. 서식지 단편화는 개체군의 크기를 감소시키고 서식지에 서식하는 생물종의 수가 줄어들게 하여 생물 다양성을 감소시킨다.

오답 피하기

ㄷ. 대규모의 서식지가 소규모로 분할되어 서식지가 단편화되면 가장자리 면적은 증가하지만 내부 면적은 크게 감소한다.

- 02** (가)는 불법 포획, (나)는 서식지 단편화이다. 개체 수 보전을 위해 포획이 금지된 종을 포획하는 것은 불법 포획이다. 생물 다양성을 감소시키는 가장 큰 원인 중 하나는 서식지 파괴이다. 그러므로 개발을 제한하고 서식지를 보호하면 생물 다양성을 보전할 수 있다. 단편화된 서식지를 생태 통로와 같은 구조물로 이어 주면 생물들 사이에 유전적 교류가 일어나 생물 다양성을 보전할 수 있다.

03 오답 피하기

ㄴ. (가)의 서식지 면적은 64 ha, (나)의 서식지 면적은 34.8 ha이므로 (가)의 면적이 (나)의 두 배를 넘지는 않는다.

ㄷ. 서식지가 분할되면 서식지의 면적이 줄어들어 종 다양성이 감소하므로 (가)보다 (나)에서 종 다양성과 생물 다양성이 더 낮게 나타난다.

- 04** 도로 건설 등으로 단편화된 서식지에 생태 통로를 설치하면 생물 다양성 보전에 도움이 된다. 또한 생태 통로는 야생 동물의 로드킬을 방지하는 데 도움이 된다.

- 05** 천적이 없는 외래종이 유입되면 외래종이 새로운 환경에 적응하면서 기존에 서식하던 고유종이 위협을 받고 생태계가 교란되어 생물 다양성이 감소될 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 원래 북아메리카 일부 지역에만 서식하였던 황소개구리가 우리나라에 유입된 것이므로 황소개구리는 외래종이다.

- 06** 멸종 위기종을 보호하기 위해 다른 지역의 개체들을 이동시키거나 인공적으로 사육하여 원래 서식지로 돌려보내기도 한다.

오답 피하기

- ㄱ. 개체군의 크기가 회복할 수 없을 정도로 과도하게 포획하는 것을 남획이라고 하고, 개체 수 보전을 위해 포획이 금지된 종을 포획하는 것을 불법 포획이라고 한다.
- ㄴ. 일부 외래종은 고유종과 조화를 이루어 생물 다양성을 높이기도 한다.

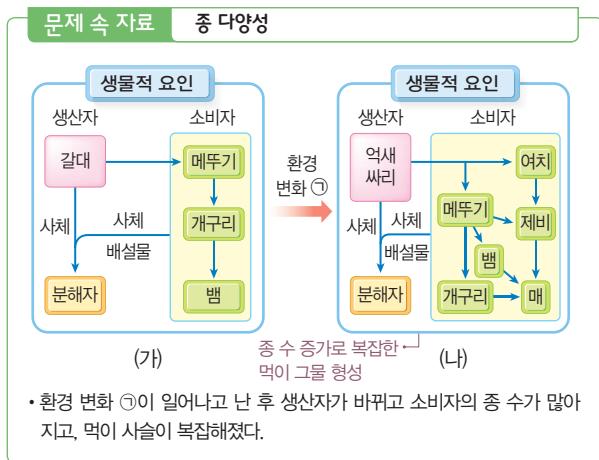
- 07 [모범 답안]** (1) 서식지가 단편화되면 가장자리의 길이와 면적은 증가하지만 내부의 면적은 절반 가까이 감소한다.
- (2) 생물종의 고립으로 유전적 다양성이 감소하고, 개체군의 크기가 감소한다.

채점 기준	배점
(1) 서식지 면적의 변화를 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	50 %
(2) 모범 답안과 같이 생물 다양성의 변화에 대해서 옳게 서술한 경우	50 %

- 08 [모범 답안]** (1) (나)

- (2) 생태계 (나)는 (가)에 비해 생물적 요인을 구성하는 생물종이 많아져 생물 다양성이 높아짐으로써 복잡한 먹이 그물을 형성하고 있으므로 (가)보다 환경 변화에 적응하는 데 유리하다.

채점 기준	배점
(1) (나)를 쓴 경우	20 %
(2) 모범 답안과 같이 옳게 서술한 경우	80 %



- 01** (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 생태계 다양성이다. 종이 다양하면 먹이 그물이 복잡하게 얽혀 있어 생태계가 안정적으로 유지된다.

오답 피하기

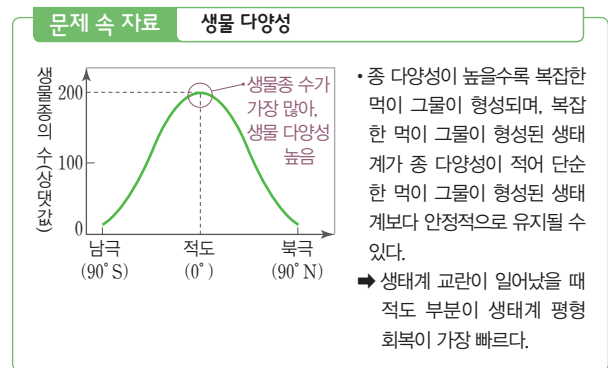
- ㄱ. 유전적 다양성(가)은 개체군을 이루는 한 종에서의 유전적으로 다양한 정도를 의미한다.
- ㄴ. 급격한 환경 변화에 맞추어 개체군을 안정적으로 유지하기 위해서는 유전적 다양성이 필요하다.

- 02** 원산지에서 섬까지의 거리가 멀수록 종의 수가 감소하고, 섬의 면적이 작을수록 종의 수가 적으므로 종 다양성이 낮다. 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정하므로 원산지로부터의 거리가 같을 때 생태계의 안정성은 섬의 면적이 10000일 때가 1000일 때보다 높다.

- 03** (가)는 유전적 다양성, (나)는 종 다양성이다. 위도에 따라 각 지역에 서식하는 생물종의 수가 다른 것은 종 다양성에 해당한다. 극지방(남극과 북극)보다 적도에서의 생물종의 수가 많으므로 적도의 종 다양성이 더 높고, 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하게 형성되어 생태계 평형이 쉽게 깨지지 않으므로 생태계가 더 안정적으로 유지된다.

오답 피하기

- ㄴ. 남극이나 북극과 같은 고위도로 갈수록 생물종의 수가 감소하므로 종 다양성은 감소한다.



- 04** 개구리가 멸종될 경우 생태계 (나)보다 (가)에 더 큰 영향을 준다.

오답 피하기

- ㄱ. 그림은 생태계 (가)와 (나)의 종 다양성을 보여준다.
- ㄴ. 개구리가 멸종되면 (가)의 경우는 개구리를 먹는 뱀이 멸종되면서 생태계가 위협받을 수 있다. 하지만 (나)의 경우는 개구리를 먹는 뱀과 매가 쥐나 메추리기도 먹으므로 생태계가 안정적으로 유지될 수 있다.

- 05** 불가사리를 제거한 B에 서식하는 생물종의 수는 감소하였으므로 종 다양성은 감소한다. B보다 A의 종 다양성이 높으므로 A의 생태계가 더 안정적으로 유지된다.

단원 마무리하기

pp. 257 ~ 259

- | | | | | | |
|------|------|----------|------|------|------|
| 01 ② | 02 ⑤ | 03 ③ | 04 ② | 05 ⑤ | 06 ① |
| 07 ④ | 08 ① | 09 해설 참조 | 10 ⑤ | 11 ③ | |
| 12 ① | 13 ③ | | | | |

ㄱ. 처음보다 8년 후 A에 서식하는 생물종의 수는 증가하였고, B에 서식하는 생물종의 수는 감소하였으므로 8년 후 종 다양성이 B보다 A에서 높다.

- 06 같은 종이라도 서로 다른 유전자를 가지고 다양한 형질을 나타내는 것은 생물 다양성 중 유전적 다양성에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 개체군 크기가 10^2 일 때보다 10^5 일 때 유전자 변이의 수가 더 많으므로 환경 변화에 대한 생존률이 높아 적응력이 높다.
 ㄷ. 유전자의 변이가 $10^3 \rightarrow 10^4$ 로 커지면 종 다양성이 높아지는 것이 아니라 동일한 종 내에서 유전적 다양성이 높아지는 것이다.

- 07 멸종 위기 식물의 종자를 보관하는 종자 은행은 생물 다양성을 보전하기 위한 방법 중 하나이다.

- 08 다양한 식물들이 고르게 분포할수록 더 많은 생물들의 서식지가 되므로 종 다양성이 증가한다.

오답 피하기

ㄴ. (나)보다 (가) 지역이 종 다양성이 높아 더 다양한 생물의 서식지가 될 수 있다.
 ㄷ. 종 다양성은 종 풍부도와 종 균등도를 포함하고 있다. (가)가 (나)보다 종의 수가 많고, 여러 종의 식물이 균등하게 분포하고 있으므로 (나)보다 (가)의 종 다양성이 높다.

- 09 [모범 답안] 서식지 면적이 감소하면 그 서식지에서 살아가는 생물종 수가 감소하여 생물 다양성이 감소한다.

서술형 Tip

서식지 면적 감소가 생물 다양성에 미치는 영향은 어떤 것이 있는지 생각하면서 서술한다.

채점 기준	배점
모범 답안과 같이 옮겨 서술한 경우	100 %
제시된 단어를 2개만 이용하여 서술한 경우	40 %

- 10 서식지 면적이 감소하면 그 서식지에서 살아가는 생물의 종 수가 감소하여 종 다양성이 감소한다. 산에 도로를 만들 때 서식지가 단편화되면 유전적 교류가 차단되어 생물 다양성이 감소한다. 그러므로 산에 도로를 만들 때 터널이나 고가도로를 만들거나 단편화된 서식지를 생태 통로로 연결하면 생물 다양성을 보전하는 데 도움이 된다.

- 11 (가)는 기후 변화, (나)는 외래종, (다)는 서식지 단편화이다. 인간의 산업 활동으로 인한 대기 중의 이산화 탄소 농도가 증

가하는 것을 지구 온난화의 원인 중 하나이다. 큰입우렁(배스), 가시박, 뉴트리아 등은 외래종에 해당한다.

오답 피하기

ㄷ. 서식지 단편화는 생물의 이동을 제한하여 고립시키기 때문에 생물들 간의 유전자 교류가 차단되고, 그 지역에 서식하는 개체군의 크기를 감소시켜 멸종으로 이어질 수 있다.

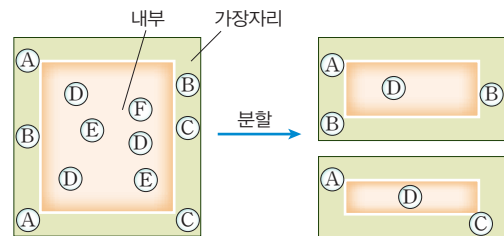
- 12 서식지 분할 전에는 종 A~F가 서식하였지만 서식지 분할 후에는 종 E와 F가 멸종되었으므로 서식지 분할로 인해 생물 다양성이 감소되었다.

오답 피하기

ㄴ. 서식지가 분할되면 가장자리 면적은 증가하고 내부 면적은 감소한다. 그러므로 $\frac{\text{내부 면적}}{\text{가장자리 면적}}$ 의 값은 감소한다.

ㄷ. 서식지 분할 전 가장자리에는 종 A, B, C가, 내부에는 D, E, F가 서식하지만, 서식지 분할 후 분할된 서식지 각각의 가장자리에는 A와 B, A와 C가, 내부에는 모두 D만 서식한다. 그러므로 서식지가 분할되면 가장자리보다 내부에 서식하는 종이 더 많이 감소한다.

문제 속 자료 서식지 분할과 종 다양성



- 서식지 분할 전 가장자리에는 종 A, B, C가, 내부에는 D, E, F가 서식하지만, 서식지 분할 후 분할된 서식지 각각의 가장자리에는 A와 B, A와 C가, 내부에는 모두 D만 서식한다.
- 서식지가 분할되면 가장자리 면적은 증가하고 내부 면적은 감소한다.
- ➔ 서식지 분할 후 $\frac{\text{내부 면적}}{\text{가장자리 면적}}$ 의 값은 서식지 분할 전보다 감소한다.

- 13 (가)에서 서식지 면적이 증가할수록 새의 종 수가 증가하므로 새의 종 다양성이 증가한다. 보존되는 면적이 감소할수록 그 지역에서 살던 종의 비율이 감소하므로 새의 종 수도 감소하여 멸종 가능성이 높아진다.

오답 피하기

ㄴ. (나)에서 서식지 면적이 50 % 감소하면 그 지역에서 살던 종의 10 %가 감소한다.



개념을 쌓아가는 기본서

고등 **세포**



정답과 해설



빠른 기출 문제 정답

기출 1~50

001 ⑤	002 ②	003 ②	004 ⑤	005 ③	006 ⑤	007 ①	008 ④
009 ③	010 ④	011 ④	012 ②	013 ②	014 ④	015 ②	017 ③
018 ⑤	019 ⑤	020 ⑤	021 ⑤	022 ⑤	023 ④	024 ⑤	025 ②
026 ②	027 ③	028 ⑤	029 ③	030 ④	031 ①	032 ①	033 ⑤
034 ④	035 ⑤	036 ②	037 ③	038 ①	039 ③	040 ①	041 ③
042 ⑤	043 ①	044 ③	045 ⑤	046 ④	047 ①	048 ⑤	049 ④
050 ①							

기출 51~100

051 ⑤	052 ④	053 ①	054 ④	055 ③	056 ③	057 ②	058 ③
059 ③	060 ⑤	061 ④	062 ②	063 ①	064 ⑤	065 ②	066 ②
067 ⑤	068 ③	069 ②	070 ④	071 ①	072 ②	073 ⑤	074 ②
075 ②	076 ④	077 ③	078 ①	079 ④	080 ③	081 ②	082 ②
083 ①	084 ④	085 ③	086 ⑤	087 ⑤	088 ④	089 ⑤	090 ④
091 ③	092 ③	093 ④	094 ②	095 ①	096 ②	097 ②	098 ②
099 ②	100 ①						

기출 101~150

101 ④	102 ⑤	103 ③	104 ①	105 ③	106 ⑤	107 ②	108 ③
109 ①	110 ③	111 ①	112 ⑤	113 ①	114 ③	115 ⑤	116 ⑤
117 ②	118 ⑤	119 ①	120 ①	121 ⑤	122 ③	123 ①	124 ①
125 ④	126 ①	127 ①	128 ③	129 ②	130 ⑤	131 ①	132 ③
133 ②	134 ⑤	135 ①	136 ②	137 ②	138 ④	139 ①	140 ②
141 ③	142 ④	143 ⑤	144 ③	145 ②	146 ①	147 ⑤	148 ③
149 ③	150 ③						

기출 151~200

151 ①	152 ②	153 ①	154 ②	155 ⑤	156 ②	157 ④	158 ①
159 ⑤	160 ②	161 ④	162 ②	163 ②	164 ④	165 ①	166 ③
167 ①	168 ③	169 ⑤	170 ⑤	171 ③	172 ①	173 ①	174 ④
175 ⑤	176 ②	177 ④	178 ③	179 ②	180 ②	181 ⑤	182 ③
183 ④	184 ⑤	185 ①	186 ②	187 ②	188 ⑤	189 ⑤	190 ⑤
191 ⑤	192 ⑤	193 ⑤	194 ③	195 ④	196 ⑤	197 ⑤	198 ③
199 ⑤	200 ③						

기출 201~216

201 ④	202 ④	203 ②	204 ②	205 ④	206 ②	207 ①	208 ③
209 ②	210 ⑤	211 ③	212 ④	213 ②	214 ④	215 ③	216 ④



001 답 ⑤ | 바다표범, 펭귄, 다랑어의 몸은 물속에서 움직일 때 저항을 줄일 수 있도록 적응하여 진화한 결과이다.





오답 피하기

- ① 올챙이가 자라서 개구리가 되는 과정은 생명체가 성장해 가는 생장에 해당한다.
- ② 짚신벌레가 분열법으로 증식하는 것은 분열 결과 개체 수가 증가하므로 생식에 해당한다.
- ③ 효모가 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 것은 물질대사에 해당한다.
- ④ 적록 색맹인 어머니의 형질을 이어받아 아들이 적록 색맹으로 태어나는 것은 유전에 해당한다.

002 답 ② | 열매를 먹는 새와 동물을 잡아먹는 새의 부리, 발과 발톱 모양은 먹이를 구하기에 알맞게 적응하여 진화하였다.

오답 피하기

- ① 개구리의 수정란이 올챙이가 되는 것은 생명체가 자라는 생장에 해당한다.
- ③ 땀을 많이 흘리면 오줌 양이 감소하는 것은 몸속 수분량을 일정하게 유지하려는 항상성 유지의 예이다.
- ④ 녹색 식물이 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 것은 광합성으로 물질대사에 해당한다.
- ⑤ 짚신벌레가 빛이 있는 쪽으로 이동하는 것은 빛이라는 자극에 대한 짚신벌레의 반응에 해당한다.

문제 속 자료		적응과 진화의 예
구분	열매를 먹는 새	다른 동물을 잡아먹는 새
열매를 따먹기 발톱이 가늘고 뾰족하다. 부리 형태		
발과 발톱 모양		

003 답 ② | (가)는 발생과 생장의 예, (나)는 적응과 진화의 예이다.

004 답 ⑤ | 운동이 끝나고 나서 심장 박동 수가 정상으로 돌아오고, 겨울에 체온이 낮아지면 근육을 떨어 열을 발생시키는 것은 몸속의 항상성 유지를 위한 작용이다. 글리코젠 합성으로 혈당량이 낮아지는 것도 항상성 유지의 예이다.

오답 피하기

- ①은 발생과 생장의 예, ②는 생식의 예, ③은 유전의 예, ④는 물질대사의 예이다.

005 답 ③ | 기러기와 벌새의 예시는 환경에 맞추어 적응하고 진화한 생물의 예이다. 개구리의 긴 혀는 먹이(곤충)를 잘 잡기 위해 적응하여 진화한 예에 해당한다.

오답 피하기

- ①은 물질대사의 예, ②는 생장의 예, ④는 유전의 예, ⑤는 자극에 대한 반응의 예이다.

006 답 ⑤ | 바이러스와 대장균 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있으므로 '유전 물질을 가지고 있다.'는 ㉠에 해당한다. '독립적으로 물질대사를 한다.'는 대장균만의 특징이다.

오답 피하기

- ㉡. 세포 분열을 통해 증식하는 것은 단세포 생물의 생식의 예에 해당하며 생명체의 특성 중 하나로 대장균도 세포 분열을 통해 증식한다. 하지만 바이러스는 숙주 세포 내에서 숙주 세포의 유전 물질을 이용하여 증식한다.

007 답 ① | 독감 바이러스와 아메바 모두 핵산을 가지고 있다.

오답 피하기

- ㉡, ㉢. 바이러스는 숙주 세포 내에서만 증식하고 물질대사를 한다.

008 답 ④ | (가)는 담배 모자이크 바이러스, (나)는 세균이다. (가)와 (나) 모두 핵산을 가지고 있다. 세균은 분열법으로 생식하는 생물로 세포 분열로 증식한다.

오답 피하기

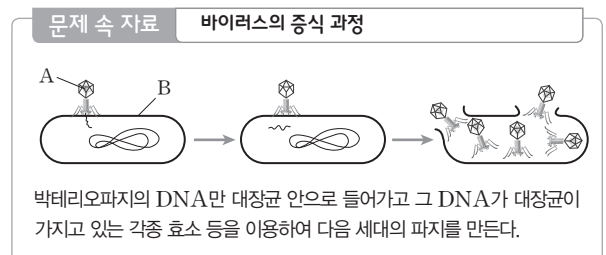
- ㉢. 담배 모자이크 바이러스(가)는 숙주 세포가 없으면 독자적으로 물질대사를 할 수 없다.

009 답 ③ | 영희가 가진 그림 카드는 바이러스, 철수가 가진 그림 카드는 대장균이다. 바이러스는 숙주 세포 밖에서는 단백질 결정체 형태로 존재한다. 그러므로 '세포 구조로 되어 있다.'에 'x'를 표시하면 맞는 설명이므로 1점을 얻게 된다.

오답 피하기

- ㉢. 철수가 가진 그림 카드는 대장균으로 카드 I, II, III에 모두 'o' 표시를 하면 3점을 얻는다.

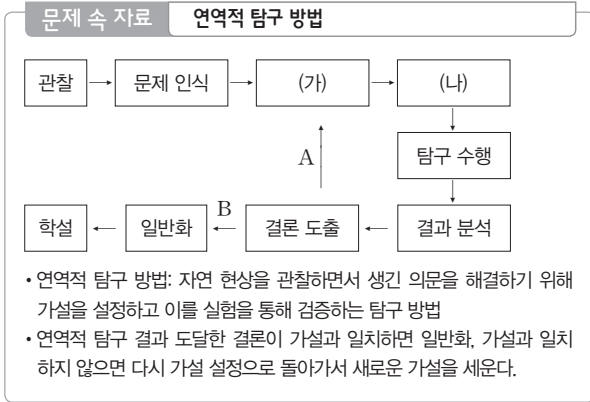
010 답 ④ | A는 박테리오파지, B는 대장균이다. 박테리오파지는 숙주 세포 내에서 물질대사와 증식을 한다.



011 답 ④ | (가)는 의문에 대한 잠정적인 해답을 제시하는 가설 설정의 단계이다. 대조군은 실험군과 비교하기 위해 실험 조건을 변화시키지 않은 집단이다.

오답 피하기

ㄷ. 도출된 결론이 가설과 일치하지 않으면 다시 가설 설정을 하는 과정으로 돌아가는 A 경로를 따른다.



012 답 ② | (가) 단계는 가설을 증명하기 위한 탐구를 설계하고 수행하는 단계이다.

오답 피하기

ㄱ, ㄴ. 연역적 탐구 방법에서 문제에 대한 잠정적인 결론을 내리는 것은 가설 설정 단계이고 가설이 실험으로 증명되면 일반적인 원리나 법칙으로 인정된다.

013 답 ② | (나)에서 대조군은 입구를 막은 병이다.

오답 피하기

ㄱ. (가)는 귀납적 탐구 방법을 이용한 예로 귀납적 탐구 방법은 관찰이나 실험의 결과를 바탕으로 결론을 도출한다.
 ㄷ. (나)에서 입구를 막는 것과 막지 않는 조작 변인 이외에는 모든 조건을 동일하게 한 상태에서 두 병을 보관해야 한다. 이와 같이 조작 변인 이외의 실험 조건을 일정하게 유지시키는 변인을 통제 변인이라고 한다.

014 답 ④ | (나)에서 가설이 '현미에는 닭의 각기병을 예방하는 물질이 들어 있을 것이다.'이므로 현미와 백미로 나누어 닭의 먹이를 다르게 한 것이 의도적으로 변화시키는 변인인 조작 변인이다. (가)는 '탄저병 백신이 탄저병을 예방하는 효과가 있을 것이다.'라는 가설을 증명하는 탐구이고, (나)는 '현미에는 닭의 각기병을 예방하는 물질이 들어 있을 것이다.'라는 가설을 증명하는 탐구이므로 모두 연역적 탐구 방법이다.

오답 피하기

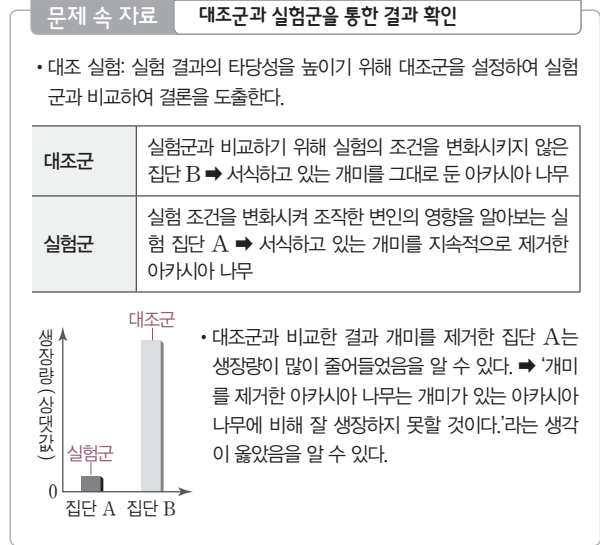
ㄱ. ①은 실험 조건을 인위적으로 변화시켜 가설의 결과를 확인하고자 하는 집단인 실험군이다.

015 답 ② | 아카시아 나무의 생장은 조작 변인인 개미 제거 유무에 영향을 받으므로 종속 변인이다.

오답 피하기

ㄱ. 이 탐구는 가설을 설정한 후 이를 실험을 통해 증명하는 과정으로 이루어지므로 연역적 탐구 방법이다.

ㄷ. 개미를 제거한 집단 A의 성장량이 집단 B보다 적은 것을 성장량 그래프로 확인할 수 있다.

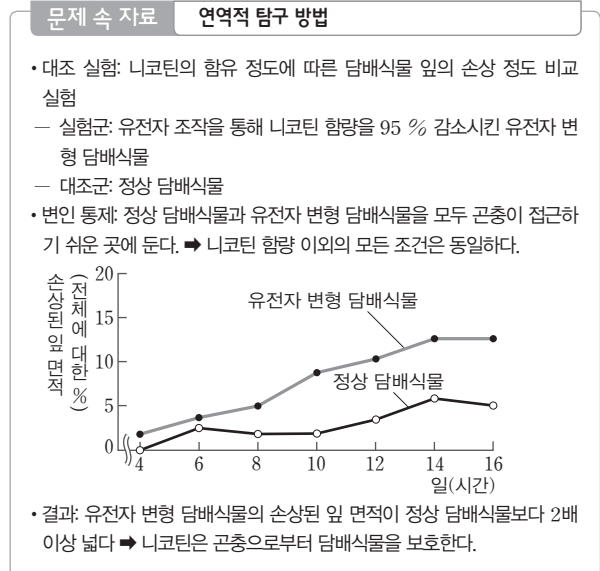


016 답 ① | 종속 변인은 조작 변인인 니코틴 함량에 따라 변화되는 요인으로, 손상된 잎의 면적이다.

오답 피하기

ㄱ. ①은 가설을 검증하기 위해 실험에서 의도적으로 변화시킨 담배식물을 심은 화분으로 실험군에 해당한다.

ㄷ. 과학자는 '니코틴은 곤충으로부터 담배식물을 보호할 것이다.'라는 가설을 증명하는 탐구를 수행하였으므로 연역적 탐구를 수행한 것이다.

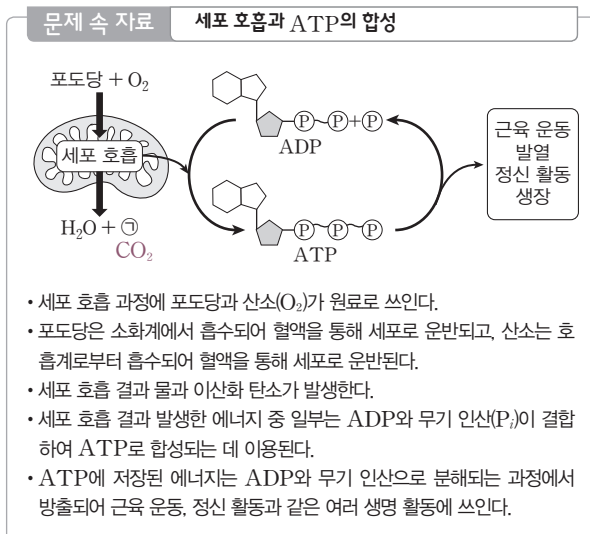


017 답 ③ | 소화계를 통해 흡수되어 혈액을 통해 운반되는 포도당과, 호흡계를 통해 흡수되어 혈액을 통해 운반되는 산소가 세포 호흡의 원료로 사용된다. 세포 내의 미토콘드리아에서 포도당과 산소가 반응하여 최종적으로 물과 이산화 탄소가 발생하고, 그 과정에서 단계적으로 에너지가 발생한다. 세포 호흡 결과 발생하는 물질 중 물을 제외한 ㉠은 이산화 탄소가 된다. 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소는 혈액을 통해 폐까지 운반되어 폐를 통해 외부로 배출된다.

세포 호흡 과정에서 발생한 에너지 중 일부는 열에너지 형태로 방출되어 체온 유지에 쓰이고, 나머지는 ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP가 합성되는 과정에 이용된다. 이렇게 화학 에너지의 형태로 저장된 에너지는 다시 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되는 과정에서 방출되어 근육 운동, 발열, 정신 활동, 성장 등 여러 생명 활동에 이용된다.

오답 피하기

ㄷ. 포도당에 저장된 에너지 중 일부는 열에너지 형태로 방출되어 체온 유지에 쓰이고, 나머지 양이 ATP 합성에 이용된다.



018 답 ⑤ | 미토콘드리아에서 세포 호흡의 원료로 쓰이는 물질은 포도당과 산소이다. 포도당은 소화계를 통해 흡수되어 순환계인 혈액을 통해 세포 속 미토콘드리아로 공급되며, 산소는 호흡계를 통해 흡수되어 혈액을 통해 조직 세포까지 운반된다. 여기서 ㉠은 산소(O₂)가 된다.

세포 호흡 결과 에너지가 방출되는데, 이 중 일부는 열에너지 형태로 방출되어 체온 유지에 이용된다. 열에너지로 방출되고 남은 양(㉠)이 ATP의 합성에 쓰인다. ATP의 형태로 저장된 화학 에너지는 근육 운동과 같은 여러 생명 활동에 이용된다.

019 답 ⑤ | (가) 과정은 세포 호흡으로 포도당이 단계적으로 분해되면서 에너지가 발생하는 것을 나타낸다. 고에너지 물질인 포도당이 저에너지 물질인 이산화 탄소와 물로 최종 분해되면서 단계적으로 에너지가 발생한다. 이때 각 단계마다 효소가 작용하여 분해 반응이 체온 범위의 낮은 온도에서도 잘 일어나게 한다.

(나) 과정은 ATP와 ADP 사이의 전환을 나타낸다. ㉠은 ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP가 되는 과정으로, 이때 세포 호흡 과정에서 발생한 에너지가 쓰인다. 즉, 포도당이 분해되어 발생한 에너지가 ATP의 형태로 저장되는 것이라고 할 수 있다. 이렇게 저장된 에너지는 ㉡ 과정, 즉 ATP가 분해되는 과정을 통해 방출되어 두뇌 활동, 근육 운동, 성장, 발생 등 여러 생명 활동에 쓰이게 된다.

오답 피하기

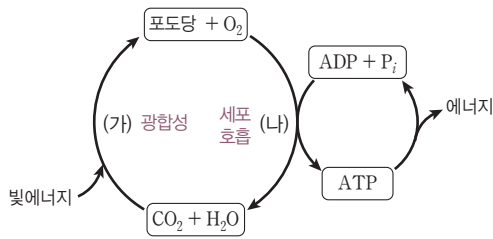
ㄴ. 세포 호흡 과정에서 방출된 에너지 중 많은 양이 열에너지 형태로 방출된다. 이 열에너지는 체온 유지에 쓰인다. 열에너지로 방출되지 않은 나머지 에너지가 ATP 형태로 저장된다.

020 답 ⑤ | ㉠은 호흡계를 통해 흡수되어 조직 세포까지 운반되어 세포 호흡에 쓰이는 산소(O₂)를 나타낸다. 이때 산소는 혈액 속에 있는 적혈구에 결합되어 세포까지 운반된다. ㉡은 세포 호흡 결과 발생한 이산화 탄소(CO₂)이다. 세포에 산소를 운반한 혈액은 산소를 내어 주고 이산화 탄소를 받아 다시 폐로 가서 날숨의 형태로 이산화 탄소를 내보낸다. 소화계를 통해 흡수된 유기 양분은 마찬가지로 혈액을 통해 세포까지 운반되어 미토콘드리아에서 세포 호흡에 이용된다.

세포 호흡 결과 발생한 에너지 중 많은 양이 열에너지의 형태로 방출되어 체온 유지에 이용된다. 열에너지로 방출된 에너지를 제외한 나머지 양이 ADP와 무기 인산이 결합하여 ATP가 합성되는 과정에 쓰인다. 이렇게 ATP의 형태로 저장된 에너지는 다양한 생명 활동에 이용된다.

021 답 ⑤ | (가) 과정은 빛에너지가 투입되어 이산화 탄소와 물이 포도당으로 합성되는 광합성 작용을 나타낸다. 이는 식물 세포의 엽록체에서 일어나며, 이 과정에서 산소가 발생한다. (나)는 광합성 결과 만들어진 포도당과 산소가 반응하여 이산화 탄소와 물이 만들어지는 과정으로, 세포 호흡 작용을 나타낸다. 세포 호흡 결과 에너지가 방출되고, 방출된 에너지의 일부는 ATP가 합성되는 데 이용되어 생명체가 이용할 수 있는 화학 에너지의 형태로 저장된다. 이 ATP에 저장된 에너지는 다시 ADP와 무기 인산으로 분해되는 과정에서 방출되어 여러 생명 활동에 이용된다.

문제 속 자료 광합성과 세포 호흡



- (가) 과정은 빛에너지가 이용되어 이산화 탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 포도당으로 합성되는 광합성 작용을 나타낸다.
- 광합성 결과 만들어진 포도당과 산소는 세포 호흡의 원료로 이용된다.
- 세포 호흡 과정에서 포도당과 산소(O_2)가 반응하여 물과 이산화 탄소가 발생하고, 이 과정에서 에너지가 생성된다.
- 세포 호흡 결과 발생한 에너지 중 일부는 ADP와 무기 인산(P_i)이 결합하여 ATP로 합성되는 데 이용된다.
- ATP에 저장된 에너지는 ADP와 인산으로 분해되는 과정에서 방출되어 근육 운동, 정신 활동과 같은 여러 생명 활동에 쓰인다.

022 답 ⑤ | 이산화 탄소와 물이 반응하여 포도당과 산소가 만들어지는 (가)는 광합성, 포도당과 산소가 반응하여 다시 이산화 탄소와 물이 만들어지는 (나)는 세포 호흡이다.

광합성에서는 빛에너지가 흡수되어 포도당이 만들어지는데, 이는 빛에너지가 포도당 속 화학 에너지의 형태로 전환되는 것이다.

세포 호흡에서는 포도당이 분해되면서 에너지가 발생하는데, 이 과정에서 일부는 열에너지의 형태로 방출되어 체온 유지에 쓰이고, 나머지는 ATP의 합성에 이용된다. ATP의 형태로 저장된 에너지는 다시 ADP와 인산으로 분해되는 과정에서 방출되어 여러 생명 활동에 쓰인다.

광합성과 세포 호흡 모두 물질대사의 대표적인 예로써, 각 반응이 진행되는 과정에서 효소가 작용한다.

023 답 ④ | 광합성에는 물과 이산화 탄소가 원료로 쓰이고, 빛에너지를 흡수하여 포도당과 산소가 만들어진다. 또한, 세포 호흡에서는 포도당이 산소와 반응하여 물과 이산화 탄소를 분해되면서 에너지가 발생한다. 따라서 광합성의 산물이자 세포 호흡의 원료인 ㉠은 산소(O_2)이고, 세포 호흡 결과 발생하고 광합성의 원료로 쓰이는 ㉡은 이산화탄소(CO_2)이다. 광합성은 식물 세포에 있는 엽록체에서 일어나고, 세포 호흡은 모든 생물에서 일어나므로 식물에서는 광합성과 세포 호흡이 모두 일어난다.

오답 피하기

ㄷ. 세포 호흡 결과 발생한 에너지 중 많은 양이 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용된다. 열에너지로 방출되고 남은 양이 ATP의 합성에 이용된다.

024 답 ⑤ | 이산화 탄소와 물이 원료로 쓰이고 빛에너지가 흡수되어 포도당과 산소가 발생하는 (가)는 광합성을 나타낸다. 또한, 포도당과 산소가 반응하여 물과 이산화 탄소가 발생하고 열과 ATP가 만들어지는 (나)는 세포 호흡을 나타낸다. 광합성은 식물 세포 내에 있는 엽록체에서 일어나고, 세포 호흡은 거의 모든 생명체에 있는 미토콘드리아에서 일어난다. 따라서 식물 세포에서는 광합성과 세포 호흡이 동시에 일어난다.

오답 피하기

ㄱ. 세포 호흡 결과 발생한 에너지 중 많은 양이 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용된다. 열에너지로 방출되고 남은 양이 ATP의 합성에 이용된다. ATP에 화학 에너지 형태로 저장된 에너지는 여러 생명 활동에 이용된다.

025 답 ② | 콩팥 동맥을 통해 사구체로 들어온 혈액은 사구체의 높은 압력으로 인해 혈액 속 성분의 일부가 보먼주머니로 이동하는 여과 과정을 거친다. 여과 과정에서는 입자가 큰 단백질이나 혈구는 걸려져 보먼주머니로 이동하지 못하고 혈장 성분과 포도당, 요소, 무기질처럼 입자의 크기가 비교적 작은 물질이 보먼주머니 내로 이동하는데, 이러한 과정으로 보먼주머니에 모인 물질을 원노라고 한다. 원노는 세뇨관을 따라 이동하면서 세뇨관을 둘러싸고 있는 모세 혈관 사이에서 물질을 주고받는다. 원노 성분에서 체내에 필요한 성분인 포도당, 아미노산 등은 100 % 모세 혈관으로 재흡수되며, 물은 약 99 % 재흡수되고, 무기 염류와 비타민 등은 체내에 필요한 양만큼 재흡수된다. 또한, 모세 혈관 속 혈액 성분에서 미처 여과되지 못한 요소, 크레아틴 등의 성분은 다시 세뇨관 속 성분으로 분비된다. 이러한 과정을 통해 오줌이 만들어진다.

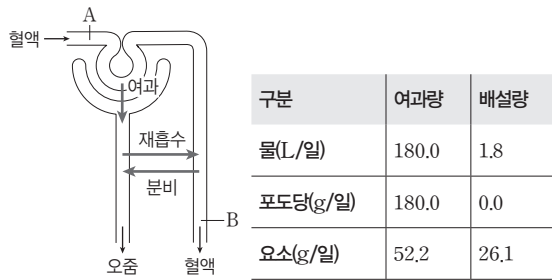
표에서, 물은 하루에 180 L가 여과되는데 그중 1.8 L만 배설되므로 99 %가 재흡수됨을 알 수 있다. 포도당은 180 g이 여과되는데 배설되는 양은 없으므로 100 % 재흡수됨을 알 수 있다. 마찬가지로 요소는 52.2 g이 여과되는데 26.1 g이 배설되므로 약 50 %가 재흡수됨을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 만약 재흡수되는 양보다 분비량이 많다면 배설되는 물의 양은 180 L보다 많아야 한다. 하지만 배설되는 양이 여과되는 양보다 적으므로, 재흡수되는 양이 더 많다.

ㄷ. 요소는 여과된 양의 절반 정도는 재흡수되고 나머지 절반은 배설된다. 따라서 콩팥을 거치고 나온 혈액인 B에서는 요소가 걸러지기 때문에 콩팥을 거치기 전의 혈액인 A보다 요소의 농도가 낮다.

문제 속 자료 오줌의 생성 과정



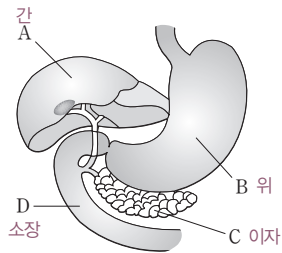
- A는 콩팥으로 들어가는 혈액이므로 콩팥 동맥 속을 지나는 혈액이다.
- B는 콩팥을 거치고 나오는 혈액으로, 오줌의 성분이 걸러진 혈액이다.
- 사구체에서 보먼주머니로 여과되어 만들어진 최초의 성분을 원노라고 하며, 이후 원노가 세뇨관을 따라 이동하면서 모세 혈관 속 혈액과 재흡수, 분비 과정을 거쳐 오줌이 만들어진다.
- 표에서 여과량과 배설량을 비교하면 대략적인 재흡수량을 알 수 있는데, 물은 약 99 %가 재흡수되고 포도당은 100 % 재흡수된다.

026 답 ② | A는 간, B는 위, C는 이자, D는 소장(십이지장)을 나타낸다. 간은 인체 내의 화학 공장이라고 불리는 기관으로, 암모니아를 요소로 전환하는 것처럼 체내의 독성 물질을 중화하는 작용을 한다. 이외에도 간은 지방의 소화를 돕는 쓸개즙을 생성하는데, 간에서 생성된 쓸개즙은 쓸개에 보관되었다가 소장의 일부인 십이지장으로 분비된다. 위는 대표적인 소화 기관으로 식도를 타고 내려온 음식물을 곱돌 운동을 통해 물리적으로 소화하는 한편, 위액을 분비하여 화학적 소화가 일어나게 한다. 위액에는 염산과 펩신이 들어 있어 음식을 살균하는 동시에 단백질을 분해한다. 이자는 이자액이라는 소화액을 십이지장으로 분비하는데, 이자액에는 탄수화물을 분해하는 아밀레이스, 단백질을 분해하는 트립신, 지방을 분해하는 라이페이스가 들어 있어 3대 영양소의 소화 효소를 모두 포함한다. 소장은 3대 영양소가 최종적으로 소화되고 흡수되는 곳이다. 소장 내벽에는 단백질을 아미노산 단위로 분해하는 단백질 분해 효소, 탄수화물을 포도당 단위로 최종 분해하는 탄수화물 분해 효소 등이 있어 영양소가 최종 단계까지 분해되며, 이렇게 분해된 영양소는 소장 내부의 모세 혈관과 암죽관을 통해 흡수된다.

오답 피하기

- ㄱ. 간에서 생성되는 쓸개즙은 지방이 잘 소화될 수 있도록 보조해 주는 물질이다. 영양소를 직접 분해하는 소화 효소는 아니다.
- ㄴ. 이자액에 포함되는 아밀레이스는 탄수화물을 분해하지만 최종 단계까지 분해하는 것은 아니다. 탄수화물은 소장(D) 내벽에서 생성된 소화 효소에 의해 단당류인 포도당으로 최종 분해된다.

문제 속 자료 소화계



- A는 간으로 지방의 소화를 돕는 쓸개즙을 생성한다. 쓸개즙은 쓸개에 보관되었다가 십이지장으로 분비된다.
- B는 위로 염산과 펩신이 포함된 위액을 분비하여 음식을 살균하고 단백질을 분해한다.
- C는 이자로 이자액을 분비한다. 이자액에는 3대 영양소의 소화 효소가 모두 들어 있다.
- D는 소장으로 음식물이 최종 단계까지 분해되고 흡수된다. 소장 내벽에서 단백질과 탄수화물을 최종 단계까지 분해하는 소화 효소가 분비된다.

027 답 ③ | 표를 보면 단백질은 혈장에는 존재하지만 원노와 오줌에는 없는데, 이는 사구체에서 여과되지 않았기 때문이다. 단백질과 혈구처럼 크기가 큰 물질은 사구체에서 보먼주머니로 여과되지 않는다. 포도당의 경우 혈장과 원노에는 있지만 오줌에는 없는데, 이는 사구체에서 여과된 후 100 % 재흡수되었음을 나타낸다. 요소는 혈장과 원노, 오줌에 모두 존재하는데, 이는 여과된 후 재흡수와 분비의 과정을 거쳐 오줌을 통해 몸 밖으로 배설되는 성분임을 나타낸다. 제시된 그림을 보면 물질 A는 사구체에서 보먼주머니로 이동하기도 하고, 그대로 모세 혈관으로 이동하는 양도 있다. 또한, 보먼주머니를 지난 모든 양이 모세 혈관으로 이동하여 결국 배설되는 양은 없는데, 이는 여과된 후 100 % 재흡수되는 포도당의 이동 경로이다.

오답 피하기

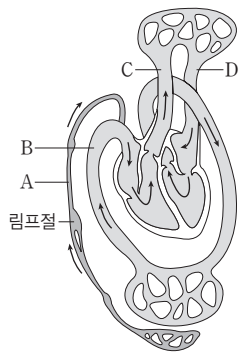
- ㄴ. 단백질은 입자의 크기가 커서 사구체에서 보먼주머니로 여과되지 않는다. 이는 표에서 혈장에서는 성분이 있으나 원노와 오줌에서는 성분이 없는 것을 통해 확인할 수 있다.

028 답 ⑤ | A는 림프절이 있는 것으로 보아 림프관임을 알 수 있다. 림프관에서는 림프액이 흐른다. 혈액의 일부 성분은 모세 혈관 벽을 통과해 세포 사이를 흐르며 물질 수송을 원활하게 하는데, 이러한 액체를 조직액이라고 한다. 조직액의 일부는 다시 혈액으로 돌아가고, 일부는 림프관으로 들어가는데, 림프관을 따라 흐르는 액체 성분을 림프액이라고 한다. 림프액에는 림프구와 같은 면역 세포는 있지만 적혈구는 존재하지 않는다.

B는 온몸을 순환한 뒤 다시 심장으로 들어가는 대정맥이고, C는 심장의 혈액이 폐로 들어가는 폐동맥, D는 폐에서 기체 교환을 하고 심장으로 들어가는 폐정맥이다.

정맥의 혈압은 동맥보다 많이 낮기 때문에 혈액의 역류를 방지하기 위한 판막이 존재한다. 온몸을 돌고 와 이산화 탄소와 같은 노폐물을 많이 함유한 혈액은 대정맥을 따라 심장으로 들어간 후, 폐동맥을 따라 폐에서 이산화 탄소를 내보내고 산소와 결합하게 된다. 이러한 혈액은 폐정맥을 거쳐 심장으로 들어가고, 심장의 펌프 작용으로 다시 온몸을 돌며 산소를 공급하게 된다. 따라서 폐동맥인 C보다 폐정맥인 D에서 산소가 더 풍부한 혈액이 흐른다.

문제 속 자료 순환계



- A는 림프관으로 림프액이 흐른다. 림프액에는 적혈구가 없다.
- B는 대정맥으로 온몸을 돌고 온 혈액이 다시 심장으로 들어간다. 정맥에는 혈액의 역류를 방지하기 위한 판막이 존재한다.
- C는 폐동맥으로, 온몸을 돌고 와 산소가 부족하고 이산화 탄소가 많은 혈액이 폐로 들어간다. 폐에서는 기체 교환이 일어난다.
- D는 폐정맥으로, 폐에서 기체 교환을 마쳐 산소가 풍부한 혈액이 다시 심장으로 들어간다.

029 답 ③ | (가)는 콩팥 내부에 존재하는 네프론(신단위)을 나타낸 것이다. 콩팥 동맥을 통해 들어간 혈액은 여과와 재흡수, 분비의 과정을 거치고, 그 결과 오줌이 생성되어 몸 밖으로 배설된다.

A 과정은 여과로, 사구체의 높은 압력으로 혈액의 일부 성분이 보먼주머니로 뽑어져 나간다. 이때 크기가 큰 단백질, 혈구같은 성분은 여과되지 않고, 물, 포도당, 요소와 같은 성분이 보먼주머니로 이동한다. B는 재흡수로, 여과 과정으로 생성된 원노의 성분 중 체내에 필요한 성분이 다시 모세 혈관 속 혈액으로 흡수되는 과정이다. 포도당은 100 % 재흡수된다.

오답 피하기

ㄴ. 요소와 같은 노폐물이 오줌의 성분이 되므로, 콩팥에서 나온 콩팥 정맥의 혈액의 요소 농도가 콩팥 동맥의 혈액보다 더 낮다.

030 답 ④ | (나)는 소장 내부의 모세 혈관과 암죽관을 나타낸다. ㉠은 암죽관, ㉡은 모세 혈관이다. 소장에서 최종 단계까지 분해된 영양소들은 소장 내부의 모세 혈관과 암죽관으로 흡수된다. 이때 포도당, 아미노산, 수용성 바이타민과 같은 성분은 모세 혈관으로, 지방산과 모노글리세리드, 지용성 바이타민과 같은 성분은 암죽관으로 흡수된다. 이렇게 흡수된 영양소들은 서로 다른 경로를 통해 최종적으로 정맥을 통해 심

장으로 들어가고, 혈액을 통해 온몸의 세포에 공급된다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 암죽관, ㉡은 모세 혈관이다.

031 답 ① | A는 심장에서 폐로 들어가는 폐동맥, B는 폐를 거쳐 다시 심장으로 들어가는 폐정맥이다. C는 간을 거쳐 심장으로 들어가는 간정맥, D는 소장에서 흡수된 영양소를 포함한 혈액이 간으로 들어가는 간문맥이다. E는 콩팥을 거쳐 다시 심장으로 들어가는 콩팥 정맥, F는 콩팥으로 혈액이 들어가는 콩팥 동맥이다.

폐동맥에는 온몸을 돌면서 산소를 공급하고 이산화 탄소를 받은 정맥혈이 흐르고, 이 혈액은 폐에서 이산화 탄소를 내보내고 산소와 결합한다. 이 혈액은 폐정맥을 통해 심장으로 들어간다. 따라서 산소와 헤모글로빈이 결합한 산소헤모글로빈의 농도는 A보다 B에서 더 높다.

소장에서 포도당과 같은 영양소가 흡수된 후, 이러한 성분을 포함한 혈액은 간문맥을 거쳐 간으로 들어간다. 간에서는 인슐린과 같은 호르몬의 작용으로 혈당량이 조절되고, 이러한 혈액이 간정맥을 거쳐 심장으로 들어간다. 따라서 혈당량의 변화는 간을 거치지 않은 D가 C보다 더 크다.

콩팥 동맥에는 요소와 같은 노폐물이 포함된 혈액이 흐르는데, 이 혈액이 콩팥을 거치고 나오면서 노폐물이 오줌으로 걸러진다. 따라서 콩팥을 거치고 나온 E에서의 요소 농도가 콩팥을 거치기 전인 F보다 더 낮다.

오답 피하기

ㄴ. 혈당량의 변화는 C보다 D에서 더 크다.

ㄷ. 요소의 농도는 E보다 F에서 더 높다.

032 답 ① | A는 심장에서 폐로 들어가는 폐동맥, B는 폐에서 기체 교환을 마치고 다시 심장으로 들어가는 폐정맥, C는 온몸을 돌고 심장으로 들어가는 대정맥, D는 심장에서 나와 온몸으로 이동하는 대동맥을 나타낸다.

폐동맥에서는 온몸의 조직 세포에 산소를 공급하고 이산화 탄소를 받아 산소가 부족한 정맥혈이 흐르고, 폐정맥에서는 폐에서 이산화 탄소를 내보내고 산소를 받아 산소가 풍부한 동맥혈이 흐른다. 따라서 혈중 산소 농도는 B가 A보다 더 높다.

오답 피하기

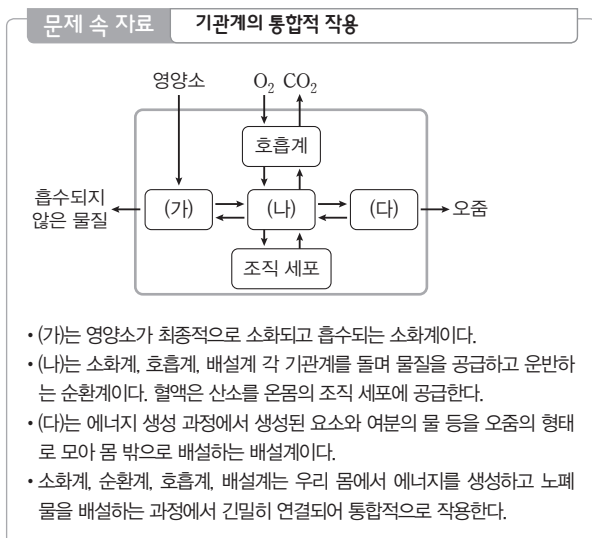
ㄴ. 혈압은 심장에서 나가는 혈관인 동맥에서가 정맥보다 더 높다.

ㄷ. 혈액은 동맥 → 모세 혈관 → 정맥 순으로 흐르므로 D → E → C 방향으로 흐른다.

033 답 ⑤ | 우리 몸을 이루면서 에너지의 생성과 그 과정에서 발생하는 노폐물의 배설 과정에 연관되어 있는 기관계의 통합적 작용을 나타내는 모식도이다.

영양소가 흡수되는 (가)는 소화계를 나타낸다. 소화 과정에서 영양소로 흡수되지 않은 찌꺼기는 그대로 몸 밖으로 배출되는데, 이 또한 소화계의 작용이다. 세포 호흡 과정에서 발생한 노폐물인 요소와 여분의 물 등을 오줌의 형태로 배설하는 (다)는 배설계를 나타낸다. 그리고 소화계, 호흡계, 배설계를 혈관으로 연결하고 이들 사이에서 물질의 운반을 담당하는 (나)는 순환계를 나타낸다. 순환계는 심장과 동맥, 정맥, 모세 혈관, 혈액으로 구성된다.

소화계인 (가)에서는 영양소가 최종적으로 소화되고, 최종 분해 산물이 흡수된다. 순환계는 혈액을 통해 온몸의 조직 세포에 산소(O_2)를 공급하고, 이산화 탄소(CO_2)와 같은 노폐물을 받아 호흡계와 배설계로 운반한다.



034 답 ④ | 단백질이 소화되고 흡수되는 (가)는 소화계를 나타낸다. 소화 과정에서 체내로 흡수되지 못한 여분의 찌꺼기는 대변의 형태로 대장을 거쳐 몸 밖으로 배출된다. 소화계에서는 단백질이 최종 단계인 아미노산으로 분해되어 흡수된다. 산소와 이산화 탄소의 교환이 일어나는 (나)는 호흡계이다. 순환계는 우리 몸의 각 기관계를 연결하여 물질을 운반하며, 단백질의 소화 결과 발생한 요소와 같은 노폐물은 배설계인 (다)를 통해 몸 밖으로 배설된다.

오답 피하기

ㄴ. 영양소와 산소를 조직 세포까지 운반하는 기관계는 순환계이다. (나)는 호흡계로, 온몸을 돌아 산소를 공급하고 이산화 탄소를 받은 혈액이 다시 산소를 얻고 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내는 기체 교환이 일어난다.

035 답 ⑤ | (가)는 산소와 이산화 탄소의 기체 교환이 일어나는 호흡계, (나)는 각 기관계와 조직 세포를 돌며 영양소를 공급하고 노폐물을 운반하는 순환계, (다)는 에너지 생성 과정에서 생긴 노폐물과 여분의 물 등을 배설하고 체내 수분량을 조절하는 배설계이다.

순환계는 혈액을 펌프질하는 심장과, 온몸에 퍼져 있는 혈관, 혈액으로 구성된다. 배설계는 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 기능 외에도 물의 재흡수량을 조절하여 체액의 삼투압을 조절하는 기능도 수행한다.

036 답 ② | 음식물이 흡수되고 소화되지 않은 찌꺼기가 배출되는 (가)는 소화계를 나타낸다. 산소와 이산화 탄소가 교환되는 (나)는 호흡계를 나타내며, 노폐물이 몸 밖으로 배설되는 (다)는 배설계를 나타낸다.

호흡계에서 흡수된 산소(O_2)는 혈액 속 헤모글로빈에 결합하여 운반되고, 순환계의 작용을 통해 온몸의 조직 세포에 공급된다.

오답 피하기

ㄱ. 소화계에서 흡수되지 않은 물질은 대장에서 대변의 형태로 만들어지고, 항문을 통해 몸 밖으로 배출된다. 이는 소화의 과정으로, 체내에서 생성된 노폐물을 몸 밖으로 내보내는 배설과는 다른 과정이다.

ㄷ. 세포 호흡 과정에서 발생하는 에너지 중 많은 양이 열에너지를 형태로 방출되어 체온 유지에 쓰인다. 열에너지로 방출되고 남은 에너지가 ATP의 합성에 쓰여 생명 활동에 이용할 수 있는 화학 에너지의 형태로 저장된다.

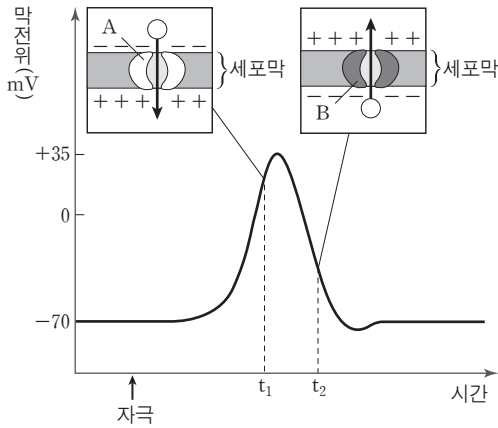
037 답 ③ | 막전위가 상승하는 탈분극 시기에 열리는 통로인 A는 Na^+ 통로이고, 다시 막전위가 하강하는 재분극 시기에 열리는 통로인 B는 K^+ 통로이다. 탈분극 시기(t_1)에는 세포막 바깥의 Na^+ 이 안으로 들어오면서 막전위가 상승하고, 재분극 시기(t_2)에는 세포막 내부의 K^+ 이 세포막 바깥으로 이동하면서 막전위가 다시 하강한다.

Na^+ , K^+ 의 농도는 활동 전위의 진행과 큰 상관없이 거의 일정하게 유지된다. 이에 따라 K^+ 의 농도는 막 안에서 항상 높다.

오답 피하기

ㄴ. Na^+ 통로, K^+ 통로 같은 이온 통로를 통한 이온의 이동은 농도 기울기에 따른 확산 현상으로 일어나 ATP에 저장된 에너지가 쓰이지 않는다. 참고로, 농도 기울기에 역행하여 세 개의 Na^+ 을 세포막 바깥으로 내보내고 두 개의 K^+ 을 세포 내부로 운반하는 Na^+-K^+ 펌프의 작용에는 ATP가 사용된다.

문제 속 자료 활동 전위의 발생



- 막전위가 분극 상태에서 급격히 상승하는 탈분극 시기에 열리는 A는 Na^+ 통로이다. 탈분극 시기에 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포막 바깥에서 세포 내부로 들어오면서 막전위가 상승한다.
- 상승했던 막전위가 다시 하강하는 재분극 시기에 열리는 B는 K^+ 통로이다. 재분극 시기에는 세포 내부에 있던 K^+ 이 세포 외부로 빠져나가면서 다시 막전위가 하강한다.
- 탈분극과 재분극 시기가 모두 끝나면 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프의 작용 등으로 다시 원래의 분극 상태로 되돌아간다.
- 활동 전위의 진행과 상관없이 Na^+ 의 농도와 K^+ 의 농도는 거의 동일하게 유지된다.

- 038 답 ① | (가)**는 활동 전위의 발생을 나타내는 그래프이다. 그 그래프에서 표시된 t_1 시기는 분극 상태에서 막전위가 상승하는 탈분극 시기이며, 이때는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 축삭 돌기의 세포막 바깥에서 안으로 들어오게 된다.
- (나)에서 A는 Na^+ 통로와 K^+ 통로가 모두 닫혀 있는 상태로 분극 상태를 나타낸다. B는 K^+ 통로는 닫혀 있고 Na^+ 통로는 열려 있으므로, Na^+ 이 들어오는 탈분극 상태임을 알 수 있다. C는 Na^+ 통로는 닫혀 있고 K^+ 통로는 열려 있으므로, K^+ 이 세포막 바깥으로 이동하는 재분극 상태임을 알 수 있다. 따라서 (가)의 t_1 시기는 (나)의 B에 해당한다.

오답 피하기

- ㄴ. 활동 전위는 분극 → 탈분극 → 재분극 순서로 진행되므로, C가 가장 많이 진행된 상태이고, 상대적으로 B는 덜 진행된 것이므로 C가 B보다 먼저 활동 전위가 발생한 것이다. 따라서 흥분의 전도는 C에서 A 방향으로 진행된 것이다.
- ㄷ. Na^+ 의 농도는 활동 전위의 발생과 상관없이 항상 세포막 바깥에서가 높다.

- 039 답 ③ |** 그래프는 활동 전위의 발생을 나타내며, t_1 시기는 탈분극 시기, t_2 시기는 재분극 시기를 나타낸다. 탈분극 시기에는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포막 바깥에서 세포 안으로 들어오면서 막전위가 상승한다. 이때 Na^+ 이 세포막 안

으로 들어오는 것을 Na^+ 의 막 투과도가 상승한다고 표현한다. 따라서 Na^+ 의 막 투과도는 t_1 에서 t_2 보다 더 높다. Na^+ 은 탈분극 시기에 세포막 바깥에서에서 세포막 안으로 이동하므로, ㉠은 세포 내부, ㉡은 세포 외부가 된다. 재분극 시기(t_2)에는 K^+ 의 막 투과도가 상승하여 ㉠에서 ㉡ 방향으로 K^+ 통로를 통해 이동한다.

오답 피하기

ㄷ. 활동 전위의 발생 시 이온이 이동하는 양은 전체 이온의 양에 비해 미량으로, 세포 내부와 외부의 이온 농도에 거의 영향을 주지 않는다. 따라서 t_2 시기에도 Na^+ 의 농도는 세포 바깥에서가 세포 안보다 높고, K^+ 의 농도는 세포 안에서가 세포 밖보다 높다.

- 040 답 ① |** 뉴런이 연결되어 있는 상태에서 축삭 돌기의 한 지점에 자극을 주면 흥분은 양 방향으로 전도된다. 뉴런과 뉴런 사이에서는 축삭 돌기 말단에서 다음 뉴런의 신경 세포체 방향으로만 흥분이 전달되고, 신경 세포체에서 축삭 돌기 말단 방향으로의 흥분은 전달되지 않는다.

C 지점에서의 활동 전위를 나타내는 그래프에서, 구간 I은 재분극 시기를 나타내며 이 시기에는 K^+ 의 막 투과도가 증가해 K^+ 통로를 통해 K^+ 이 이동한다. 이때 이온의 이동은 농도 차에 따른 확산 현상으로 일어나며 ATP는 사용되지 않는다.

오답 피하기

- ㄴ. B에 자극을 주면 흥분은 A와 C로는 전도되지만, 신경 세포체에서 축삭 돌기의 방향인 D로는 전달되지 않는다. 따라서 D에는 활동 전위가 나타나지 않는다.
- ㄷ. K^+ 통로를 통한 K^+ 의 이동은 확산에 따라 일어나므로 ATP가 사용되지 않는다.

- 041 답 ③ |** 시냅스로 연결된 두 뉴런에서 축삭 돌기 말단에서 다음 신경 세포체 방향으로의 자극이 전달되지만 반대 방향으로의 자극이 전달되지 않는다. 따라서 P 지점에 자극을 주면 흥분은 축삭 돌기를 따라 전도되고 시냅스를 거쳐 전달되므로 A, B 모두 활동 전위가 발생하게 된다. 반면, Q 지점에 자극을 주면 흥분은 B에는 전도되지만 신경 세포체에서 축삭 돌기 말단 방향으로의 전달되지 않으므로 A에는 나타나지 않는다. 그리고 C의 경우, 말미집을 나타내며 말미집은 절연체 역할을 하여 활동 전위가 발생하지 않는다.
- 종합하면, 오른쪽 표에서 P와 Q를 자극할 때 어디에도 활동 전위가 발생하지 않는 ㉡은 C가 된다. 그리고 P와 Q를 자극할 때 모두 활동 전위가 발생하는 ㉠은 B, Q를 자극할 때는 발생하지 않고 P를 자극할 때만 활동 전위가 발생하는 ㉢은 A가 된다.

Na^+ 의 농도는 활동 전위의 진행에 큰 영향을 받지 않으므로 항상 세포 안보다 세포 밖에서 더 높다.

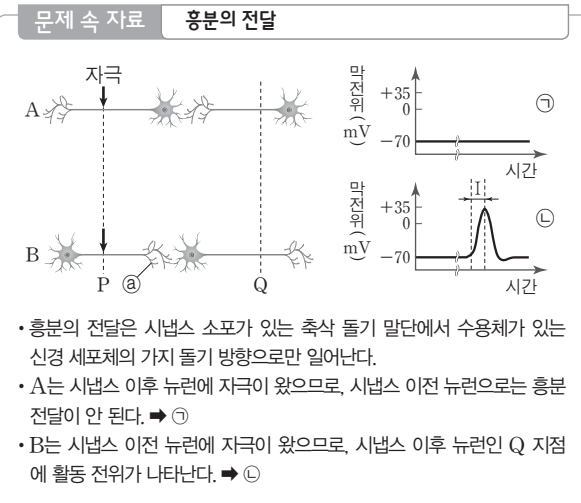
오답 피하기

- ㄱ. 시냅스 전 뉴런은 말이집이 없으므로 민말이집 신경이고, 시냅스 후 뉴런은 말이집이 있으므로 말이집 신경이다.
 ㄴ. ㉠은 B이다.

042 답 ⑤ | 신경 세포체에서 축삭 돌기 말단 방향으로는 자극이 전달되지 않으므로 A의 경우 P 지점에 자극을 주더라도 Q에는 활동 전위가 발생하지 않는다. 반면 B에서는 P 지점에 자극을 주면 축삭 돌기 말단에서 다음 신경 세포체로 신경 전달 물질이 분비되어 자극이 전달되고, 따라서 Q에서도 활동 전위가 발생하게 된다. 따라서 활동 전위가 나타나지 않는 ㉠은 A, 활동 전위가 발생하는 ㉠은 B의 경우이다.
 (나)에서 구간 I은 탈분극 시기로, Na^+ 의 막 투과도가 높아져 세포막에 있는 Na^+ 통로를 통해 Na^+ 이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

오답 피하기

- ㄱ. A에서는 Q 지점에 활동 전위가 발생하지 않으므로, A의 막전위 변화를 나타내는 것은 ㉠이다.

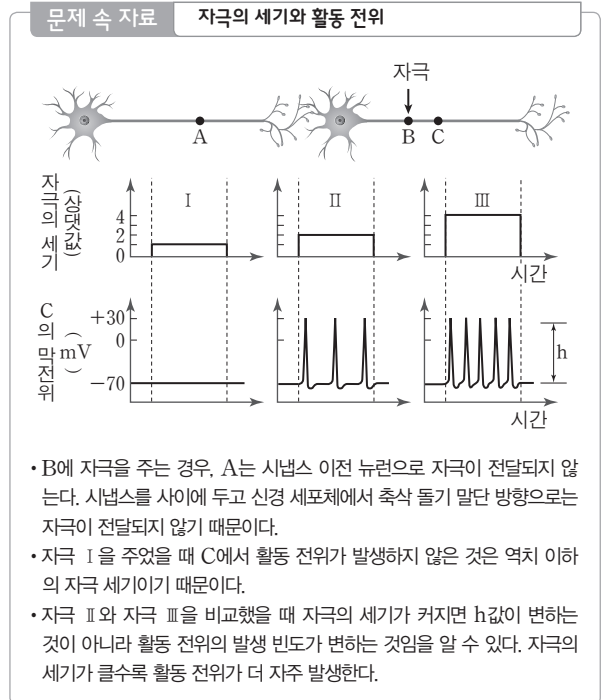


043 답 ① | 자극 I의 경우 C에서 활동 전위가 발생하지 않으므로, 역치 이하의 자극 세기임을 알 수 있다. 자극 II와 자극 III은 모두 활동 전위가 발생하므로 역치 이상의 자극임을 알 수 있다. 자극 II와 자극 III을 비교했을 때 세기가 더 큰 자극 III을 주었을 때 활동 전위의 막전위 값은 같지만 더 많은 빈도로 발생했다. 이를 통해 센 자극이 주어질수록 활동 전위의 막전위 값이 변하는 것이 아닌 발생 빈도가 늘어나는 것임을 알 수 있다.
 A 지점은 시냅스 이전 뉴런으로, 신경 세포체에서 축삭 돌기 말단 방향으로 자극이 전달되지 않으므로 활동 전위가 발

생하지 않는다.

오답 피하기

- ㄴ. 역치 이상인 자극 II를 주더라도 A에서는 자극이 시냅스를 통과해 전달되지 않으므로 활동 전위가 발생하지 않는다.
 ㄷ. 자극의 세기가 커지면 h값이 변하는 것이 아닌 활동 전위의 발생 빈도가 증가한다.



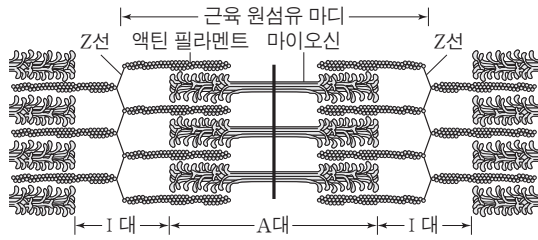
044 답 ③ | 근육 원섬유 마디는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹쳐진 구조가 반복되어 나타난다. 근육 원섬유 마디에서 A대는 마이오신 필라멘트로 이루어진 부분이다. 이 부분은 상대적으로 어두워 보이므로 암대라고 한다. 반면, I대는 액틴 필라멘트만으로 이루어진 부분으로, A대에 비해 상대적으로 밝게 보이므로 명대라고 한다. A대의 경우 내부에 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이 있고, 마이오신 필라멘트만으로 이루어진 부분이 있는데, 마이오신 필라멘트만으로 이루어진 부분을 H대라고 한다. 근육이 수축하는 경우 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가면서 근육 원섬유 마디가 짧아지게 되는데, 이 과정을 활주라고 한다. 활주가 일어날 때는 마이오신 필라멘트나 액틴 필라멘트의 자체 길이가 변하는 것이 아닌 겹치는 부분이 늘어나게 된다.

오답 피하기

- ㄱ. 근육의 이완과 수축에 상관없이 마이오신 필라멘트의 길이가 달라지지 않으므로, A대의 길이도 달라지지 않는다.
 ㄴ. 근육의 수축과 이완에 상관없이 액틴 필라멘트의 길이

자체는 변하지 않는다.

문제 속 자료 근육 원섬유 마디



- 근육 원섬유 마디는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 두 종류의 단백질로 이루어지며, 이 둘의 분포에 따라 여러 부분으로 구분한다.
- 마이오신 필라멘트로 이루어진 부분을 A대라고 한다.
- A대에서 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이 아닌 마이오신 필라멘트로만 이루어진 부분을 H대라고 한다.
- 액틴 필라멘트로만 이루어진 부분을 I대라고 한다.

045 답 ⑤ | 그림에서 제시된 근육 원섬유 마디에서 밝게 보이며 가운데에 Z선이 보이는 ㉠은 I대, 상대적으로 진하게 보이는 ㉡은 A대이다. 골격근이 이완할 때는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이 줄어들면서 I대의 길이가 늘어나게 된다.

골격근을 이루는 근육 섬유는 발생 과정에서 여러 개의 세포가 융합되어 만들어지므로 여러 개의 핵을 갖는 다핵 세포이다.

오답 피하기

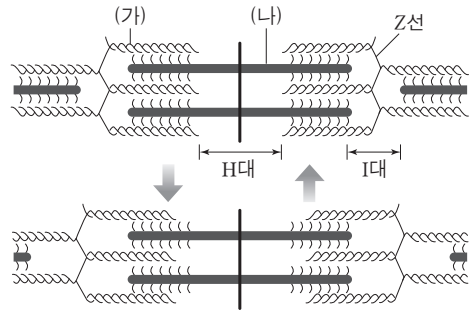
ㄱ. ㉡은 마이오신 필라멘트가 있는 부분으로 골격근의 수축과 이완에 상관없이 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트의 길이 자체는 변하지 않으므로 ㉡의 길이는 달라지지 않는다.

046 답 ④ | 제시된 자료에서 (가)는 액틴 필라멘트, (나)는 마이오신 필라멘트를 나타낸다. 윗부분은 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 겹치는 부분이 많아지는 수축 시기, 아랫부분은 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트로부터 나와 겹치는 부분이 줄어드는 이완 시기를 나타낸다. 즉, 근육이 수축할 때는 (가)와 (나)가 겹치는 부분이 늘어나면서 근육 원섬유 마디가 짧아지고, 반대로 이완할 때는 겹치는 부분이 줄어들어 근육 원섬유 마디가 늘어난다. 따라서 이완할 때는 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대의 길이가 늘어나게 된다.

오답 피하기

ㄱ. 근육의 수축과 이완 시에 미끄러져 들어가거나 나오는 (가)는 액틴 필라멘트, 위치가 고정되어 있는 (나)는 마이오신 필라멘트이다.

문제 속 자료 활주설



- 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가는 과정을 활주라고 한다.
- 그림의 윗부분처럼 근육이 수축할 때는 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가면서 겹치는 부분이 많아지고, 이로 인해 I대와 H대의 길이가 짧아지면서 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아진다.
- 반대로 근육이 이완할 때는 액틴 필라멘트가 빠져 나가면서 I대와 H대의 길이가 늘어나고 근육 원섬유 마디의 길이도 늘어난다.
- 활주가 일어나는 과정에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이 자체가 변하는 것이 아니라는 것에 주의한다.

047 답 ① | 팔을 구부리면 팔 안쪽 근육인 ㉠의 길이는 수축하게 된다. 팔을 구부려서 근육이 수축할 때 근육 원섬유 마디를 이루는 액틴 필라멘트나 마이오신 필라멘트의 길이 자체가 변하지는 않으며, 활주가 일어나 두 필라멘트가 겹치는 길이가 늘어나게 된다. 이때는 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대와 마이오신 필라멘트로만 이루어진 H대의 길이는 짧아지게 된다.

오답 피하기

- ㄴ. 근육의 수축과 이완에 상관없이 액틴 필라멘트, 마이오신 필라멘트 자체의 길이는 변하지 않는다.
- ㄷ. H대의 길이는 근육이 수축할 때는 짧아지고, 근육이 이완할 때는 늘어난다.

048 답 ⑤ | X는 근육 원섬유 마디를 나타낸다. ㉢은 I대의 절반을, ㉡은 액틴 필라멘트를 나타낸다. 표를 보면 (나)에서 A대의 길이가 1.6 μm 인데, A대의 길이는 변하지 않으므로 (가)에서도 1.6 μm 이다. 또한, (나)에서 H대의 길이가 1.2 μm 로, (가)에서보다 1.0 μm 가 늘어났으므로, (가)가 수축한 시기, (나)가 이완한 시기이다. ㉠의 길이는 이완한 시기인 (나)에서가 수축한 시기인 (가)보다 더 길다.

049 답 ④ | 그림에서 ㉠은 마이오신 필라멘트로 이루어진 A대를, ㉡은 액틴 필라멘트와 겹치는 부분을 제외한 마이오신 필라멘트로만 이루어진 H대를 나타낸다. A대의 길이는 근육의 수축과 이완에 상관없이 동일하므로 수축 시에도 이완 시와 같은 1.6 μm 이다. 근육 원섬유 마디가 수축할 때는 액

턴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 활주하는데, 이 과정에서 ATP가 사용된다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 A대, ㉡은 H대를 나타낸다.

050 답 ① | 그림에서 ㉠은 A대 중에서 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이고, ㉡은 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대 중 절반을 나타낸다.

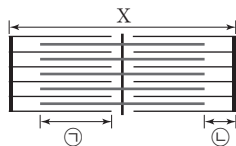
표에서 t_2 와 t_1 시기를 비교하면, 두 필라멘트가 겹치는 부분인 ㉠의 길이가 t_2 시기에서 $0.3 \mu\text{m}$ 만큼 줄어들었는데, 이는 그만큼 겹치는 부분이 줄어들면서 근육 원섬유 마디가 늘어났음을 의미한다. ㉠과 똑같은 구조가 반대편에 대칭으로 있으므로, 전체 근육 원섬유 마디는 $0.3 \mu\text{m}$ 의 두 배인 $0.6 \mu\text{m}$ 가 늘어난다. 따라서 t_2 시기에서 X의 길이는 $2.8 \mu\text{m}$ 가 된다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠에서 줄어든 길이만큼 H대의 길이는 늘어나므로, t_2 시기에서 H대의 길이는 총 $0.6 \mu\text{m}$ 가 늘어난다.

ㄷ. 전자 현미경으로 관찰하면 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 ㉠ 부분이 액틴 필라멘트만 있는 ㉡ 부분보다 어둡게 보인다.

문제 속 자료 **활주설**



시점	X	㉠
t_1	$2.2 \mu\text{m}$	$0.7 \mu\text{m}$
t_2	?	$0.4 \mu\text{m}$

- 그림에서 근육 원섬유 마디 X는 가운데 선을 기준으로 양쪽이 대칭인 구조이다.
- 표에서 t_2 시기에 ㉠의 길이가 $0.3 \mu\text{m}$ 만큼 줄어들었으므로 반대편도 똑같이 줄어들고, 이는 X의 길이가 총 $0.6 \mu\text{m}$ 만큼 늘어났음을 의미한다. 따라서 t_2 시기의 X의 길이는 $2.2 \mu\text{m}$ 에서 $0.6 \mu\text{m}$ 만큼 늘어난 $2.8 \mu\text{m}$ 가 된다.
- ㉠이 줄어든 만큼 가운데의 H대의 길이는 늘어나므로, t_2 에서가 t_1 보다 H대의 길이가 $0.6 \mu\text{m}$ 만큼 더 길다.

051 답 ⑤ | t_1 시기에 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분의 길이가 $0.2 \mu\text{m}$ 이고, t_2 시기에서는 $0.7 \mu\text{m}$ 이다. 이는 겹치는 부분이 $0.5 \mu\text{m}$ 만큼 늘어난 것으로, 근육 원섬유 마디가 수축했음을 나타낸다. 근육 원섬유 마디 X는 좌우 대칭인 구조이므로, 수축 시에는 $0.5 \mu\text{m}$ 의 두 배인 $1.0 \mu\text{m}$ 가 줄어들게 된다. 따라서 t_2 시기의 X의 길이는 $3.2 \mu\text{m}$ 에서 $1.0 \mu\text{m}$ 가 줄어든 $2.2 \mu\text{m}$ 가 된다. 이 과정에는 ATP가 소모된다.

t_2 시기의 설명을 보면, H대의 길이는 $0.2 \mu\text{m}$ 이고, ㉠의 길

이는 $0.7 \mu\text{m}$ 이다. 마이오신 필라멘트의 길이는 H대와 두 개의 ㉠ 길이를 합친 것과 같으므로, $0.2 + 0.7 + 0.7 = 1.6(\mu\text{m})$ 가 된다.

052 답 ④ | A는 상대적으로 가는 필라멘트로만 이루어진 모습이므로 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대를 나타낸다. 즉, ㉠은 액틴 필라멘트이다. B는 굵은 필라멘트로만 이루어진 부분으로 마이오신 필라멘트로만 이루어진 H대를 나타낸다. 즉, ㉡은 마이오신 필라멘트이다. C는 두 필라멘트가 동시에 있으므로, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이다.

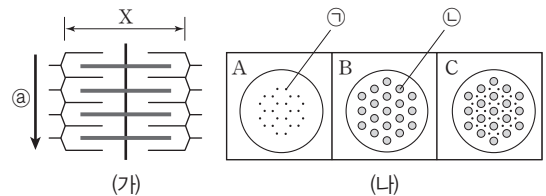
근육 원섬유 마디 X에서, A대의 길이는 변하지 않는다.

따라서 $\frac{\text{H대의 길이}}{\text{A대의 길이}}$ 의 값은 H대의 길이에 따라 결정되며, X가 수축하여 H대의 길이가 짧아지면 그 값도 작아진다. 따라서 ㄷ은 맞는 설명이다.

오답 피하기

ㄴ. C는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이다. I대의 단면에 해당하는 것은 액틴 필라멘트로만 이루어진 A이다.

문제 속 자료 **근육 원섬유 마디의 단면**



- (가)에서 ㉠ 방향으로 자르게 되면 근육 원섬유 마디의 세로 단면을 보게 된다.
- A는 가는 필라멘트로만 이루어졌으므로 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대를 나타낸다.
- B는 굵은 필라멘트로만 이루어졌으므로 마이오신 필라멘트로만 이루어진 H대를 나타낸다.
- C는 두 종류의 필라멘트가 모두 있으므로, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분을 나타낸다.

053 답 ① | (가)에서 ㉠은 근육 섬유를 나타낸다. (나)에서 A는 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대, B는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트로 이루어진 모습으로 두 필라멘트가 겹친 부분을, C는 마이오신 필라멘트로만 이루어진 H대를 나타낸다. 여기서 ㉠은 액틴 필라멘트, ㉡은 마이오신 필라멘트이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠은 액틴 필라멘트이다.

ㄷ. I대의 단면은 A에 해당한다.

054 답 ④ | ㉠은 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대, ㉡은 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분, ㉢은 마이오신 필라멘트로만 이루어진 H대를 나타낸다. 여기서 ㉠과 ㉢은 모두 A대에서 관찰되는 부분이다.

오답 피하기

ㄷ. 수축 시에는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이 늘어나면서 줄어든 H대의 길이만큼 근육 원섬유 마디의 길이가 감소한다. 따라서 ㉠의 값은 $0.2 \mu\text{m}$ 가 줄어들어야 하므로 $0.0 \mu\text{m}$ 가 된다. 근육의 수축과 이완 시에 A대의 길이는 변하지 않으므로, ㉢의 값은 $1.6 \mu\text{m}$ 이다. 따라서 $\text{㉠} + \text{㉢} = 1.6 + 0.0 = 1.6(\mu\text{m})$ 가 된다.

055 답 ③ | 제시된 그림은 가는 액틴 필라멘트와 굵은 마이오신 필라멘트가 동시에 있으므로, 두 필라멘트가 겹치는 부분을 나타낸다.

A대, H대, I대 중 마이오신 필라멘트가 없는 부분은 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대이다. 따라서 ㉠은 I대를 나타낸다. 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분이 존재하는 부분은 A대이므로, ㉢은 A대이고, ㉡은 나머진 H대가 된다.

근육 원섬유 마디가 수축하면 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분이 늘어나므로 H대인 ㉡의 길이는 짧아진다.

오답 피하기

ㄷ. 근육 원섬유 마디가 이완하면 두 필라멘트가 겹치는 부분이 줄어들므로, 그림과 같은 단면을 갖는 부분의 길이는 짧아진다.

056 답 ③ | ㉠은 중추 신경계인 척수를 이루는 연합 뉴런이고, ㉡은 배쪽의 전근으로 운동 뉴런을 나타낸다. 손끝에서 자극이 들어오면 ㉠과 ㉡을 거쳐 근육인 ㉢로 자극이 전달되어 ㉢이 수축하게 된다.

척수는 속 부분이 회색질로, 겉 부분은 백색질로 되어 있는데, 회색질 부분에 연합 뉴런과 운동 뉴런의 신경 세포체가 분포한다. 따라서 운동 뉴런인 ㉡의 신경 세포체는 척수의 회색질에 분포한다.

오답 피하기

ㄷ. 근육 수축 시에도 A대의 길이는 변하지 않는다. ㉢이 수축할 때 근육 원섬유 마디의 I대와 H대의 길이는 줄어들므로,

$\frac{\text{A대의 길이}}{\text{I대의 길이} + \text{H대의 길이}}$ 의 값은 커지게 된다.

057 답 ② | 후근인 A는 감각 뉴런, 전근인 B는 운동 뉴런이다.

무릎 반사인 발끝이 올라가는 작용 ㉢이 일어나면, 근육 ㉣은 이완한다.

A는 감각 뉴런으로 말초 신경계 중 중추 신경계로 흥분을 전달하는 구심성 신경에 속한다. 운동 뉴런인 B의 신경 세포체는 척수의 속 부분인 회색질에 분포한다.

오답 피하기

ㄱ. 감각 뉴런은 구심성 신경으로, 자율 신경계가 아니다. 중추 신경계의 명령을 반응 기관으로 전달하는 원심성 신경 중 대뇌의 지배를 받아 골격근을 움직이는 신경을 체성 신경계, 대뇌의 지배를 받지 않고 각종 내장에 분포하는 신경계를 자율 신경계라고 한다.

ㄷ. ㉢이 일어나는 동안 허벅지 뒷 근육인 ㉣은 이완하게 된다. 이때 근육의 수축과 이완 여부와 관계없이 액틴 필라멘트나 마이오신 필라멘트 자체의 길이는 변하지 않는다.

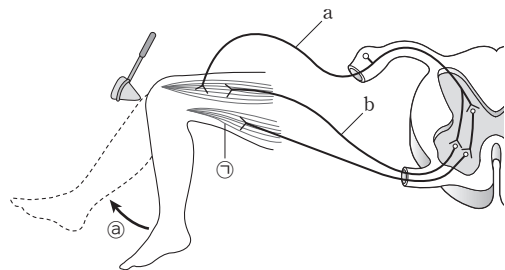
058 답 ③ | 등 쪽의 후근으로 들어가는 a는 감각 뉴런, 배 쪽의 전근으로 나가는 b는 운동 뉴런이다.

감각 뉴런의 축삭 돌기의 세포막에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 작동하므로, K^+ 이 세포 안으로 유입된다. 또한, 운동 뉴런의 축삭 돌기는 말미집 신경이므로 흥분이 전달될 때 도약 전도를 통해 일어난다. 무릎에 자극을 주어 발이 올라가는 ㉢이 일어날 때, 근육 ㉣은 이완하게 된다. 이 때 근육 ㉣을 이루는 근육 원섬유 마디에서 A대의 길이는 변하지 않고, I대의 길이는 늘어난다.

오답 피하기

ㄷ. ㉢이 일어나는 동안 ㉣은 이완한다. 이때 근육 원섬유 마디의 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트를 빠져 나오므로 A대의 길이는 변함 없고 I대와 H대의 길이는 늘어난다. 따라서 $\frac{\text{A대의 길이}}{\text{I대의 길이}}$ 의 값은 작아진다.

문제 속 자료 **척수 반사**



- 척수의 등 쪽으로 들어가는 후근인 a는 감각 뉴런이고, 척수의 배 쪽으로 나가는 전근인 b는 운동 뉴런이다.
- 중추 신경계인 척수는 내부가 회색질로, 외부가 백색질로 되어 있으며, 회색질에 연합 뉴런과 운동 뉴런의 신경 세포체가 모여 있다.
- 무릎 반사가 일어나 발이 올라가는 ㉢이 일어나면 허벅지 앞쪽 근육은 수축하고, 허벅지 뒷 근육인 ㉣은 이완한다.

059 답 ③ | (가)는 중추 신경계인 척수를, A는 척수의 배 쪽으로 나가는 전근을 이루는 운동 뉴런을 나타낸다. 근육 원섬유 마디에서 ㉠은 액틴 필라멘트로만 이루어진 I대, ㉡은 마이오신 필라멘트가 있어 상대적으로 어두워 보이는 A대를 나타낸다.

무릎 반사가 일어나 A가 흥분하게 되면 근육이 수축하게 되므로, 근육 원섬유 마디의 수축이 일어나 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 들어가게 된다. 그 결과 I대인 ㉠의 길이는 짧아진다.

오답 피하기

㉡. ㉡은 마이오신 필라멘트가 있는 부분인 A대이다. A대에는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트가 겹치는 부분도 있고, 마이오신 필라멘트만 존재하는 H대도 존재한다.

060 답 ⑤ | 우리 몸의 내장 기관에 연결되어 있는 신경 (가)와 (나)는 자율 신경계를 나타낸다. 자율 신경계는 교감 신경과 부교감 신경으로 구분되는데, 신경절 이전 뉴런이 짧은 신경이 교감 신경, 신경절 이전 뉴런이 긴 뉴런이 부교감 신경이다. 따라서 (가)는 교감 신경, (나)는 부교감 신경이다. 교감 신경은 주로 우리 몸을 위급한 상황에 대비하게 하는 기능을 하는데, 심장 박동을 빠르게 하고 동공을 확장시키는 등의 기능을 한다. 따라서 (가)가 흥분하면 심장 박동이 빨라진다. 자율 신경계는 중추 신경계의 명령을 각 기관에 전달하는 말초 신경계에 속한다.

교감 신경과 부교감 신경의 신경절에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린으로 같지만, 신경절 이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 서로 다르다. 이는 같은 기관에 분포하는 교감 신경과 부교감 신경이 서로 반대되는 작용을 해야 하기 때문이다. 부교감 신경의 축삭 돌기 말단에서는 아세틸콜린이, 교감 신경의 축삭 돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

061 답 ④ | 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧은 (가)는 부교감 신경, 반대로 신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 긴 (나)는 교감 신경이다. 신경절인 ㉠과 ㉡에는 신경절 이전 뉴런의 말단에서 신경 전달 물질이 분비되는데, 교감 신경과 부교감 신경 모두 아세틸콜린이 분비된다. (가)와 (나)는 모두 중추 신경계의 명령을 몸의 말단까지 전달하는 말초 신경계에 해당한다. 교감 신경인 (나)가 흥분하면 소화액의 분비가 억제된다.

오답 피하기

㉡. ㉠과 ㉡은 모두 아세틸콜린이다.

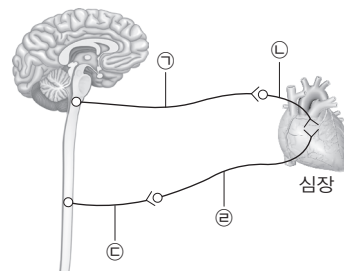
062 답 ② | 신경절 이전 뉴런이 긴 ㉠과 ㉡은 부교감 신경을 이루는 신경이며, 신경절 이전 뉴런이 짧은 ㉢과 ㉣은 교감 신경을 이루는 신경이다. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 모두 척수에 분포하는 반면, 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체는 대부분 연수와 중간뇌, 간뇌에 분포하고 방광 수축에 관여하는 신경만이 척수에 분포한다. 교감 신경은 우리 몸을 긴장 상태로 만들어 흥분하면 심장 박동이 빨라지게 하고, 반대로 부교감 신경은 우리 몸을 이완하게 해 심장 박동이 느려지게 한다. 따라서 교감 신경인 ㉢이 흥분하면 심장 박동이 빨라지고, 부교감 신경인 ㉠이 흥분하면 심장 박동이 느려진다. 교감 신경과 부교감 신경에서 신경절 이전 뉴런의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린으로 같지만, 신경절 이후 뉴런에서 분비되는 신경 전달 물질은 서로 다르다. 부교감 신경은 아세틸콜린, 교감 신경은 노르에피네프린이 분비된다.

오답 피하기

㉠. ㉠은 심장에 분포하는 부교감 신경으로 신경 세포체는 연수에 있다.

㉡. ㉡은 신경절 이전 뉴런이며, 교감 신경과 부교감 신경 모두 신경절 이전 뉴런에서는 신경 전달 물질로 아세틸콜린이 분비된다.

문제 속 자료 교감 신경과 부교감 신경



- 신경절 이전 뉴런이 긴 ㉠과 ㉡은 부교감 신경을 이루고, 신경절 이전 뉴런이 짧은 ㉢과 ㉣은 교감 신경을 이룬다.
- 부교감 신경인 ㉠의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, ㉡의 말단에서도 아세틸콜린이 분비된다.
- 교감 신경인 ㉢의 말단에서는 아세틸콜린이, ㉣의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.
- 교감 신경은 우리 몸을 위급한 상황에 대비하여 긴장 상태로 만드는 작용을 하고, 부교감 신경은 긴장 상태에서 이완되는 작용을 한다.

063 답 ① | 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체 위치를 통해 교감 신경과 부교감 신경을 구분할 수 있다. 교감 신경은 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 모두 척수에 분포하는 반면, 부교감 신경은 대부분 연수, 중간뇌와 같은 뇌줄기에 분포하고 방광의 수축에 관여하는 신경만 척수에 분포한다. 따라서 오른쪽 표에서 신경 세포체가 연수에 분포한 신경 X는 부교감

신경이고, 신경 세포체가 척수에 분포한 신경 Y는 교감 신경이다.

교감 신경의 경우 신경절 이전 뉴런의 말단에서는 신경 전달 물질로 아세틸콜린이 분비되고, 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다. 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런과 신경절 이후 뉴런의 말단에서 모두 신경 전달 물질로 아세틸콜린이 분비된다. ㉠은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런이 기관에 분비하는 신경 전달 물질이므로, 아세틸콜린이다.

오답 피하기

ㄴ. X는 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 연수에 위치하는 부교감 신경이다. 부교감 신경은 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧다.

ㄷ. 교감 신경은 우리 몸을 위기 상황에 대처하도록 긴장시키는 작용을, 부교감 신경은 긴장 상태에서 이완하는 작용을 주로 한다. 심장에 연결된 교감 신경이 흥분하면 심장 박동이 빨라진다.

064 답 ⑤ | 그림은 음성 피드백에 의한 호르몬의 분비 조절을 나타낸 것으로, 갑상샘에서 분비하는 티록신의 분비 조절 과정이다. (가)에서 A를 분비하면 (나)에서 B의 분비가 촉진되고, B는 다시 (다)에서 C의 분비를 촉진하여 최종 표적 기관인 (라)에 작용하게 된다. 표적 기관에 작용하는 C가 과다하게 분비되면, 이것이 신호가 되어 최초로 분비를 지시하는 A의 분비가 억제된다.

오답 피하기

- ① (가)가 제거된다고 해서 (나)에서 A가 생성되지는 않는다. (나)는 A의 표적 기관이다.
- ② (다)는 C를 분비하는 기관이고, (다)에서 분비된 C의 표적 기관은 (라)이다.
- ③ (라)는 호르몬을 분비하지는 않으므로 내분비샘이 아니며, 최종 표적 기관이다.
- ④ B는 (다)에서 C의 분비를 촉진하므로, B의 분비가 감소하면 C의 분비도 감소한다.

065 답 ② | 시상 하부에서 내분비샘을 자극하여 분비되는 호르몬 A는 부신 속질에서 분비되는 아드레날린이다. 아드레날린은 교감 신경에 의해 분비가 촉진된다. 반면, 시상 하부를 비롯하여 여러 내분비샘을 거쳐 분비가 촉진되는 호르몬 B는 갑상샘에서 분비되는 티록신이다.

아드레날린의 분비를 촉진하는 신호인 ㉠은 신경계에 의한 신호이고, 티록신의 분비를 촉진하는 신호 ㉡, ㉢은 호르몬에 의한 신호이다.

오답 피하기

ㄱ. 호르몬 A는 아드레날린으로, 부신 겉질이 아닌 부신 속질에서 분비된다.

ㄷ. 호르몬 B가 과다하게 분비되면 음성 피드백 작용으로 인해 ㉡과 ㉢의 분비는 억제된다.

066 답 ② | 왼쪽의 그림은 갑상샘에서 분비되는 티록신의 분비가 조절되는 과정을 나타낸 것이다. 시상 하부에서 뇌하수체 전엽을 자극하면 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬(TSH)이 분비되고, TSH가 분비되어 갑상샘을 자극하면 티록신이 분비된다.

티록신은 간, 근육과 같은 표적 기관에 작용하여 물질대사를 촉진하는 기능을 한다. 티록신이 필요한 양 이상으로 과다하게 분비되면, 이것이 신호가 되어 시상 하부와 뇌하수체 전엽의 작용을 억제하여 최종적으로 갑상샘에서의 티록신 분비가 억제된다.

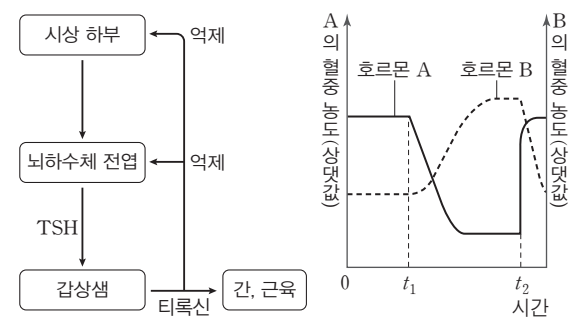
오른쪽 그래프를 보면, 갑상샘의 기능이 저하되자 분비량이 감소하는 호르몬 A는 티록신, 호르몬 A의 분비가 저하되자 분비가 증가하는 호르몬 B는 갑상샘을 자극하여 티록신의 분비를 촉진하는 TSH이다. t_2 일 때 호르몬을 투여하자 티록신의 양이 늘었으므로 TSH의 분비량은 감소하게 된다.

오답 피하기

ㄱ. 호르몬 A는 갑상샘의 기능이 저하된 시점부터 분비량이 급격히 감소하므로 티록신을 알 수 있다. 호르몬 B는 티록신의 분비를 촉진하는 TSH이다.

ㄷ. 티록신의 분비는 음성 피드백 작용으로 조절된다. 따라서 티록신이 과다하게 분비되면 TSH의 분비는 감소한다.

문제 속 자료 티록신의 분비 조절



- 시상 하부에서 TRH(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)가 분비되어 뇌하수체 전엽을 자극하면, 뇌하수체 전엽에서 TSH(갑상샘 자극 호르몬)가 분비되고, 이는 갑상샘을 자극하여 티록신이 분비되게 한다.
- 티록신은 간, 근육 등에 작용하여 물질대사가 활발히 일어나게 한다.
- 티록신이 과다하게 분비되면 음성 피드백 작용으로, TRH와 TSH의 분비가 감소하여 티록신의 분비가 억제된다.
- 오른쪽 그래프에서 갑상샘의 기능이 저하되자 분비량이 감소하는 호르몬 A는 티록신, 티록신의 분비가 저하되자 분비량이 증가하는 호르몬 B는 TSH이다.

067 답 ⑤ | (가)는 시상 하부, 뇌하수체 전엽, 갑상샘으로 이어지는 티록신의 분비 조절 과정을 나타낸다. TRH와 TSH는 최종적으로 갑상샘에서의 티록신 분비를 촉진한다. 티록신의 분비는 음성 피드백에 의해 조절되는데, 분비량이 과다하면 이것이 신호가 되어 원인 물질인 TRH와 TSH의 분비가 억제된다. 티록신은 호르몬으로, 혈액으로 분비되어 표적 기관인 간, 근육 등으로 운반된다. (나)는 티록신의 원료인 아이오딘(요오드)이 부족하여 티록신의 합성이 안 되어 나타나는 증상을 나타낸다. 티록신의 양이 항상 부족하므로 TRH와 TSH가 과다 분비되고, 이에 따라 갑상샘이 과도하게 자극받아 부은 모습을 나타낸다.

068 답 ③ | 콩팥에 작용하는 호르몬 ㉠은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬이고, 갑상샘에 작용하는 호르몬 ㉡은 갑상샘 자극 호르몬이다. 항이뇨 호르몬은 콩팥에서 수분의 재흡수량을 늘려 오줌으로 배설되는 물의 양을 줄이는 기능을 한다. (나)의 그래프에서, 혈장 삼투압이 높을수록 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가함을 알 수 있다. 혈장 삼투압이 높다는 것은 혈액의 농도가 진하다는 뜻으로, 이때 콩팥에서 재흡수되는 수분의 양을 늘리면 혈액의 농도가 낮아져 혈액의 삼투압을 낮추게 된다. 항이뇨 호르몬의 분비량이 많을수록 콩팥에서 재흡수되는 수분의 양이 증가하므로, S₁보다 S₂에서 재흡수되는 물의 양이 많다.

오답 피하기

ㄷ. 갑상샘을 제거하면 티록신이 분비되지 않으므로 간뇌의 시상 하부는 체내에 티록신이 부족하다는 신호를 계속해서 감지하게 된다. 그 결과 뇌하수체 전엽에서 갑상샘 자극 호르몬의 분비량은 매우 증가할 것이다.

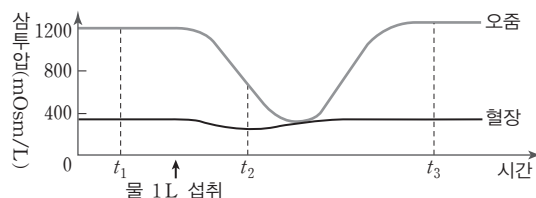
069 답 ② | 제시된 그래프에서 물 1 L를 섭취한 후부터 오줌과 혈장의 삼투압이 낮아짐을 볼 수 있다. 그래프에서 혈장 삼투압은 크게 변하지 않는 반면 오줌의 삼투압은 상대적으로 큰 폭으로 변화함을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 혈중 항이뇨 호르몬은 혈장의 삼투압이 높을 때 분비가 촉진되는데, t₂ 시기에는 혈장 삼투압이 t₁보다 낮은 시기이므로 항이뇨 호르몬의 분비는 감소한다.
ㄴ. 항이뇨 호르몬의 분비량과 오줌의 생성량은 반비례 관계이다. 항이뇨 호르몬 분비량이 낮은 t₂ 시기에 오줌의 생성량이 많고, 그 결과 오줌에서 수분의 양이 많으므로 오줌의 삼투압이 급격히 낮아진다.

문제 속 자료

혈장과 오줌의 삼투압 변화



- 물 1 L를 섭취하면 혈액의 농도가 낮아지므로, 혈장의 삼투압이 감소하게 된다.
- 혈장의 삼투압이 감소하면 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬의 분비가 감소하게 되고, 그 결과 오줌의 생성량이 늘어난다. ➡ 다량의 묽은 오줌이 만들어진다.
- 혈장의 삼투압이 정상 범위로 회복되면 항이뇨 호르몬의 분비도 늘어나고, 오줌의 삼투압도 높아진다.

070 답 ④ | 호르몬이 분비되는 내분비샘을 통해 어떤 호르몬인지 알 수 있다. 부신 속질에서 분비되는 ㉠은 에피네프린, 뇌하수체 후엽에서 분비되는 ㉡은 항이뇨 호르몬이다. 따라서 ㉠은 나머지 하나인 이자의 β세포에서 분비되는 인슐린이다. 오른쪽 그래프에서는 혈장 삼투압이 높아질수록 호르몬 ㉠인 항이뇨 호르몬의 분비가 높아지는 것을 보여 준다. 혈장 삼투압이 높다는 것은 혈액의 농도가 높아진 것으로, 이때는 항이뇨 호르몬이 작용하여 콩팥에서 수분 재흡수량을 늘려 혈장 삼투압이 내려가도록 한다. 그래프에서 혈장 삼투압이 높은 p₂에서가 p₁보다 항이뇨 호르몬의 분비량이 많고, 따라서 단위 시간당 수분 재흡수량도 더 많을 것이라고 예상할 수 있다.

부신 속질에서 분비되는 에피네프린은 우리 몸에서 여러 기능을 하는데, 혈당량을 높이는 기능을 포함한다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 인슐린으로 이자의 β세포에서 분비된다.

071 답 ① | 항이뇨 호르몬의 기능을 확실히 이해하고 있어야 한다. 항이뇨 호르몬의 표적 기관은 콩팥으로, 콩팥에서 수분의 재흡수량을 늘린다. 콩팥에서 혈액으로 수분이 재흡수되면, 혈액의 농도가 내려가 혈장 삼투압이 내려가고 혈액의 양은 증가하게 된다.

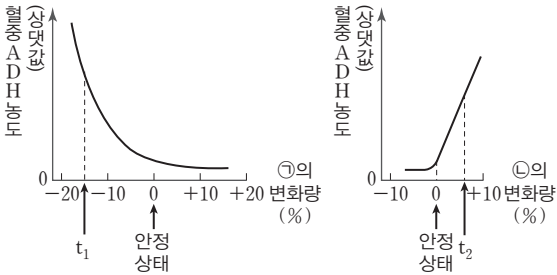
그래프 (가)에서, 안정 상태보다 양이 줄어들 때 항이뇨 호르몬의 분비가 급격히 증가함을 볼 수 있다. 따라서 ㉠은 전체 혈액량을 유추할 수 있다. 전체 혈액량이 감소할 때 혈액의 양을 증가시키는 방향으로 호르몬이 작용하기 때문이다. 그래프 (나)에서는 안정 상태보다 양이 증가할 때 항이뇨 호르몬 분비량이 급격히 증가하는데, 마찬가지로 원리로 ㉡은 혈장 삼투압임을 알 수 있다. 혈장 삼투압이 증가할 때 삼투압을 낮추는 방향으로 호르몬이 작용하기 때문이다.

오답 피하기

ㄴ. (가)에서 t_1 시기에는 안정 상태보다 항이노 호르몬 분비가 많으므로 오줌의 수분량은 감소하여 오줌의 삼투압은 높아질 것임을 예상할 수 있다.

ㄷ. (나)에서 t_2 일 때 항이노 호르몬의 분비가 안정 상태보다 많으므로, 수분의 재흡수량이 안정 상태일 때보다 많을 것임을 알 수 있다.

문제 속 자료 항이노 호르몬의 작용



- 항이노 호르몬은 콩팥에서 혈액으로의 수분의 재흡수량을 늘린다. 수분의 재흡수량이 늘어나면 혈액의 양은 늘어나고 혈장 삼투압은 낮아진다.
- (가)에서 안정 상태보다 ㉠의 양이 적을 때 항이노 호르몬 분비가 늘어나므로 ㉠은 전체 혈액량이다.
- (나)에서 안정 상태보다 ㉡의 값이 높을 때 항이노 호르몬 분비가 많아지므로 ㉡은 혈장 삼투압이다.
- t_1 시기와 t_2 시기에 각각 항이노 호르몬 농도가 높으므로, 이때는 오줌의 삼투압은 높아지고 단위 시간당 수분 재흡수량은 많아진다.

072 답 ② | (가) 그래프를 보면 식사 후에 혈당량이 급격히 높아졌다가 이후 서서히 혈당량 수치가 감소하는 것을 알 수 있다. 그래프 (나)에서는 식사 후에 혈당량이 높을 때 호르몬 X의 분비량이 많아지고 혈당량이 감소할 때 분비량이 감소하고 있으므로, 이는 혈당량을 감소시키는 호르몬인 인슐린임을 알 수 있다. 반대로 (다)에서는 혈당량이 낮을 때 분비량이 많고 혈당량이 높을 때는 분비량이 적어지므로 혈당량을 높이는 호르몬인 글루카곤이다.

인슐린은 이자의 β 세포에서 합성되며, 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되는 작용을 촉진해 혈당량을 낮춘다. 반대로 글루카곤은 이자의 α 세포에서 합성되며, 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진해 혈당량을 높인다. 인슐린과 글루카곤은 같은 기관에 서로 상반되는 기능을 하여 항상성을 조절하는데, 이러한 작용을 길항 작용이라고 한다.

오답 피하기

ㄱ. X는 인슐린으로 이자의 β 세포에서 분비된다.

ㄴ. Y는 글루카곤으로 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진한다.

073 답 ⑤ | 그래프를 보면 정상인의 경우 포도당 섭취 후에 혈당량이 상승한 이후 혈당량이 정상 범위 내로 감소하는 반면, 인슐린이 과다 분비되는 환자는 혈당량이 정상 범위보다 더 낮은 수치까지 감소하는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 인슐린은 혈당량을 낮추는 기능을 수행함을 확인할 수 있다. t_1 시기에는 정상인보다 환자가 혈당량이 더 낮음을 확인할 수 있다. 환자가 정상인보다 혈당량의 변화량이 더 크다.

074 답 ② | 호르몬 A는 혈당량이 낮을 때 농도가 높고 혈당량이 높을수록 농도가 낮으므로 혈당량을 높이는 글루카곤임을 알 수 있다. 호르몬 B는 혈당량이 낮을 때 농도가 낮고 혈당량이 높을 때 많이 분비되므로, 혈당량을 낮추는 호르몬인 인슐린이다.

글루카곤과 인슐린은 간에 작용하여 서로 반대되는 기능을 한다. 글루카곤은 글리코젠이 포도당으로 분해되는 ㉠ 작용을 촉진해 포도당의 양을 늘리고, 인슐린은 포도당이 글리코젠으로 합성되는 ㉡ 작용을 촉진해 포도당의 양을 낮춘다. 이처럼 같은 기관에 반대되는 작용을 통해 항상성을 조절하는 작용을 길항 작용이라고 한다.

오답 피하기

ㄱ. A는 혈당량이 낮을 때 분비되는 글루카곤으로 이자의 α 세포에서 분비된다.

ㄴ. B는 인슐린으로, 포도당이 글리코젠으로 합성되는 ㉡ 과정을 촉진한다.

075 답 ② | 신경절 이전 뉴런의 길이, 신경절 이전 뉴런의 신경 세포의 위치 등을 통해 교감 신경과 부교감 신경을 구분할 수 있다. 신경절 이전 뉴런이 길고, 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 척수보다 위에 있는 X는 부교감 신경, 신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이전 뉴런의 신경 세포체가 척수에 있는 Y는 교감 신경이다.

(나)에서 운동을 시작하면 점점 더 많은 에너지가 필요하고 이에 따라 혈당량이 높아져야 한다. 따라서 운동 시간이 지속될 때 농도가 증가하는 호르몬 B는 혈당량을 높이는 글루카곤이다. 반대로 운동 시간이 많을수록 분비가 감소하는 호르몬 A는 혈당량을 낮추는 기능을 하는 인슐린임을 알 수 있다.

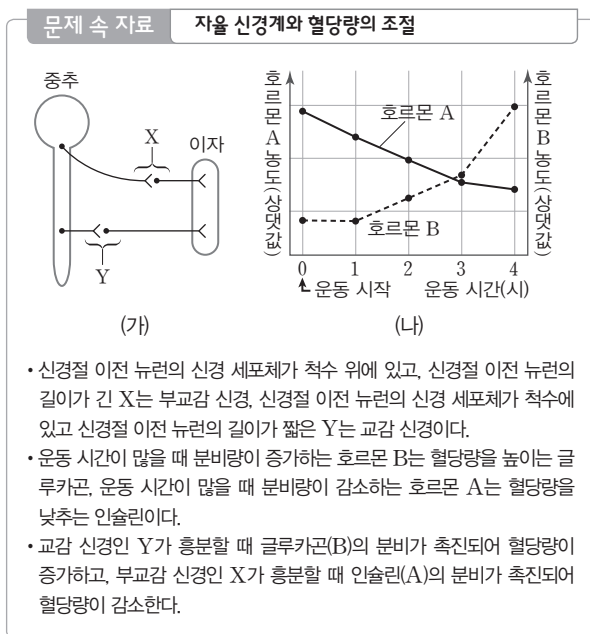
교감 신경이 흥분할 때 혈당량이 증가하고 부교감 신경이 흥분할 때 혈당량이 감소하므로, 교감 신경인 Y가 흥분하면 호르몬 B의 분비가 촉진되고 부교감 신경인 X가 흥분하면 호르몬 A의 분비가 촉진된다.

오답 피하기

ㄱ. 혈당량 조절의 중추는 체내 항상성 조절의 중추인 간뇌

이다.

ㄷ. 호르몬 B는 글루카곤으로, 교감 신경인 Y가 흥분할 때 분비가 촉진된다.



076 답 ④ | 시상 하부에 저온 자극이 주어지면 체온을 높이기 위해 열 발생량은 높이고, 피부 표면을 통한 열 발산량을 줄이는 여러 작용이 일어나게 된다. 우선 내분비계를 통해서도 뇌하수체와 갑상샘을 자극하여 티록신 분비량을 늘려 물질대사량을 높이고, 신경계를 통해서도 교감 신경이 작용하여 부신 속질의 에피네프린(아드레날린)의 분비량을 높여 혈당량을 높인다. 또한, 피부 표면의 모세 혈관을 수축시켜 표면으로 발산하는 열을 줄이게 된다.

제시된 그림에서 뇌하수체에서 분비되는 TSH에 의해 자극되는 내분비샘 A는 갑상샘이고, 갑상샘에서는 티록신이 분비되어 간에서 물질대사를 촉진한다. 부신 속질과 피부 모세 혈관에 작용하는 (가)와 (나)는 모두 교감 신경이다.

오답 피하기

ㄷ. 저온 자극이 주어지면 피부 모세 혈관이 수축하여 열 발산량이 감소한다.

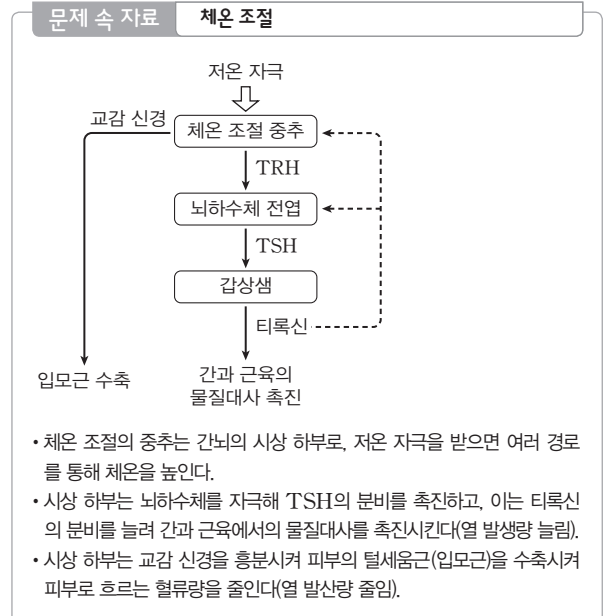
077 답 ③ | 체온 조절의 중추는 간뇌의 시상 하부로, 저온 자극이 주어지면 여러 경로를 통해 열 발생량을 늘리고 피부를 통한 열 발산량을 줄여 체온을 높이게 된다.

우선 시상 하부는 TRH를 분비하여 뇌하수체 전엽을 자극하여 TSH의 분비를 촉진하고, 이는 갑상샘에서의 티록신 분비를 촉진해 물질대사를 촉진하여 에너지 생성량을 늘린다. 혈중 티록신의 농도는 음성 피드백 작용으로 조절되어,

티록신의 분비가 과다하면 이것이 신호가 되어 TRH와 TSH의 분비를 억제한다. 또한, 교감 신경이 작용하여 피부의 털세움근(입모근)을 수축시켜 피부로부터의 열 발산량을 줄이게 된다.

오답 피하기

ㄴ. 털세움근(입모근)이 수축하면 피부 표면으로 흐르는 혈류량이 감소하여 열 발산량이 감소하게 된다.



078 답 ① | 실험 결과 그래프에서 시상 하부의 온도가 낮아지면 체온이 상승하고, 반대로 시상 하부의 온도가 상승하면 체온이 낮아짐을 확인할 수 있다. 이는 시상 하부가 온도 조절의 중추로 작용하여 저온 자극이 오면 체온을 높이고, 고온 자극이 오면 체온을 낮춘다는 것을 보여 준다. 즉, 정상 체온인 38℃일 때는 체온이 변하지 않고, 시상 하부의 온도가 이보다 낮으면 체온을 높이는 작용을 하고, 이보다 높으면 체온을 낮추는 작용을 한다.

시상 하부는 간뇌의 일부로, 중추 신경계에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 시상 하부의 온도가 38℃보다 낮으면 체온이 상승하는 것을 확인할 수 있다.

ㄷ. 구간 I에서는 열 발산량과 열 발생량이 같으므로, 체온이 일정하게 유지된다. 반면 구간 II에서는 체온이 상승하고 있으므로, 열 발산량은 적고 열 발생량이 많은 시기이다. 따라서 $\frac{\text{열 발생량}}{\text{열 발산량}}$ 의 값은 구간 II에서가 구간 I보다 더 높다.

079 답 ④ | 체온 조절의 중추는 간뇌의 시상 하부이다. 제시된 자료에서 체온 조절 중추의 작용으로 뇌하수체 전엽과 내분

비샘이 차례로 반응해 티록신이 분비되어 물질대사가 촉진되고, 피부 모세 혈관이 수축하여 열 발산량이 줄었으므로 이는 체온을 높이는 과정이다. 즉, 저온 자극에 대해 시상하부가 체온을 높이는 과정이고, 내분비샘 ㉠은 티록신을 분비하는 갑상샘이다. 피부 모세 혈관을 수축시키는 (가)는 교감 신경이다.

오답 피하기

나. (가)는 교감 신경으로, 시상하부의 명령으로 교감 신경이 흥분하면 피부 모세 혈관이 수축해 피부로 가는 혈류량이 줄어 열 발산량이 감소한다.

080 답 ③ | 제시된 그림에서 병원체가 단백질 껍질에 둘러싸여 있고, 내부에 유전 물질로 RNA만을 지니므로 이는 바이러스임을 알 수 있다. 바이러스는 유전 물질로 핵산을 가지며, 숙주 세포 밖에서는 단백질 결정 상태로만 존재하고 오직 숙주 세포 안으로 들어갔을 때에만 숙주 세포의 물질대사 체계를 이용해 증식할 수 있다.

오답 피하기

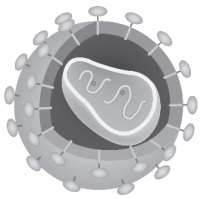
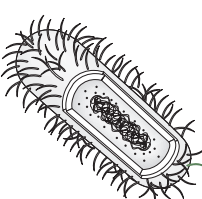
나. 바이러스는 생물과 무생물의 중간 단계라고 불리는 병원체로, 세포 구조가 아니다. 숙주 세포 밖에서는 증식할 수 없으며, 오직 숙주 세포 내로 침입했을 때에만 증식할 수 있는 특징을 보인다.

081 답 ② | 에이즈(AIDS)를 유발하는 병원체 A는 바이러스의 일종인 HIV이고, 식중독을 유발하는 병원체 B는 세균의 일종인 대장균이다. 바이러스는 세포 구조를 하고 있지 않다. 대장균은 원핵생물계의 생물로 유전 물질이 핵막에 싸여 있지 않고 세포 내부에 퍼져 존재한다. HIV와 대장균 모두 감염성 질병을 일으키는 병원체이다.

오답 피하기

가. A는 바이러스의 일종이다.
나. 대장균은 원핵세포로 유전 물질이 세포질에 존재한다.

문제 속 자료 바이러스와 세균의 비교

병원체	A	B
구조		
질병의 예	에이즈	식중독

- 바이러스는 세포 구조가 아니며, 숙주 세포 내에서만 물질대사가 가능하다.
- 세균은 핵이 없는 단세포 생물로, 스스로 물질대사와 증식이 가능하다.

082 답 ② | 그림에서 ㉠은 스스로 개체가 분열하면서 두 개의 개체로 나누어지고 있는데, 이는 세균(박테리아)의 분열법을 나타낸다. 따라서 ㉠은 병원체 중 세균을 나타낸다. ㉡은 숙주 세포 내로 침입한 개체가 여러 개로 증식하고 숙주 세포를 파괴하면서 나오는 모습으로, 이는 숙주 세포 내에서만 증식이 가능한 바이러스의 증식 모습이다. 따라서 ㉡은 바이러스를 나타낸다.

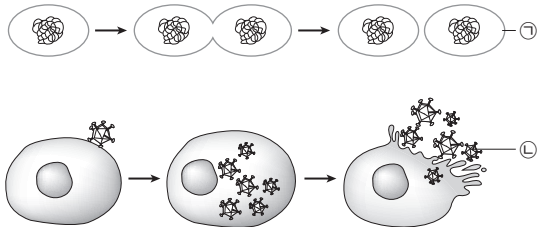
세균과 바이러스 모두 자신의 유전 물질을 가지고 있다.

오답 피하기

가. AIDS는 대표적인 바이러스에 의한 질병이다. ㉠은 세균을 나타낸다.

나. ㉡은 바이러스로, 스스로 물질대사를 할 수 없고 오직 숙주 세포로 들어갔을 때에만 숙주 세포의 물질대사 체계를 이용해 물질대사와 증식을 할 수 있다.

문제 속 자료 세균과 바이러스의 증식 방법



- ㉠은 세포 구조를 한 개체가 두 개의 세포로 분열되어 증식하는 것으로, 세균의 분열법을 나타낸다. 따라서 ㉠은 병원체 중 세균이다.
- ㉡은 다른 세포로 침입한 후, 숙주 세포의 물질대사 체계를 이용해 개체를 늘린 후 숙주 세포를 파괴하고 나오는 모습으로, 바이러스의 증식법을 나타낸다. 따라서 ㉡은 바이러스이다.

083 답 ① | 콜레라를 유발하는 병원체 (가)는 세균의 일종인 콜레라균이고, AIDS(에이즈)를 유발하는 병원체 (나)는 바이러스의 일종인 HIV이다. 바이러스는 유전 물질을 가지고 있지만 세포 구조를 하고 있지 않으며, 스스로 물질대사를 할 수 없고 오직 다른 숙주 세포 내로 침입하여 숙주 세포 내의 물질대사 시스템을 이용해 증식할 수 있다.

오답 피하기

나. (가)는 세균으로 단세포 원핵 생물이며 스스로 물질대사를 하여 증식한다.

다. (나)는 바이러스로 유전 물질은 가지지만 세포 구조가 아니다.

084 답 ④ | 대식세포는 식균 작용을 통해 침입한 병원체를 제거하는데, 이 과정에서 항원의 정보를 보조 T림프구에 제공한다. 이러한 과정을 통해 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용이 연계된다. 대식세포와 같은 항원 제시 세포로부터 항

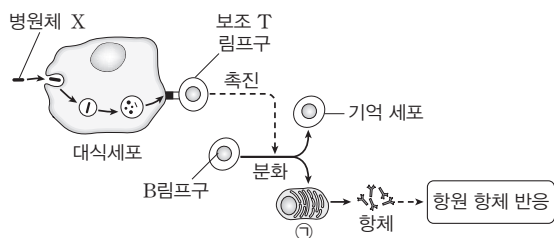
원의 정보를 얻은 보조 T림프구는 B림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화하게 한다. 형질 세포는 제공받은 항원의 정보에 맞는 항체를 분비하여 병원체를 제거한다. 여기까지가 1차 면역 반응이다. 1차 면역 반응에서 형성된 기억 세포는 항원의 정보를 가지고 있으며, 같은 병원체가 재침입하면 빠르게 대량으로 형질 세포로 분화하여 대량의 항체를 생성하여 병원체를 제거한다. 이러한 반응이 2차 면역 반응이다. 이처럼 형질 세포를 형성해 항체를 분비함으로써 병원체를 제거하는 면역 과정을 체액성 면역이라고 한다.

제시된 그림에서 B림프구가 분화한 세포인 ㉠은 형질 세포이다.

오답 피하기

ㄱ. 병원체가 침입하여 발생하는 질병을 감염성 질병이라고 하고, 병원체의 침입 없이 나타나는 질병을 비감염성 질병이라고 한다. 문제의 사례는 병원체 X가 침입한 것이므로 감염성 질병을 나타낸다.

문제 속 자료 면역 세포의 분화 과정



- 병원체 X를 세포 내의 식균 작용으로 제거하는 대식세포의 면역 반응은 1차 방어 작용에 해당한다. 이때 대식세포는 병원체(항원)의 정보를 보조 T림프구에 제공한다.
- 항원의 정보를 제공받은 보조 T림프구는 B림프구를 형질 세포와 기억 세포로 분화시킨다.
- 형질 세포는 항원에 맞는 항체를 생성해 병원체를 제거한다. → 1차 면역 반응
- 기억 세포는 같은 항원이 재침입하면 빠르게 형질 세포로 분화해 대량의 항체를 생성하여 병원체를 제거한다. → 2차 면역 반응

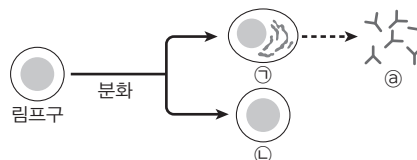
085 답 ㉢ | 그림에서 ㉠은 항체를 나타낸다. 항체를 생성하는 ㉠은 항체 분비 세포(형질 세포)이고, ㉡은 기억 세포이다. 병원체의 최초 침입 시에 형질 세포가 생성되어 항체를 분비하는 것은 1차 면역 반응에 해당한다. 같이 생성된 기억 세포가 같은 병원체의 재침입 시 빠르게 형질 세포로 분화하여 항체를 대량으로 분비해 병원체를 빠르게 제거하는 것은 2차 면역 반응이다. 백신의 목적은 체내의 기억 세포를 미리 생성시키는 것으로, 이에 따라 백신의 주성분은 기억 세포를 형성할 수 있는 약화된 항원이다.

오답 피하기

ㄷ. ㉠은 항체로, 백신의 주성분이 아니다. 백신의 주성분은

기억 세포를 형성시킬 수 있는 약화된 항원 조각이다.

문제 속 자료 B림프구의 분화



- B림프구는 항원을 인지한 보조 T림프구의 작용으로 형질 세포와 기억 세포로 분화한다.
- 형질 세포는 전달받은 항원 정보에 따라 특정 항원에 결합하여 무력화시키는 항체를 분비한다.
- 기억 세포는 항원에 대한 정보를 가지며, 같은 항원의 재침입 시 빠르게 형질 세포로 분화한다.

086 답 ㉤ | (가)는 비특이적 방어 작용(1차 방어 작용)의 하나인 염증 반응을 나타낸다. 상처 부위로부터 세균이 침입하면, 상처 부위의 혈류량이 늘어나 백혈구와 같은 면역 세포가 몰려들고, 이들의 식균 작용으로 병원체가 제거된다. 이때 면역 세포들은 항원의 정보를 보조 T림프구에 제공하는데, 이로부터 특이적 방어 작용(2차 방어 작용)이 시작된다.

(나)는 대식세포(식세포)로부터 항원 정보를 받아 시작되는 특이적 면역 반응으로, 보조 T림프구에 의해 B림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화하여 항체를 생성해 병원체를 제거한다. 형질 세포에서 생성된 항체는 제공받은 항원 정보에 맞게 특정 항원에 결합할 수 있는 구조를 하고 있으며, 이에 따라 특정 항원에 결합해 항원을 무력화한다. 이처럼 항체가 특정 항원과 결합하는 것을 항원 항체 반응이라고 한다. 형질 세포와 함께 분화한 기억 세포는 같은 항원이 또 다시 침입하면 빠르게 형질 세포로 분화해 대량의 항체를 생성한다. 이 과정이 2차 면역 반응이다.

오답 피하기

ㄱ. (가)의 식균 작용은 항원의 종류에 상관없이 일어나는 방어 작용으로 비특이적 방어 작용에 해당한다. 제공받은 항원의 정보에 따라 특정 항원만 제거하는 (나)의 과정이 특이적 방어 작용이다.

087 답 ㉤ | (가)는 대식세포가 항원을 세포 내부로 포식하여 제거하는 식균 작용을 나타낸다. 대식세포의 식균 작용은 병원체의 종류에 상관없이 일어나는 비특이적 방어 작용(1차 방어 작용)이다. 이때 항원의 정보가 보조 T림프구로 전달되고, 이에 따라 B림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화한다. 형질 세포는 제공받은 항원의 정보에 따라 특정 항원과 결합하는 항체를 생성해 병원체를 제거한다. 따라서 세포 ㉠은 형질 세포이다. 형질 세포와 같이 분화한 기억 세포는 항

원의 정보를 지니고 있다가, 같은 항원이 다시 침입하면 빠르게 형질 세포로 분화한다. 이때 형질 세포는 대량으로 항체를 생성해 병원체를 제거하는데, 이 과정이 2차 면역 반응이다.

088 답 ④ | t_1 시기는 항원 A가 처음 침입한 이후 항체가 처음 생성되는 과정이다. 이때는 항체가 생성되기까지 시간이 오래 걸리며, 생성되는 항체의 양도 상대적으로 많지 않다. 이러한 과정을 1차 면역 반응이라고 한다. 이때 항체를 생성하는 형질 세포와 2차 면역 반응을 대비하는 기억 세포가 생성된다.

t_2 와 t_3 는 항원 A가 재침입한 이후, 항체가 빠르고 대량으로 생성되는 것을 나타낸다. 이는 1차 면역 반응 때 생성되었던 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하여 다량의 항체를 생성하여 나타난다.

오답 피하기

ㄷ. t_3 일 때도 형질 세포와 기억 세포가 같이 존재한다.

089 답 ⑤ | 항원 A와 항원 B를 동시에 주입했을 때 항체 A는 빠르게 대량으로 생성되는 것을 볼 수 있는데, 이는 2차 면역 반응의 그래프이다. 따라서 이 쥐는 항원 A에 대한 기억 세포가 미리 생성되어 있음을 알 수 있다. 반면 항체 B는 시간이 걸린 후에 상대적으로 적은 양이 생성되는데, 이는 항원 B에 대한 1차 면역 반응이 나타난 것이다. 이후 항원 B를 2차 주입했을 때는 항체가 빠르게 대량으로 생성되는데, 이는 1차 면역 반응 때 기억 세포가 생성되어 2차 면역 반응이 나타났음을 보여 준다.

오답 피하기

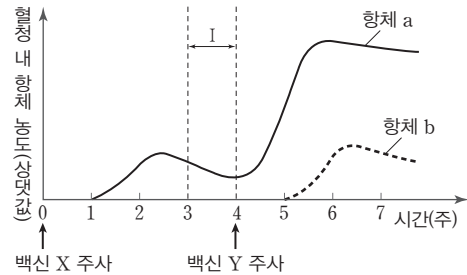
ㄱ. 실험 전에 이 쥐는 항체 A에 대한 기억 세포가 형성되었으므로, 이 쥐는 항원 A에 노출된 적이 있다.

090 답 ④ | 백신 X를 주사한 이후 일주일 후에 항체 a가 형성되는 것으로 보아 백신 X는 항원 a를 포함하고 있음을 알 수 있다. 이 때 항원 A에 대한 형질 세포와 기억 세포가 만들어진다. 따라서 구간 I에는 항원 A에 대한 기억 세포가 형성되어 있다. 백신 X를 주사하고 4주 후에 백신 Y를 주사했을 때 항체 a가 매우 빠르게 생성되고, 항체 b가 천천히 생성되는 것을 볼 수 있는데, 이는 항원 A에 대한 2차 면역 반응과 항원 B에 대한 1차 면역 반응이 일어난 것이다. 따라서 백신 Y에는 항원 A와 항원 B가 동시에 들어 있음을 알 수 있다. 백신에는 약화된 항원이 들어 있어 질병을 일으키지는 않으면서 면역 세포의 형성을 유도한다.

오답 피하기

ㄱ. X를 주사하면 항체 a만 형성되므로, 항원 B에 대한 질병은 예방되지 않는다.

문제 속 자료 1차 2차 면역 반응 그래프



- 백신 X를 주사한 이후에는 항체 a가 생성되므로, 백신 X에는 약화된 항원 A가 들어 있음을 알 수 있다. 즉, 백신 X는 항원 A를 예방할 수 있다.
- 백신 Y를 주사한 이후에는 항원 A에 대한 2차 면역 반응이 일어나고, 항원 B에 대한 1차 면역 반응이 일어난다. 이는 백신 Y에는 약화된 항원 A와 약화된 항원 B가 들어 있음을 알 수 있다.
- 형질 세포와 기억 세포는 동시에 분화되므로, 항체가 생성되었다는 것은 형질 세포와 기억 세포가 모두 존재하는 것이다. 따라서 구간 I에는 항원 A에 대한 기억 세포가 형성되어 있다.

091 답 ③ | (가)는 항원 X가 대식세포의 식균 작용에 의해 제거되는 비특이적 방어 작용이 일어나고 이후 형질 세포와 기억 세포가 형성되는 특이적 방어 작용이 일어나는 과정까지를 나타낸다. 이처럼 형질 세포가 분화되고 항체가 생성되어 병원체가 제거되는 과정을 체액성 면역이라고 한다.

(나)는 1차 면역 반응이 일어난 이후 기억 세포에 의해 항체가 대량 생성되는 2차 면역 반응이 일어나는 과정까지를 나타내는 그래프이다. 구간 I은 1차 면역 반응으로, 항체가 생성되기까지 시간이 걸리고 항체 생성량도 상대적으로 많지 않다. 구간 II는 2차 면역 반응으로, 1차 면역 반응 과정에서 생성된 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하여 항체를 대량으로 생성한다.

오답 피하기

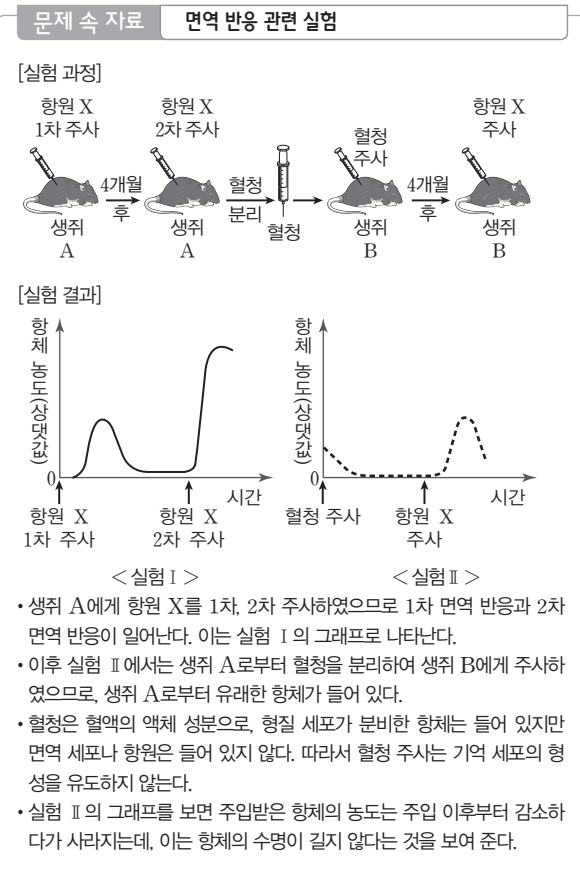
ㄷ. 형질 세포는 다른 세포로 분화하지 않는다. 1차 면역 반응 때 생성되었던 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하고, 일부는 기억 세포로 남는다.

092 답 ③ | 실험 I에서는 생쥐 A에서 1차 면역 반응과 2차 면역 반응이 일어났음을 알 수 있다. 이때 생쥐 A의 혈청에는 항원 X에 대한 항체가 생성되어 있다. 실험 II에서는 생쥐 A의 혈청을 생쥐 B에 주사했으므로, 생쥐 B에 X에 대한 항체가 존재하지만 시간이 지나면서 양이 감소하다가 완전히 사라진다. 이후 항원 X를 주사한 이후 1차 면역 반응이 일어나 항체의 농도가 다시 높아진다. 이때는 형질 세포와 기억 세포가 동시에 형성된다. 이를 통해 항체의 수명은 짧

은 반면, 기억 세포는 오랜 시간 동안 계속해서 존재하여 2차 면역 반응을 나타냄을 알 수 있다.

오답 피하기

- ㄱ. 혈청 주사에는 항체가 존재하고, 항원이나 면역 세포가 존재하지는 않는다. 따라서 기억 세포의 형성을 유도하지 않는다. 기억 세포는 항원이 들어왔을 때만 형성된다.
- ㄴ. 실험 II의 그래프를 보면 항체는 빠른 속도로 사라지는 것을 볼 수 있는 반면, 실험 I의 그래프에서는 1차 면역 반응 이후 2차 면역 반응이 나타나기까지 기억 세포가 존재하므로 기억 세포의 수명이 훨씬 길다는 것을 알 수 있다.



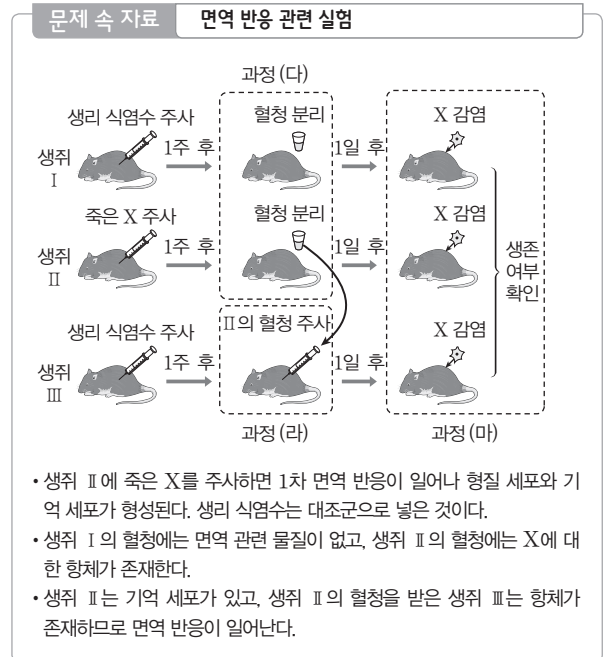
093 답 ④ | 생쥐 II에는 죽은 X를 주입하였으므로, 1차 면역 반응이 일어나 X에 대한 형질 세포와 기억 세포가 형성된다. 이는 첫 번째 실험 결과 표에서 생쥐 II에서 항체가 생성되었다는 것에서 확인할 수 있다. 생쥐 I과 III에 생리식염수를 주입한 것은 대조군이다. 이후 생쥐 II의 혈청을 생쥐 III에 주입했으므로, 생쥐 III에는 생쥐 II에서 유래한 항체가 들어 있다. 이후 생쥐 I~III에 살아 있는 X를 주입하면, 생쥐 I은 병원체 X에 감염되어 죽고, 생쥐 II는 기억 세포가 형성되었으므로 2차 면역 반응이 일어나서 감염되지 않는다. 생쥐 III은 항체를 가지고 있으므로 역시 감염되지 않는다. 이는 실험 결과에서 두 번째 표에서 생쥐 I만 죽은 것에

서 확인할 수 있다.

과정 (마)에서 생쥐 II는 이미 기억 세포가 형성되어 있으므로 X에 대한 2차 면역 반응이 일어난다. 이는 특이적 면역 반응이다. 또한 생쥐 III도 생쥐 II로부터 유래한 항체가 있기 때문에 항원 항체 반응이 일어난다.

오답 피하기

- ㄱ. ㉠은 생쥐 II에서 얻은 혈청으로 여기에는 항원 X에 대한 항체는 있지만, 형질 세포는 들어 있지 않다. 혈청은 혈액의 액체 성분으로 크기가 큰 형질 세포 등은 존재하지 않는다.



094 답 ② | 아버지는 응집소 α 는 있지만 응집소 β 가 없다. 이는 응집원 B가 존재하고 응집원 A는 존재하지 않는 것이므로, B형임을 알 수 있다. 영희는 응집소 α , β 가 모두 존재하므로, 응집원 A, B가 없는 O형임을 알 수 있다. 영희가 O형이므로, 아버지와 어머니는 모두 O 유전자를 가지고 있으며, 어머니는 혈액형이 B형과 O형이 아니므로 가능한 경우는 유전자형이 AO인 A형임을 알 수 있다. 어머니가 A형이므로 응집원 A가 있고 응집소 β 가 존재한다. 아버지와 어머니의 유전자형이 각각 BO와 AO이므로, 영희의 동생은 A형, B형, AB형, O형이 모두 같은 확률로 나올 수 있다. 따라서 동생이 B형일 확률은 25 %이다.

오답 피하기

- ㄱ. 영희의 아버지는 B형이다.
- ㄴ. 영희의 어머니는 A형이므로 응집소 β 를 갖고 응집소 α 는 가지지 않는다.

095 답 ① | 철수의 혈액형이 O형이므로, 철수의 혈액에는 응집원 A, B는 존재하지 않고, 응집소 α , β 가 존재한다.

아버지의 혈장에는 응집소만 존재하므로, 철수의 혈액과 반응이 일어나지 않는다. 그리고 아버지 혈액의 혈구와 철수의 혈액이 응집되므로, 아버지는 응집원 A 또는 B가 존재한다. 어머니 혈액의 혈장에도 응집소만 있어 철수 혈액과는 응집 반응이 일어나지 않으므로, ㉠은 ‘-’이다. 그리고 어머니의 혈구는 철수의 혈액과 반응이 일어나지 않는데, 이는 응집원 A, B가 없다는 뜻이므로 어머니의 혈액형은 O형이다. 또한, 아버지와 O형인 어머니 사이에서 O형인 철수가 나왔으므로, 아버지는 유전자형이 AO인 A형 또는 BO인 B형 중 하나이다.

오답 피하기

- ㄴ. 철수의 아버지는 A형 또는 B형 중 하나이므로 응집소 α 와 β 모두를 가지지는 않는다.
 ㄷ. 어머니의 혈액형이 O형이므로, 철수의 동생은 AB형이 될 수 없다.

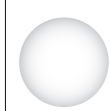

096 답 ② | 항 A 혈청에는 응집소 α 가 들어 있고, 항 B 혈청에는 응집소 β 가 들어 있다. 철수의 혈액이 항 B 혈청에만 응집 반응이 일어나므로 철수의 혈액형은 B형이다. 따라서 철수 혈액의 혈구에는 응집원 B가 있고, 혈장에는 응집소 α 가 들어 있다.

영희 혈액의 혈구가 철수 혈액의 혈장과 반응하지 않았으므로, 영희는 응집원 A가 없다. 응집원 A가 없으므로, 응집소 α 가 존재한다. 그리고 영희 혈장과 철수 혈구에서 응집 반응이 일어나므로, 영희는 응집소 β 가 들어 있다. 이를 통해 영희는 응집소 α 와 응집소 β 가 모두 있는 O형임을 알 수 있다. 따라서 철수와 영희의 혈액에는 공통적으로 응집소 α 가 들어 있다.

오답 피하기

- ㄱ. 철수의 혈액형은 B형이다.
 ㄷ. 영희는 응집소 α , β 가 모두 있으므로, A형, B형 모두로부터 수혈받을 수 없다.

문제 속 자료 혈액형의 판정

항 A 혈청	항 B 혈청		
		철수	혈구
		영희	혈장
		혈구	-
		혈장	+



(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

- 항 A 혈청에는 응집소 α 가, 항 B 혈청에는 응집소 β 가 들어 있다. 철수의 혈액은 항 B 혈청에만 응집되므로, 혈액형은 B형임을 알 수 있다.
- 철수의 혈액형이 B형이므로 혈구에는 응집원 B가, 혈장에는 응집소 α 가 들어 있다. 따라서 철수의 혈장과 반응하지 않으면 응집원 A가 없는 것이고, 철수의 혈구와 반응하면 응집소 β 가 있는 것이다. 이를 통해 영희의 혈액형이 O형임을 알 수 있다.

097 답 ② | 철수의 혈액은 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집이 일어나므로 AB형임을 알 수 있다. 표에서 응집원 ㉠과 응집원 ㉡을 모두 가지고 있는 사람이 있으므로 (응집원 ㉠: 응집원 A, 응집소 ㉡: 응집소 β) 또는 (응집원 ㉠: 응집원 B, 응집소 ㉡: 응집소 α) 중 하나이다.

우선 첫 번째 경우로 가정해 보면, 응집원 ㉠이 있는 사람은 응집원 A가 있는 사람이므로 A형 또는 AB형이다. 다음으로 응집소 ㉡이 있는 사람은 응집소 β 가 있는 사람이므로 A형 또는 O형이다. 다음으로 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 있는 사람은 AB형인 사람이다. 따라서 AB형인 사람의 수는 A형과 AB형인 사람의 무리에서 A형인 사람 수를 빼면 되므로, 79명에서 A형인 사람의 수인 57명을 뺀 22명이다. 이는 두 번째 경우로 셈을 해 봐도 같은 값이 나온다. 따라서 철수와 같은 혈액형인 사람의 수는 22명이다.

문제 속 자료 혈액형의 판정

항 A 혈청	항 B 혈청
	
응집 됨	응집 됨

구분	사람 수(명)
응집원 ㉠이 있는 사람	79
응집소 ㉡이 있는 사람	111
응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 모두 있는 사람	57

- 두 혈청에 모두 응집하는 철수의 혈액형에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 들어 있으므로, 철수의 혈액은 AB형이다.
- 응집원 ㉠과 응집소 ㉡은 한 사람에게 동시에 존재하는 것이 가능하므로, (응집원 A, 응집소 β) 또는 (응집원 B, 응집소 α) 두 경우 중 하나임을 알 수 있다.
- ㉠을 응집원 A라고 한다면, 응집원 A가 있는 사람은 A형과 AB형을 모두 포함한다. 응집원 A와 응집소 β 가 동시에 있는 사람은 A형이다. 따라서 A형과 AB형을 모두 포함한 수에서 A형인 사람의 수를 빼면 AB형인 사람의 수가 나온다.
- 마찬가지로 응집소 ㉡이 있는 사람은 A형과 O형을 모두 포함한다. 여기에서 A형인 사람의 수를 빼면 O형인 사람 수를 구할 수 있다. O형인 사람의 수는 $111 - 57 = 54$ (명)이다.

098 답 ② | 혈액의 혈장에는 응집소가, 혈구에는 응집원이 존재한다. (가)에서 철수의 혈구와 영희의 혈장을 섞었으므로, 철수의 응집원과 영희의 응집소가 존재한다. 적혈구의 표면에 붙어 있는 ㉠은 응집원이고, ㉡은 응집소이다. 이때 두 종류의 응집소가 존재하므로, 영희는 두 종류의 응집소를 모두 가지고 있는 O형이다. (나)에서는 철수의 응집소와 영희의 응집원이 존재하는데, 영희의 혈구에는 응집원이 없음을 확인할 수 있다.

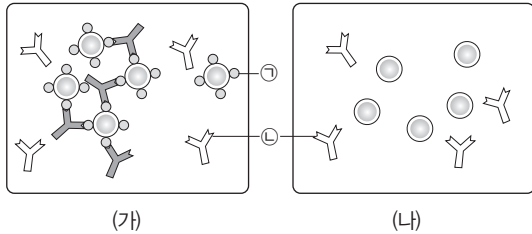
응집소인 ㉠은 (가)와 (나)에 모두 있으므로 철수와 영희가 공통적으로 갖고 있는 응집소이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 응집원이다.

ㄴ. ㉠은 철수도 가지고 있는 응집소이므로, ㉠이 없는 사람은 철수와 혈액형이 다른 사람이다. 혈액형이 다른 사람끼리는 원칙적으로 수혈이 불가능하다.

문제 속 자료 응집원과 응집소



- ㉠은 철수 혈액의 적혈구 표면에 있는 응집원이고, ㉡은 철수 혈구와 응집이 안 되는 응집소이다. 영희의 혈장에는 두 종류의 응집소가 존재하므로, 영희의 혈액형은 O형임을 알 수 있다.
- (나)에서 영희 적혈구 표면에 있는 응집원이 존재하지 않으므로, 영희는 O형이다. 또한, ㉡은 철수의 혈장에 있는 응집소로 이는 영희와 철수의 혈액에 동시에 들어 있음을 알 수 있다.
- 철수에게 수혈할 수 있는 사람은 철수와 혈액형이 같거나 응집원이 없는 O형이다. 철수와 혈액형이 같은 사람은 ㉡이 존재한다.

099 답 ② | 그림을 보면 철수의 혈액형은 항 A 혈청과는 응집 반응이 일어나지 않고, 항 B 혈청에만 응집 반응이 일어나므로 B형임을 알 수 있다. 여기서 항 A 혈청에 존재하는 응집소인 ㉠은 응집소 α 이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 항 A 혈청과 철수의 혈액에 동시에 존재하는 응집소로 응집소 α 이다.

ㄴ. 철수의 혈액형은 B형이므로, 응집소 β 가 존재하는 O형인 사람에게 수혈할 수 없다. 수혈은 원칙적으로는 같은 혈액형끼리 해야 하며, 수혈해 주는 혈액의 응집원과 수혈받는 혈액의 응집소가 응집하지 않는 경우에 다른 혈액형끼리 소량 수혈이 가능하다.

100 답 ① | (가)에서 철수는 적혈구의 표면에 두 종류의 응집원이 모두 있으므로 혈액형이 AB형이다. 영희는 한 종류의 응집원이 있으므로 혈액형이 A형 또는 B형이다. (나)에서 영희는 항 B 혈청에만 응집되므로 혈액형이 B형이다. 따라서 영희는 응집원 B를 가지고 있고, 응집원 B가 아닌 ㉠은 응집원 A이다.

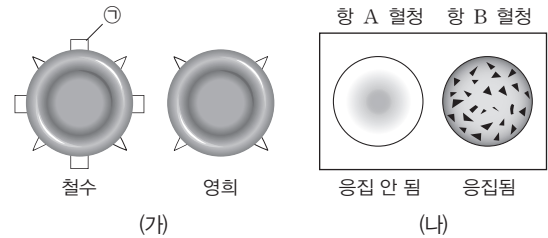
오답 피하기

ㄴ. 철수의 혈액형이 AB형이므로, 철수의 혈장에는 응집소

가 없다. 따라서 철수의 혈장과 영희의 혈구를 섞어도 응집 반응이 일어나지 않는다.

ㄴ. 마찬가지로, 철수의 혈액형이 AB형이므로 응집소를 가지지 않는다.

문제 속 자료 응집원과 응집소



- 철수의 적혈구 표면에 있는 응집원이 모두 존재하므로 철수의 혈액형은 응집원 A와 B가 모두 있는 AB형이다.
- 영희는 한 종류의 응집원만 갖는데, (나)에서 항 B 혈청에만 응집하므로 혈액형이 B형이다. 따라서 응집원 B를 갖고, 영희 적혈구 표면에 있는 삼각형 모양의 응집원은 응집원 B임을 알 수 있다.
- 철수가 갖는 응집원 중 영희가 갖는 응집원과 다른 ㉠은 응집원 A임을 알 수 있다.

101 답 ④ | 영희는 혈액형이 A형이므로 응집원 A와 응집소 β 가 존재한다. 왼쪽 그림에서 철수의 적혈구 표면에 있는 응집원이 없으므로 O형임을 알 수 있다. 영희의 적혈구 표면에 있는 응집원은 응집원 A이므로, 응집원 A와 응집하는 응집소 ㉠은 응집소 α 이다. 응집소 ㉡은 응집소 β 이다.

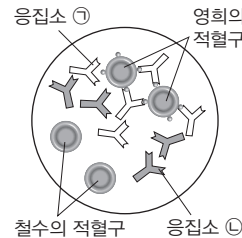
영희의 혈구에는 응집원 A가 있고, 영희의 혈장에는 응집소 β 가 있다. (가)는 응집원 A와 응집하고 응집소 β 와 응집하므로 B형이다. (나)는 응집원 A와 응집하고 응집소 β 와 응집하지 않으므로 O형이다. (다)는 응집원 A와 응집하지 않고 응집소 β 에 응집하므로 AB형이다. (라)는 응집원 A에 응집하지 않고 응집소 β 에도 응집하지 않으므로 A형이다.

㉠인 응집소 β 를 가지는 사람은 A형과 O형이므로, $7 + 11 = 18$ (명)이다. 영희의 응집원과 ㉠이 결합하는 응집 반응은 항원 항체 반응이다.

오답 피하기

ㄱ. 철수의 혈액형은 응집원이 존재하지 않는 O형이다. 따라서 (나)이다.

문제 속 자료 응집원과 응집소의 응집

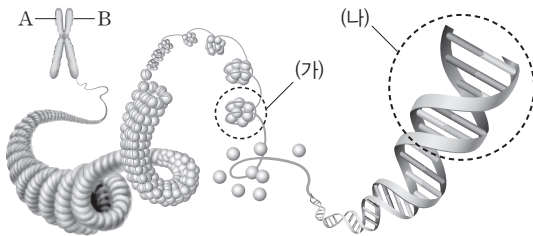


- 영희의 혈액형이 A형이므로 영희의 적혈구 표면에 있는 응집원 A가 존재한다.
- 영희의 적혈구와 응집 반응하는 응집소 ㉠은 응집원 A와 응집하는 응집소 α 이고, 이는 철수의 혈액에서 유래한 것이다.
- 철수의 적혈구에는 응집원이 없으므로 철수는 O형임을 알 수 있고, 응집소 ㉡은 응집소 β 로 영희와 철수의 혈액에 모두 들어 있는 응집소이다.

102 답 ⑤ | A와 B는 염색 분체를 나타낸다. 세포 분열을 준비하는 간기 중 S기에 DNA의 복제가 일어나고, 세포 분열 전기에 복제된 DNA가 응축하여 두 가닥으로 이루어진 염색체가 된다. A와 B는 복제되어 생긴 구조이므로, 서로 같은 유전 정보를 가진다.

(가)는 길다란 DNA 사슬이 히스톤 단백질에 감긴 구조를 나타낸다. 마치 실뭉치 실이 감긴 것과 같은 구조를 하고 있는데, 이러한 구조를 '뉴클레오솜'이라고 한다. (나)는 DNA를 나타낸다. DNA는 4종류의 뉴클레오타이드가 기본 구성단위로, 뉴클레오타이드가 어떤 순서로 배열하는지에 따라 다른 정보를 지니게 된다.

문제 속 자료 염색체의 구조



- A와 B는 간기에 DNA가 복제되어 만들어진 것으로 유전 정보가 서로 같다.
- (가)는 히스톤 단백질에 DNA가 감겨 있는 뉴클레오솜 구조이다.
- (나)는 DNA의 이중 나선 구조로 단위체인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기로 구성되어 있다.

103 답 ③ | ㉠과 ㉡은 염색 분체의 같은 위치에 있는 유전자이며, 복제되어 나타난 구조로 유전 정보가 같다. 마찬가지로 DNA I과 DNA II는 복제되어 생긴 것으로 유전자 구성이 같다. (가)는 히스톤 단백질에 DNA가 실처럼 감긴 구조인 뉴클레오솜을 나타낸다.

오답 피하기

ㄴ. 대립유전자란 상동 염색체의 같은 위치에 존재하는 유전자 쌍을 의미한다. ㉠과 ㉡은 상동 염색체의 같은 위치에 존재하는 것이 아닌 염색 분체에 존재하는 두 유전자이므로 대립유전자가 아니다.

104 답 ① | ㉠은 히스톤 단백질, ㉡은 DNA를 나타낸다. 뉴클레오솜은 히스톤 단백질에 DNA가 감기면서 형성된 구조이다. 염색체의 응축 정도를 비교하면, G₁기에는 염색체가 아닌 염색사의 형태로 풀어져 있는 상태인 반면 세포 분열의 중기에는 염색사가 응축하여 형성된 염색체의 상태이다. 따라서 응축 정도가 큰 A는 세포 분열 중기의 세포, 응축 정도가 작은 B는 G₁기의 세포이다.

오답 피하기

ㄴ. 세포 분열 중기의 세포는 S기에 DNA 복제가 일어난 상태이므로 G₁기의 세포보다 DNA의 양이 2배이다.

ㄷ. 핵형 분석이란 현미경으로 염색체의 수, 크기 등을 직접 관찰하는 것을 의미하는데, 염색체가 응축되어 있는 세포 분열기의 세포를 관찰한다. 간기의 세포는 염색체가 나타나지 않으므로 핵형 분석을 할 수 없다.

105 답 ③ | A는 응축된 염색체를 나타내며, 두 개의 염색 분체로 이루어짐을 확인할 수 있다. 염색체는 DNA가 단백질에 감겨 응축되어 형성된다. B는 염색체를 이루는 DNA를 나타낸다. DNA는 기본 단위체인 4종류의 뉴클레오타이드가 길게 결합해 형성되는데, 뉴클레오타이드는 디옥시리보스에 하나의 인산과 4종류의 염기 중 하나가 결합한 구조이다. 유전자 1과 유전자 2는 DNA의 다른 위치에 있는 서로 다른 유전자이다.

오답 피하기

ㄷ. 대립유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 있는 유전자를 말한다. 유전자 1과 유전자 2는 한 염색체의 다른 위치에 있는 다른 종류의 유전자이다.

106 답 ⑤ | 상동 염색체는 각각 부모로부터 하나씩 물려받으며, 모양과 크기가 같아 쌍을 이루는 두 염색체이다. 상동 염색체의 같은 위치에 대립유전자가 존재한다.

ㄱ. 그림은 한 쌍의 상동 염색체를 나타내므로, 같은 위치에 있는 ㉠과 ㉡은 대립유전자이다. 대립유전자는 한 가지 형질의 결정에 관여하는 유전자이므로, ㉠과 ㉡은 모두 털색을 결정하는 대립유전자이다.

ㄴ. (가)는 염색체로, DNA와 (히스톤)단백질로 구성된다. DNA는 히스톤 단백질에 감겨 있다.

ㄷ. 염색체(가)는 세포가 분열할 때 DNA를 효율적으로 두 딸세포로 나누어 이동시키기 위해 응축된다. 따라서 세포 분열 중인 세포에서는 그림과 같이 막대 모양의 염색체가 관찰된다.

107 답 ② | 이 생물의 핵상이 $2n = 4$ 이므로, 이 생물은 두 쌍의 상동 염색체로 이루어진 4개의 염색체를 갖는다. 따라서 크기와 모양이 같은 (가)와 (나)는 상동 염색체이다.

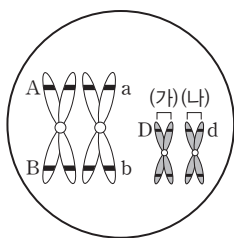
상동 염색체의 같은 위치에 있는 두 유전자는 같은 형질을 결정하는 대립유전자이므로, A와 a, B와 b, D와 d는 대립유전자 관계에 있다.

오답 피하기

ㄱ. A와 a가 대립유전자 관계이고, A와 B는 하나의 염색체의 다른 위치에 있는 서로 다른 유전자이다.

ㄷ. 생식세포($n=2$) 형성 과정에서 2쌍의 상동 염색체가 서로 분리되므로 이 생물의 가능한 생식세포는 $2^2 = 4$ (종류)이다. 즉, ABD, ABd, abD, abd의 생식세포가 형성된다.

문제 속 자료 염색체와 DNA



- 염색 분체는 DNA 복제 결과 만들어진다. ➡ 유전자 구성이 동일하다.
- 상동 염색체는 부모에게서 하나씩 물려받는다. ➡ 대립유전자 구성이 다를 수 있다.
- 생식세포 형성 과정에서 상동 염색체가 분리되어 각 생식세포로 들어간다. ➡ n 쌍의 상동 염색체로 이루어진 세포가 만들 수 있는 생식세포의 수는 2^n 개이다.

108 답 ③ | (가) 세포는 상동 염색체 쌍으로 구성된 것이 아닌 다른 종류의 세 가지 염색체로 이루어졌으므로, 상동 염색체가 분리되어 들어가 형성되어 핵상이 n 인 생식세포임을 알 수 있다. (나) 세포는 크기와 모양이 같은 염색체가 쌍으로 있으므로 체세포인데, 염색 분체가 있는 형태가 아니므로 아직 DNA 복제가 일어나지 않은 시기를 모식적으로 나타낸 것이다. 또한, 크기가 다른 두 염색체가 쌍으로 있으므로 성염색체가 XY인 수컷의 세포이다.

오답 피하기

ㄷ. A와 ㉠은 상동 염색체의 같은 위치에 있는 대립유전자 관계이다. 이 생물의 특정 형질에 대한 유전자형이 Aa이므로, ㉠은 A의 대립유전자인 a가 된다.

109 답 ① | (가)는 염색체의 구성이 상동 염색체로 이루어진 체세포를 나타내고, (나)는 상동 염색체가 분리되어 핵상이 n 인 생식세포를 나타낸다.

㉠은 쌍을 이루는 염색체와 크기가 다른데, 이 생물의 성염색체가 XY라고 했으므로 성염색체임을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. (나)는 핵상이 n 인 생식세포이다.

ㄷ. (가)의 염색체 수는 $2n = 8$ (개)이고, (나)의 염색체 수는 $n = 4$ (개)이다. 따라서 (가)의 염색체 수는 (나)의 염색체 수의 2배임을 알 수 있다. 체세포의 염색체 수는 생식세포의 2배이다.

110 답 ③ | 세포의 주기는 크게 세포가 성장하고 다음 세포 분열을 준비하는 간기와 세포 분열이 일어나는 분열기(M기)로 구분되며, 간기는 다시 세분하여 세포가 성장하는 G_1 기, DNA가 복제되는 S기, 세포가 성장하고 세포 분열을 준비하는 G_2 기로 구분된다. 제시된 자료에서 (나)는 G_2 기 다음

으로 분열기(M기), (다)는 G_1 기, (가)는 S기이다. 세포가 가장 많이 성장하는 시기는 G_1 기인 (다)이다.

오답 피하기

ㄱ. 방추사는 세포가 분열될 때 생성되어 염색체의 동원체에 결합하여 염색체의 위치를 조정하는 구조물로, 분열기인 (나)에서 관찰된다.

ㄴ. DNA가 복제되는 시기는 간기 중 S기이다. 제시된 그림에서는 (가)이다.

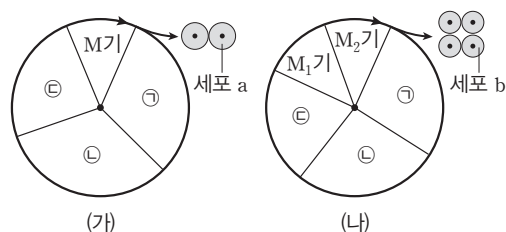
111 답 ① | (가)는 체세포 분열의 세포 주기이고, M기 이후에 두 딸세포가 생긴 것을 알 수 있다. (나)는 생식세포 분열(감수 분열)의 세포 주기로 분열기가 M_1 기와 M_2 기 두 시기로 되어 있으며 세포 분열 결과 4개의 딸세포가 형성된 것을 알 수 있다. (가), (나) 모두 ㉠은 간기의 첫 번째이며 세포가 성장하는 G_1 기, ㉡은 DNA 복제가 일어나는 S기, ㉢은 세포가 성장하면서 다음 세포 분열을 준비하는 G_2 기이다.

오답 피하기

ㄴ. (가)의 세포 a는 체세포 분열 결과 생긴 딸세포로, 복제되어 생긴 염색 분체가 분리되므로 모세포와 핵상이 같은 $2n$ 이다. 반면 (나)의 세포 b는 생식세포 분열 결과 염색체 수가 반으로 감소하므로 핵상이 n 이다.

ㄷ. 생식세포 분열에서는 분열이 2회에 걸쳐 일어난다. ㉠ 시기에 DNA가 복제되어 ㉡ 시기보다 DNA양이 두 배가 되고, M_1 기와 M_2 기에서 각각 DNA양이 반으로 감소하여 최종적으로 세포 b는 ㉠ 시기의 세포보다 DNA양이 반으로 감소한다.

문제 속 자료 세포 주기



- (가)는 세포 분열이 한 번 일어나고 두 개의 딸세포가 형성된 것으로 체세포 분열의 세포 주기이다.
- (나)는 세포 분열이 M_1 기, M_2 기 두 단계에 걸쳐 일어나고, 세포 분열 결과 4개의 딸세포가 형성되는 생식세포 분열의 세포 주기이다.
- ㉠은 간기의 첫 번째이므로 G_1 기이다. 이 시기에서는 세포가 성장한다.
- ㉡은 간기의 두 번째인 DNA가 복제되는 S기이다. ㉢은 다음 세포 분열을 준비하는 G_2 기이다.

112 답 ⑤ | (가)에서 ㉠은 S기 다음 주기인 G_2 기, ㉡은 분열기 다음 시기인 G_1 기이다. G_1 기는 세포 분열 이후 형성된 딸세포가 성장하는 시기이고, S기는 DNA 복제가 일어나는 시기, G_2 기는 다음 세포 분열을 준비하는 시기이다.

(나)에서 I은 DNA 상대량이 1인 세포의 수, II는 DNA 복제가 일어나 DNA 상대량이 두 배가 된 세포의 수이다. 따라서 I은 DNA 복제가 일어나기 전인 ㉠ 시기(G_1 기)의 세포들이고, II는 주로 DNA 복제가 완료된 이후인 ㉡ 시기(G_2 기)와 M기 세포들이다. 따라서 II의 세포들 중에는 세포 분열 중인 세포들도 있으므로 방추사가 형성된 세포도 있다.

오답 피하기

ㄱ. 2가 염색체는 생식세포 분열 과정에서 감수 1분열 시기에 상동 염색체가 결합하여 나타나는 구조로, 체세포 분열 과정에서는 나타나지 않는다.

113 답 ① | (가)는 세포 주기를 나타내는 모식도로, ㉠은 S기 다음 단계인 G_2 기, ㉡은 S기 이전 단계인 G_1 기이다. (나)에서 A는 핵막이 있고 유전 물질이 염색체가 아닌 염색사의 형태이므로 간기에 있는 세포이다. B는 염색체가 나타나고 세포 중앙에 배열하는 체세포 분열 중기의 세포로, M기에 해당한다. 문제의 조건에서 A와 B의 DNA 상대량이 같으므로, A는 DNA 복제가 일어난 상태이므로 간기 중 G_2 기(㉡)의 세포임을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. ㉡은 G_1 기이다.
ㄷ. 조직에 있는 세포의 수는 세포 주기의 시간에 비례한다. 즉, 더 오래 걸리는 세포 주기에 해당하는 세포의 수가 많고, 짧게 걸리는 세포 주기에 해당하는 세포의 수가 적다. (가)의 그래프에서 G_2 기에 해당하는 ㉡의 시간이 M기보다 더 긴 것을 알 수 있다. 따라서 세포의 수는 A가 B보다 더 많음을 예상할 수 있다.

114 답 ③ | ㉠과 ㉡은 아직 생식세포 분열(감수 분열)이 일어나기 전이므로 핵상이 $2n$ 이며, ㉢에서 ㉣이 될 때 DNA양이 두 배가 된다. ㉠에서 ㉢으로 되는 과정은 감수 1분열로, 이때는 상동 염색체가 분리되어 각 딸세포로 들어가므로 딸세포의 염색체 수가 절반으로 줄어들고 DNA양도 절반으로 줄어든다. ㉢에서 ㉣으로 되는 과정은 감수 2분열로, 이때는 체세포 분열과 마찬가지로 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어간다. 따라서 딸세포에서 염색체 수는 변하지 않으며, DNA양만 절반으로 줄어들게 된다.

세포 ㉤은 생식세포 분열이 모두 완료된 생식세포인데 유전자 D를 가지고 있으므로, ㉤의 모세포인 세포 ㉢도 유전자 D를 가지고 있다. ㉢에 있는 두 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어가므로, ㉤은 유전자 D를 두 개 가지고 있음을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. ㉣이 ㉤으로 되는 과정에서 상동 염색체가 분리된다.

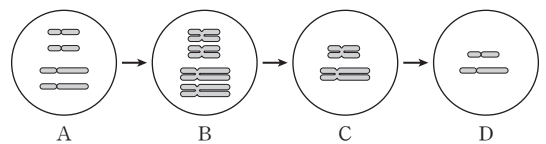
115 답 ⑤ | A는 염색 분체가 형성되지 않은 두 쌍의 상동 염색체로 이루어져 있으므로 아직 DNA 복제가 일어나지 않은 세포이다. B는 염색체가 두 염색 분체로 이루어지고, 두 쌍의 상동 염색체로 이루어져 있으므로 DNA 복제가 일어난 후의 세포이다. 이때는 상동 염색체끼리 결합한 2가 염색체가 형성된다. C는 상동 염색체 쌍이 아닌 2개의 염색체로 이루어지므로 이는 감수 1분열이 일어나 상동 염색체가 분리된 세포이다. 감수 1분열이 일어나면서 염색체 수가 반으로 줄어들게 된다. D는 감수 2분열이 일어나 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어간 모습이다.

B에서 C로 되는 과정에서 염색체 수가 반으로 감소하므로 B의 염색체 수는 C의 두 배가 된다.

오답 피하기

ㄱ. 2가 염색체는 염색 분체가 형성된 후인 세포 B 상태에서 형성된다.

문제 속 자료 세포 분열의 단계



- A는 두 쌍의 상동 염색체가 있는 총 4개의 염색체를 나타낸다. 하나의 염색체가 두 염색 분체로 이루어지지 않았으므로, 아직 DNA 복제가 일어나지 않은 시기이다.
- B는 두 염색 분체로 이루어진 염색체가 모두 4개가 있는 상태로, DNA 복제가 일어나 세포 분열 준비를 마친 상태이다. 생식세포 분열에서는 상동 염색체끼리 결합한 2가 염색체가 형성된다.
- C는 상동 염색체가 분리되어 딸세포로 들어간 모습으로 감수 1분열이 완료된 모습이다. 이는 2가 염색체가 분리되면서 일어나며, 이때 염색체 수가 반으로 줄어든다.
- D는 다시 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어간 모습으로 최종적인 생식세포의 염색체 구성을 나타낸다.

116 답 ⑤ | (가)는 세포질이 합입되어 세포질이 나누어지는 동물 세포의 세포질 분열을, (나)는 세포질 가운데에 세포판이 형성되어 세포질이 나누어지는 식물 세포의 세포질 분열을 나타낸다. 새롭게 형성된 세포판은 새로운 세포벽이 된다. 체세포 분열로 형성된 두 딸세포는 복제된 DNA가 분리되어 들어가므로, 유전자 구성이 모두 같다.

117 답 ② | (가)는 상동 염색체 쌍이 아닌 세 개의 다른 염색체로 이루어졌으므로 감수 1분열이 완료되어 염색체 수가 반으로 감소한 상태의 세포이다. (나)는 최종적으로 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어간 상태로, 감수 2분열까지 모두 완료된 상태의 세포이다. (다)는 두 염색 분체로 이루어진 염색체가 상동 염색체로 존재하는 상태로, 아직 세포 분열이 일어나기 전의 상태이다.

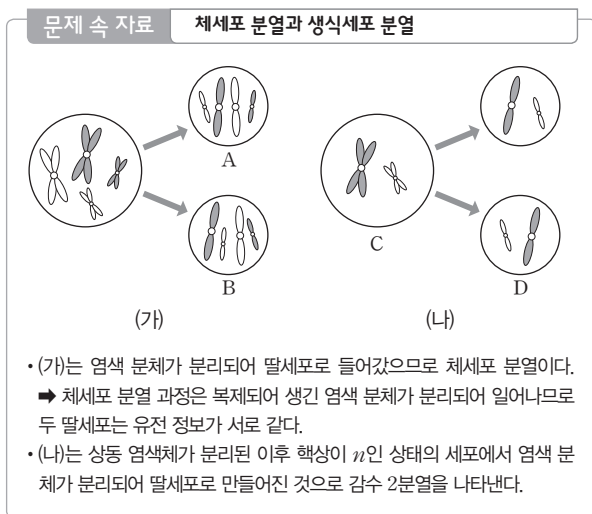
(가)는 두 염색 분체로 이루어진 3개의 염색체이므로, 염색 분체의 수는 모두 6개이다. (다)는 세 쌍의 상동 염색체로 이루어지므로 염색체의 수는 모두 6개이다. 따라서 (가)의 염색 분체 수와 (다)의 염색체의 수는 같다.

오답 피하기

ㄱ. (가)는 염색체 수가 반으로 감소한 상태이므로 핵상이 n 이다.

ㄴ. 생식세포가 형성되는 순서는 (다) → (가) → (나)이다.

- 118 답 ⑤** | (가)는 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체가 분리되어 각 딸세포로 들어간 것을 알 수 있다. 따라서 (가)는 체세포 분열을 나타낸다. (나)는 상동 염색체가 아닌 다른 종류의 두 염색체가 있는 모세포에서 염색 분체가 분리되어 두 딸세포로 들어간 모습으로, 이는 감수 2분열 과정을 나타낸다. 식물에서 체세포 분열은 생장점과 형성층에서 일어난다. (가)에서 A와 B는 DNA가 복제되어 생긴 두 염색 분체가 분리된 것으로, 유전 정보가 서로 같다. (나)에서 C와 D는 상동 염색체가 분리된 이후의 세포이므로 핵상은 n 으로 서로 같다.



- 119 답 ①** | (가)는 DNA가 복제되어 생긴 염색 분체가 분리되어 두 딸세포로 들어가는 체세포 분열을, (나)는 첫 번째 분열에서는 상동 염색체가 분리되고 두 번째 분열에서는 염색 분체가 분리되는 생식세포 분열을 나타낸다. A와 B는 아직 세포 분열이 일어나기 전 상태로, 둘 다 핵상이 $2n$ 이다.

오답 피하기

ㄴ. 체세포 분열 과정인 I에서는 염색 분체가 분리되고, 감수 1분열 과정인 II에서는 상동 염색체가 분리된다.

ㄷ. 생식세포 분열인 (나)에서 DNA 복제 과정(S기)은 한번만 나타난다. 감수 1분열과 감수 2분열 과정에서 간기는 거의 없고 DNA 복제 과정 없이 바로 일어난다.

- 120 답 ①** | (가)는 상동 염색체가 분리되어 두 딸세포로 들어갔으므로 생식세포 분열 중 감수 1분열을 나타낸다. (나)는 하나의 염색체를 이루는 두 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어간 것으로 체세포 분열을 나타낸다. 따라서 B와 C는 유전 정보가 서로 같다.

오답 피하기

ㄱ. A는 감수 1분열 결과 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 줄어들어 핵상이 n 이 된다. 반면 B와 C는 염색 분체가 분리된 것으로 염색체 수는 변하지 않아 핵상이 $2n$ 이 된다.

ㄷ. (가)는 생식세포 분열 과정인 감수 1분열을 나타낸다.

- 121 답 ⑤** | (가)는 상동 염색체가 분리되어 딸세포로 들어가는 감수 1분열 과정을, (나)는 DNA가 복제되어 생긴 염색 분체가 딸세포 들어가는 체세포 분열을 나타낸다. A는 세포 분열이 일어나기 전으로 핵상이 $2n$ 이고, B는 상동 염색체가 분리되어 들어가 염색체 수가 반으로 줄어들어 핵상이 n 이 된다. C는 체세포 분열이므로 염색체 수는 변함 없이 $2n$ 이다. 염색 분체 1개의 DNA양을 1이라고 한다면, B의 경우 염색체 수는 2개, 염색 분체는 총 4개이므로 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{DNA양}}$ 의 값은 $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이 된다. C에서는 염색 분체가 4개, 염색체 수도 4개이므로 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{DNA양}}$ 의 값은 $\frac{4}{4} = 1$ 이 된다.

- 122 답 ③** | 그래프에서 구간 I은 아직 DNA가 복제되기 전으로 DNA 상대량이 2이다. 구간 II는 DNA의 복제가 일어나 DNA 상대량이 증가하고 최종적으로 2배가 된다. 구간 III은 DNA 복제가 일어난 세포가 세포 분열이 일어나는 시기로, 후반부에 세포질이 나누어지면서 세포 1개당 DNA 상대량이 다시 2가 된다. 이 시기에는 염색 분체가 분리된다.

오답 피하기

ㄱ. 염색사가 염색체로 응축되는 시기는 분열기 중 전기이다. 따라서 구간 III에 해당한다.

ㄴ. 구간 II에서 DNA가 복제되어 DNA양이 2배가 되지만, 이는 염색 분체가 형성되는 것으로 염색체의 수가 늘어나는 것은 아니다.

- 123 답 ①** | (가)의 그래프를 보면, DNA양이 두 배로 증가한 이후 두 번에 걸쳐 DNA양이 감소하는 것을 알 수 있다. 이로부터 두 번의 분열 단계를 거치는 생식세포 분열을 나타냄을 알 수 있다.

구간 A는 아직 DNA 복제가 일어나기 전이며, 구간 B는 DNA 복제가 완료되어 DNA 상대량이 처음 상태에서 2배가 된 이후이다. C는 감수 1분열이 끝난 시기로 염색체 수가 반으로 줄어든 상태이다.

(나)에서 이 세포는 염색 분체의 수가 8인데, 이 세포의 염색체 수가 4개이므로 염색 분체가 8개가 되려면 DNA 복제가 완료되고 아직 분열을 거치지 않는 세포여야 하고, 이때 DNA 상대량은 4가 된다. 따라서 ㉠의 값은 4이다.

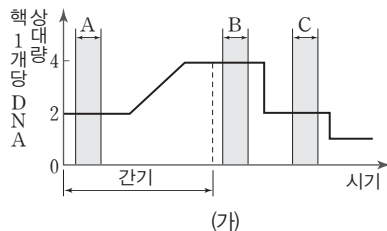
B에서 C로 되는 과정에서 염색체 수가 반으로 감소하므로, B의 염색체 수는 C의 두 배이다.

오답 피하기

ㄴ. A와 B 시기의 염색체 수는 서로 같다.

ㄷ. B 시기에서 C 시기로 가는 과정은 감수 1분열 과정으로, 상동 염색체가 분리된다.

문제 속 자료 시기에 따른 DNA 상대량 그래프



- 그래프 (가)는 DNA 복제가 일어나 DNA 상대량이 2배가 된 이후 분열이 두 번 일어나므로, 생식세포 분열 과정에서의 DNA 변화를 나타낸다.
- A는 DNA 복제가 일어나기 이전 단계, B는 DNA 복제가 완료된 이후, C는 첫 번째 분열인 감수 1분열이 완료된 이후이다.
- B에서 C로 되는 과정에서 상동 염색체가 분리되고 염색체 수가 절반으로 감소한다.
- 이 세포의 염색체 수가 4개이므로, 염색 분체 수가 8개가 되려면 DNA 복제가 일어나야 한다. 이때의 DNA 상대량은 최초 값인 2에서 두 배가 된 4가 된다.

124 답 ① | 그래프 (가)는 분열이 2회에 걸쳐 일어나므로 생식세포 분열 과정에서의 DNA 변화를 나타내는 것이다. 구간 I은 DNA 복제가 완료된 이후, 구간 II는 감수 1분열이 일어나 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 감소한 이후, 구간 III은 감수 2분열이 완료되어 4개의 딸세포가 형성된 시기이다. (나)는 상동 염색체가 분리되고 염색 분체가 분리되기 전의 세포이므로 감수 1분열이 완료된 시기의 세포를 나타낸다. 이때의 핵상은 $n = 3$ 이므로, 이 세포의 체세포 염색체 수는 $2n = 6$ 이 된다.

오답 피하기

ㄴ. 구간 II는 이미 상동 염색체의 분리가 완료된 이후이다.

ㄷ. 구간 III은 염색 분체까지 분리된 상태를 나타낸다. (나)는 상동 염색체가 분리된 상태이므로, 구간 II에 해당한다.

125 답 ④ | 그래프 (가)는 두 번의 분열을 거치는 생식세포 분열 과정에서의 DNA 변화를 나타낸다. 구간 A는 DNA 복제가 일어나기 전부터 복제가 완료된 이후까지의 시기이고, 구간 B는 DNA 복제 이후 감수 1분열이 완료된 이후까지의 시기이며, 구간 C는 감수 1분열이 완료된 이후 감수 2분열이 완료된 시기까지를 나타낸다. 따라서 A, B, C 시기에서 모두 DNA양의 변화가 나타난다.

(나)는 상동 염색체가 분리된 이후 염색 분체가 분리되는 과정에서 염색체가 세포 중앙에 배열된 모습을 나타내므로, 감수 2분열 시기의 세포이다. 따라서 그래프 (가)에서 (나)를 관찰할 수 있는 시기는 구간 C이다.

오답 피하기

ㄱ. (나)는 감수 1분열이 끝나고 감수 2분열이 진행되는 모습으로, C 시기에서 관찰된다.

126 답 ① | (가)는 상동 염색체가 결합한 2가 염색체가 세포 중앙에 배열한 모습으로 감수 1분열 중기를 나타내고, (나)는 상동 염색체가 분리된 이후 염색체가 세포 중앙에 배열한 감수 2분열 중기를 나타낸다. 표는 염색체 수가 4개이고 DNA 상대량이 4이므로, DNA가 복제되고 염색체 수가 감소하기 전 상태로 (가)에 해당한다.

감수 1분열이 일어난 이후 감수 2분열이 일어나므로, (가)와 (나)보다 먼저 일어난다.

오답 피하기

ㄴ. (나)는 염색체 수가 2이고, DNA 상대량은 (가)의 절반이다. 따라서 표는 (가)의 염색체 수와 DNA 상대량을 나타낸다.

ㄷ. 생식세포 한 개는 (가) 상태의 세포가 두 번 분열이 일어나 생성된다. 따라서 생식세포 한 개당 DNA 상대량은 (가)의 $\frac{1}{4}$ 인 1이 된다.

127 답 ① | 생식세포 형성 과정에서는 핵상이 $2n$ 인 세포가 DNA 상대량이 2배가 된 이후 감수 1분열 과정을 거치면서 염색체 수가 반으로 감소해 핵상이 n 이 되고 DNA 상대량이 처음과 같아진다. 이후 감수 2분열이 일어나면서 핵상은 n , DNA 상대량은 최초 상태의 절반이 된 4개의 딸세포가 만들어진다. 표에서, 핵상이 $2n$ 이고 DNA 상대량이 1인 B는 아직 DNA 복제가 일어나기 전 세포이고, A는 DNA 복제가 일어난 이후, C는 생식세포 분열이 일어난 이후를 나타낸다. (가)는 DNA 복제가 일어난 상동 염색체가 결합한 2가 염색체가 있으므로 표에서 A에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. A와 B는 모두 핵상이 $2n$ 이므로 염색체 수가 같다.

ㄷ. C는 감수 1분열이 완료된 후의 세포를 나타낸다.

128 답 ③ | 생식세포 분열 과정에서 감수 1분열이 지나면 염색체 수와 DNA 상대량이 모두 절반으로 감소하고, 감수 2분열이 완료되면 염색체 수는 같고 DNA 상대량은 다시 절반으로 감소한다. 따라서 표에서 C는 염색체 수가 체세포와 같은 4개이고, DNA 상대량이 4이므로 감수 1분열이 일어나기 전이고, B는 감수 1분열이 일어나 염색체 수와 DNA 상대량이 모두 절반으로 감소된 시기, A는 감수 2분열이 모두 완료된 시기이다.

(가)는 상동 염색체가 분리되고 염색 분체는 분리되기 전이므로, 감수 1분열이 완료된 B 시기의 모습을 나타낸다.

이 세포의 염색체 수는 4개이므로, C의 염색 분체 수는 8개, B의 염색 분체 수는 4개, A의 염색 분체 수는 2개가 된다.

따라서 B의 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{염색 분체 수}}$ 의 값은 $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이고, C의

$\frac{\text{염색체 수}}{\text{염색 분체 수}}$ 의 값은 $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ 이므로 서로 같다.

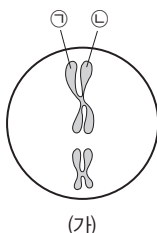
오답 피하기

ㄱ. (가)는 B 시기를 나타낸다.

ㄴ. 정상 생식세포는 (가) 상태에서 염색 분체가 분리되어 각각의 딸세포로 들어가 형성되므로, ㉠과 ㉡ 중 하나만 가지고 있다.

문제 속 자료 DNA 상대량과 세포 분열 특정 단계

시기	세포 1개당 염색체 수	핵 1개당 DNA 상대량
A	2	1
B	2	2
C	4	4



- 문제 조건에서 이 동물의 염색체 수는 4개이다. ($2n = 4$)
- C는 세포 1개의 염색체 수가 4개이고, 세포 1개당 DNA 상대량이 4이므로, 아직 세포 분열이 일어나기 전이고 DNA의 복제가 일어난 상태를 알 수 있다.
- B는 세포 1개당 염색체 수가 2개이므로 생식세포 분열이 진행된 상태이다. 그리고 DNA 상대량이 C의 절반인 2이므로 감수 1분열이 끝난 상태를 알 수 있다.
- A는 세포 1개당 염색체 수가 C의 절반이고, DNA 상대량이 B의 절반이므로, 감수 2분열까지 진행되어 염색 분체가 각 딸세포로 들어간 상태를 나타낸다.
- (가)는 상동 염색체가 분리되어 딸세포로 들어간 모습이고, 아직 염색 분체는 분리되기 전으로, 표에서 B에 해당한다.

129 답 ② | 염색체 수가 체세포와 같은 4개이고 DNA 상대량이 4인 B는 DNA가 복제되고 아직 분열이 일어나기 전 시기의 세포이다. 염색체 수와 DNA 상대량이 모두 B의 절반으로 감소한 C는 감수 1분열이 완료된 시기의 세포이다. DNA 상대량이 1인 A는 감수 2분열까지 완료된 세포이다. 그림의

세포는 상동 염색체는 분리되었지만 염색 분체는 분리되기 전 상태로 C 시기를 나타낸다.

B 시기는 DNA 복제가 완료된 상태이므로 염색 분체 수는 염색체 수의 2배인 8개가 된다. 따라서 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}}$ 의 값

은 $\frac{8}{4} = 2$ 가 된다. C는 염색체 수가 2이고 염색 분체 수는

B의 절반인 4이므로 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}}$ 의 값은 $\frac{4}{2} = 2$ 이다.

오답 피하기

ㄱ. B와 C의 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}}$ 값은 2로 같다.

ㄴ. B 시기의 세포가 간기를 거치지 않고 바로 분열하여 C 시기의 세포가 된다.

130 답 ⑤ | (가)에서는 ㉠에서 ㉡으로 되면서 DNA 복제가 일어난다. ㉡ 세포는 감수 1분열이 일어나 염색체 수가 반으로 감소한 상태의 세포이고, ㉢은 감수 2분열까지 완료되어 염색 분체까지 분리된 상태의 세포이다. 따라서 과정 I은 DNA 복제, 과정 II는 상동 염색체 분리, 과정 III은 염색 분체 분리가 일어난다.

(나)는 상동 염색체가 분리되고 염색 분체는 분리되기 전이므로, 감수 1분열이 완료된 ㉡ 세포를 나타낸다.

㉠에서 ㉡으로 갈 때 염색체 수가 감소하므로, ㉠의 염색체 수는 ㉢의 2배이다.

오답 피하기

ㄱ. 과정 I에서는 DNA가 복제된다. 상동 염색체가 분리되는 것은 과정 II이다.

131 답 ① | ㉠은 G_1 기의 세포이므로 아직 DNA 복제가 일어나기 전 상태이고, ㉡은 DNA 복제가 일어나 각 유전자의 DNA 상대량이 2가 된 상태이다. 이 동물의 유전자형이 Hh이므로, ㉠ 세포는 H 1, h 1의 양을 가지고, DNA가 복제되면서 ㉡ 세포는 H 2, h 2의 양을 갖게 된다. 따라서 ㉢은 ㉠에 해당하고, ㉣은 ㉡에 해당한다.

㉠에서 ㉡으로 분열하면서 상동 염색체가 분리되므로, ㉢ 세포는 H와 h 중 하나만 가지게 된다. 따라서 H의 양이 2이고 h의 양은 0인 ㉣가 ㉢에 해당한다.

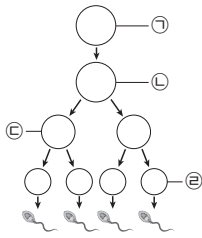
㉤ 세포는 ㉢ 세포가 아닌 세포에서 분열된 것으로, h의 양이 2인 세포에서 감수 2분열이 진행되어 하나의 염색 분체만 들어가 h의 양이 1이고 H의 양은 0을 갖게 된다. 따라서 ㉣가 ㉤에 해당하고, ?의 값은 1이 된다.

오답 피하기

ㄴ. ㉣는 감수 1분열이 진행된 ㉢ 세포에 해당하므로 핵상이 n 이다.

ㄷ. ④는 감수 2분열까지 완료된 세포로, h의 DNA 상대량은 1이다.

문제 속 자료 생식세포 분열 모식도와 DNA 상대량



세포	DNA 상대량	
	H	h
①	2	2
②	2	0
③	1	1
④	0	?

- ①은 G_1 기 세포이므로 DNA 복제가 일어나지 않았으므로 H와 h의 DNA 상대량 값은 각각 1이다.
- ②은 DNA 복제가 일어나 세포 분열 준비가 완료된 세포이므로, H와 h의 DNA 상대량 값은 각각 2이다.
- ③은 감수 1분열이 일어나 상동 염색체 중 하나만 가지므로, DNA 상대량 값이 2인 H와 h 중 하나만 가지게 된다. 표에서 이에 해당하는 것은 ③이므로, H를 가졌음을 알 수 있다.
- ④은 ③과는 다른 상동 염색체를 물려받은 세포에서 분열했으므로 H를 가지지 않고 h만 가지게 된다. 즉, DNA 상대량 값이 2인 h에서 분열하여 h의 상대량 값이 1이 된다.

132 답 ③ | 오른쪽의 표를 보면 DNA 상대량 값이 A도 나타나고, a도 나타난다. 만약 이 세포의 유전자형이 AA 또는 aa였다면, A와 a 중 하나의 값이 모두 0이어야 한다. 따라서 이 세포의 유전자형은 Aa임을 알 수 있다.

①은 G_1 기의 세포로 아직 DNA 복제가 일어나기 전이므로 A와 a의 DNA 상대량 값이 각각 1이다. 표에서 이것이 가능한 경우는 (다)이고, 따라서 (다)의 A값은 1이 된다.

②은 DNA 복제가 일어나 세포 분열 준비가 된 상태이므로 A와 a의 값이 모두 2가 된다. 표에서 이것이 가능한 경우는 (라)이고, 따라서 ②의 값은 2가 된다.

③은 감수 1분열이 일어나 상동 염색체가 분리되어 각 딸세포로 들어오므로, 하나의 딸세포는 DNA 상대량이 2인 A와 DNA 상대량이 2인 a 중 하나만 갖게 된다. 표에서 이 경우는 (가)에 해당하므로, ③ 세포는 A를 물려받았음을 알 수 있다.

④은 ③에서 감수 2분열이 진행된 세포이므로 A를 갖는 두 염색 분체가 분리되어 각 딸세포로 들어가고, A의 값이 1이 된다. 표에서 가능한 경우는 (나)이고, 따라서 ④의 값은 1이 된다.

⑤의 값이 1이고 ⑥의 값이 2이므로 $a + b = 3$ 이 된다.

오답 피하기

ㄱ. 이 동물의 털색 유전자형은 Aa이다.

ㄴ. (가)는 감수 1분열이 완료되어 염색체 수가 반으로 줄어 핵상이 n 이고, (라)는 아직 분열이 시작되기 전으로 핵상이 $2n$ 이다.

133 답 ② | 세포 I은 G_1 기 세포이므로 아직 DNA 복제가 일어나기 전이다. 이 세포의 유전자형이 AABbDd이므로, I의 A, b, d의 DNA 상대량은 각각 2, 1, 1이 된다. 이는 표에서 (다)에 해당한다. 이후 DNA 복제가 일어나면서 A, b, d의 DNA 상대량은 각각 4, 2, 2가 되고, 감수 1분열이 일어난다.

세포 II는 감수 1분열이 일어나 상동 염색체 중 하나만 가지게 된다. 따라서 A의 값은 2가 된다. 또한 b, d 유전자를 갖는 염색체를 받을 수도, 안 받을 수도 있으므로 DNA 상대량 값은 2이거나 0이 되어야 하는데, 표에서 이 경우에 해당하는 것은 (가)이다. 따라서 II는 B, D 유전자를 갖는 염색체를 물려받고, b, d 유전자를 갖는 염색체는 물려받지 않았음을 알 수 있다.

세포 III은 II와 다른 세포, 즉 b, d 유전자가 있는 염색체를 물려받은 세포에서 감수 2분열이 일어난 세포이므로, A, b, d의 값이 모두 1이 된다. 표에서 가능한 경우는 (나)이고, 따라서 ①의 값은 1, ②의 값도 1이 된다. 이때 $① + ② = 2$ 이다.

오답 피하기

ㄱ. (다)는 DNA 복제가 일어나기 전인 I이다.

ㄷ. (가)는 감수 1분열이 완료된 세포로 2가 염색체가 분리되어 들어가므로 2가 염색체를 관찰할 수 없다. 2가 염색체는 I과 II 사이 단계 세포에서 관찰할 수 있다.

134 답 ⑤ | 상자에서 흰색 카드는 대립유전자 A를, 검은색 카드는 대립유전자 a를 나타내므로, 각 상자에서 하나의 카드를 뽑는 것은 대립유전자가 분리되는 것을 의미한다. 즉, 생식세포의 형성을 나타낸다. 그리고 각 상자에서 나온 두 카드의 조합은 두 생식세포가 만나는 수정을 나타내고, 카드의 조합은 유전자형이 된다.

문제에서 대립유전자 A가 a에 대해 완전 우성이라고 했으므로 유전자형이 Aa인 경우는 대립유전자 A의 형질이 표현된다. ①의 유전자형은 $\square\square$, 즉, Aa이므로 A의 형질이 표현된다.

이 실험은 하나의 세포에서 대립유전자가 분리되어 각각의 딸세포로 들어가는 분리 법칙에 따라 생식세포가 형성되고, 두 생식세포가 만나 수정이 이루어지면서 유전자가 자손으로 전달되는 과정을 나타낸다. 즉, 분리 법칙을 설명할 수 있다.

135 답 ① | 각 상자에서 염색체 모형을 하나씩 꺼내는 것은 생식세포의 형성을, 두 염색체 모형을 짝짓는 것은 수정을 나타낸다.

오답 피하기

ㄴ. 꽃 색은 붉은색 유전자 A와 흰색 유전자 a에 의해 나타나는데 A가 a에 대해 완전 우성이므로, 붉은색 꽃 형질의 유전자형은 AA와 Aa가 가능하다. 따라서 이형접합성인 Aa도 붉은색 꽃 형질을 나타낸다.

ㄷ. 염색체 모형에서, A와 B 유전자가 한 염색체에 있고, a와 b 유전자가 한 염색체에 있다. 따라서 가능한 생식세포의 종류는 AB, ab 두 종류이고, 자손의 가능한 유전자형은 AABB, AaBb, aabb 세 종류이다. 따라서 자손의 표현형은 붉은색 꽃 둥근 모양 : 흰색 꽃 주름진 모양 = 3 : 1의 비로 나타난다.

- 136 답 ②** | 우선 유전병 X가 어떤 형태의 유전인지 파악해야 한다. 유전병 X의 유전자가 X 염색체에 있는 경우를 가정해 보자. (나)의 그래프에서 ㉠의 유전자형은 $X^T X^T$ 이고, ㉡의 유전자형은 $X^T Y$ 가 되어야 한다. 이 경우 T 유전자가 남자에게서는 유전병 유전자로 작용하고 여자에게는 정상 유전자로 작용하므로 모순이다. 따라서 이 유전은 상염색체 유전임을 알 수 있다. 이때는 T와 T*의 DNA 상대량의 합이 2가 되어야 하므로, ㉠의 유전자형은 TT, ㉡의 유전자형은 TT*가 된다. 이때 동형접합성인 ㉠은 정상이고, 이형접합성인 ㉡이 유전병이 있으므로 T* 유전자가 유전병을 나타내고 우성임을 알 수 있다. 따라서 가계도 상의 정상인 사람은 모두 유전자형이 TT가 되므로 어머니의 유전자형은 TT, 아버지의 유전자형은 이형접합성인 TT*가 된다. 첫째 딸은 유전병이 있고 어머니로부터 T 유전자를 물려받았으므로 유전자형은 TT*가 된다.

오답 피하기

ㄱ. 이형접합성이어서 T* 유전자를 갖는 ㉡이 유전병을 나타내므로, 유전병 X는 우성 형질임을 알 수 있다.

ㄷ. 아버지의 유전자형이 TT*, 어머니의 유전자형이 TT이므로, 자손의 비율은 $TT : TT^* = 1 : 1$ 이다. 따라서 정상 자손이 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 인데, 남자일 확률은 여기서 또 $\frac{1}{2}$ 을 곱해야 하므로 $\frac{1}{4}$ 이 된다.

- 137 답 ②** | 우선 유전병 유전자가 상염색체에 있는지 성염색체에 있는지 살펴 보자. 만약 유전자가 성염색체인 X 염색체에 있다면, 그래프 (나)에 따라 ㉠의 유전자형은 $X^A X^A$, ㉡의 유전자형은 $X^A Y$ 가 된다. 이 경우 A 유전자가 ㉠에서는 정상 유전자로 작용하고 ㉡에는 유전병 유전자로 작용하므로 모순이다. 따라서 유전병 유전자는 상염색체에 있으며, 대립 유전자 쌍의 DNA 상대량 합은 2가 되어야 한다. 따라서 ㉠

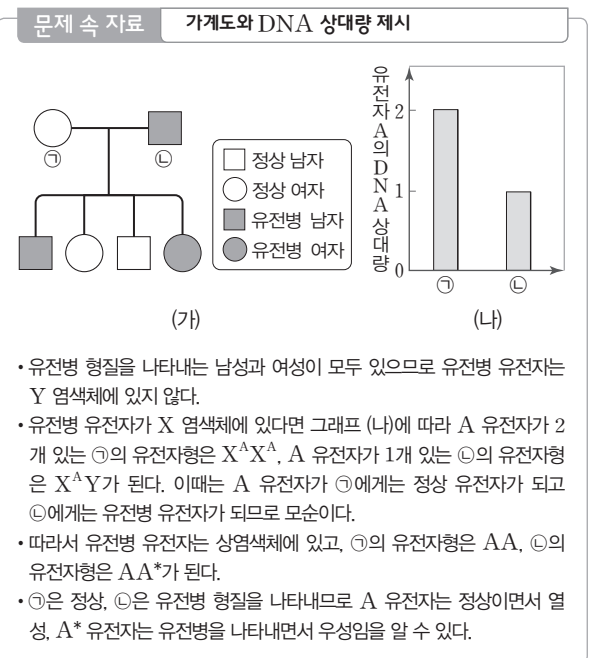
의 유전자형은 AA, ㉡의 유전자형은 AA*가 된다. 이때 AA는 정상 형질이고 AA*가 유전병을 나타내므로, A는 정상 유전자이고 A*는 유전병 유전자이면서 우성임을 알 수 있다.

자손 중에서 정상인 경우는 유전자형이 모두 AA가 되고, 유전병인 경우는 어머니인 ㉠으로부터 A 유전자를 물려받아 유전자형이 모두 AA*가 된다.

오답 피하기

ㄱ. 유전자형이 AA인 ㉠이 정상 형질이고, 유전자형이 AA*인 ㉡이 유전병을 나타내므로 A* 유전자는 유전병을 나타내며 A 유전자에 대해 우성이다.

ㄴ. 유전병 유전자는 상염색체인 X 염색체에 없으며 상염색체에 있다.



- 138 답 ④** | 표에서 (가)~(다)의 유전자 T와 T*의 상대량이 모두 제시되었는데, (가)와 (다)의 경우 상대량이 0인 유전자가 있으므로 두 유전자 중 하나만 가지고 있는 경우도 있다는 것을 알 수 있다. 이를 통해 유전병에 대한 유전자가 X 염색체에 있음을 알 수 있다. 유전자 T*를 가지고 있는 (가)가 유전병을 보이므로 유전병에 대한 유전자는 T*이며, 유전자형이 $X^T X^{T^*}$ 인 (다)가 정상이므로 유전병은 열성 유전임을 알 수 있다. 즉 T가 T*에 대해 우성이다. (다)의 유전자형은 $X^T X^{T^*}$ 이고, (라)의 아버지는 유전병이 있으므로 유전자형이 $X^{T^*} Y$ 가 된다. 이때 자손은 $X^T X^{T^*}$, $X^T Y$, $X^{T^*} X^{T^*}$, $X^{T^*} Y$ 가 같은 비율로 나오므로, 자손이 유전병일 확률은 50%이다.

오답 피하기

ㄴ. T와 T* 유전자는 상염색체인 X 염색체 위에 있다.

139 답 ① | 보조개 유전은 상염색체 상의 한 쌍의 대립유전자에 의해 형질이 결정된다. 아버지와 어머니 모두 보조개가 있는데 보조개가 없는 누나가 나왔으므로, 보조개 유전자가 우성이고 보조개가 없는 유전자가 열성이며, 아버지와 어머니 모두 이형접합성임을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 철수 아버지와 어머니 모두 보조개 유전자형은 이형접합성이다.

ㄷ. 보조개 유전자를 A, 보조개가 없는 유전자를 a라고 한다면 아버지와 어머니의 유전자형은 모두 Aa이고, 이때 자손의 유전자형 비율은 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ 이 된다.

따라서 보조개가 없는 표현형인 aa가 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

따라서 철수의 동생이 보조개가 없는 남자일 확률은

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \text{이 된다.}$$

문제 속 자료 상염색체 유전

구분	아버지	어머니	누나	철수
보조개	있음	있음	없음	있음

- 모두 보조개가 있는 아버지와 어머니 사이에서 보조개가 없는 딸(누나)이 나왔으므로, 보조개가 있는 형질이 우성, 보조개가 없는 형질이 열성이다.
- 만약 보조개 유전자가 X 염색체에 있다면, 보조개 유전자를 갖고 있는 아버지 밑에서 보조개가 없는 딸이 나올 수 없으므로 보조개 형질은 상염색체 유전임을 알 수 있다.
- 아버지와 어머니는 표현형은 우성이지만 유전자형은 모두 열성 유전자를 한 개씩 가지고 있는 이형접합성이다.
- 보조개 유전자를 A, 보조개 없는 유전자를 a라고 한다면 아버지와 어머니의 유전자형은 모두 Aa이다. 이때 자손의 가능한 비율은 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ 이고, 따라서 보조개가 없는 aa 자손이 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 인 25%이다.

140 답 ② | 아버지, 어머니, 철수, 여동생으로 이루어진 가족에서 철수가 AB형이면서 모두 혈액형이 다른 경우는 부모님의 유전자형이 $I^A i, I^B i$ 이고, 여동생은 각각 i 유전자를 받아 O형인 경우이다. 따라서 아버지와 어머니의 혈액형은 각각 A형과 B형 중 하나이고, 모두 이형접합성이다.

오답 피하기

ㄱ. 여동생의 혈액형은 O형이다.

ㄴ. 철수 가족 중 철수는 AB형이므로 유전자 i 를 갖지 않는다.

141 답 ③ | 유전 형질 (가)는 한 쌍의 대립유전자로 결정되지만 대립유전자의 종류가 A, B, C 세 가지이다. 이처럼 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되지만 대립유전자 위치에 올 수 있

는 유전자의 종류가 3가지 이상인 형태의 유전을 복대립 유전이라고 한다. 대표적인 예로는 대립유전자의 종류가 I^A, I^B, i 의 세 가지인 ABO식 혈액형의 유전이 있다. 복대립 유전도 단일 인자 유전에 해당한다.

문제의 조건에서 A, B, C 세 유전자 사이의 우열 관계가 뚜렷한데, AB와 AC의 표현형이 같다. 이때 가능한 경우는 A가 B와 C에 각각 우성이어서 모두 A의 형질이 표현되는 경우이다.

유전자형이 AB인 개체와 BC인 개체를 교배하였을 때, 가능한 생식세포의 유전자형은 각각 (A, B)와 (B, C)이고 자손의 가능한 유전자형은 AB, AC, BB, BC의 네 경우이다. 이때 AB와 AC는 A가 표현되므로, 표현형의 분리비가 1 : 1이 되려면 BB와 BC가 모두 B가 표현되어야 한다. 따라서 B가 C에 대해 우성이어야 하고, 이때 유전자형의 우열 관계는 $A > B > C$ 가 된다.

오답 피하기

ㄷ. (가)의 가능한 유전자형은 AA, BB, CC, AB, AC, BC의 6가지이다.

142 답 ④ | 정상 부모 밑에서 영희가 나왔으므로 단풍나무시럽병은 열성 유전이다. 만약 유전병 유전자가 X 염색체에 있다면 표현형이 정상이므로 정상 유전자만 지니는 아버지에서 유전병이 있는 영희가 나올 수 없다. 영희는 아버지로부터 X 염색체를 물려받기 때문이다. 따라서 유전병 유전자는 상염색체에 있음을 알 수 있다.

정상인 아버지와 어머니 사이에서 유전병이 있는 영희가 나왔으므로, 영희는 유전병 유전자만 갖는 동형접합성이고, 아버지와 어머니의 유전자형은 모두 이형접합성이다. 즉, 유전병 유전자 1개씩을 가지고 있다.

오답 피하기

ㄷ. 정상 유전자를 A, 유전병 유전자를 a라고 한다면 영희의 유전자형은 aa가 된다. 정상 남자의 유전자형은 AA 또는 Aa이다. 만약 영희가 유전자형이 AA인 남자와 결혼한다면 자손의 유전자형은 Aa만 가능하므로 모두 정상이다. 영희가 유전자형이 Aa인 남성과 결혼한다면 자손의 유전자형은 Aa, aa이고 이 경우는 단풍나무시럽병을 갖는 아들과 정상 아들이 같은 비율로 태어날 수 있다.

143 답 ⑤ | 우선 유전병 X에 대해서만 살펴보면, 모두 유전병이 있는 부모에게서 정상인 자손이 나왔으므로 정상 형질이 열성, 유전병 형질이 우성이다. 만약 유전병 X에 대한 유전자가 성염색체인 X 염색체에 있다면, 유전병이 있는 아버지

게서 정상인 딸은 나올 수 없다. 딸은 아버지로부터 유전병 유전자가 있는 X 염색체를 물려받기 때문이다. 따라서 유전병 유전자는 상염색체에 있음을 알 수 있고, 남자와 여자에게서 나타날 확률이 같다.

ABO식 혈액형 유전은 상염색체에 있는 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정된다. A형인 아버지와 B형인 (가) 사이에서 A형 자손이 나왔으므로, B형인 (가)는 i 유전자를 한 개 가져야 한다. 따라서 (가)의 유전자형은 $I^B i$ 이다. 또한, A형인 아버지와 B형인 (나) 사이에서 O형인 자손이 나왔으므로 부모는 모두 i 유전자를 가지고 있어야 한다. 따라서 (나)의 유전자형은 $I^B i$ 가 된다. 즉, (가)와 (나)의 유전자형은 같다.

오답 피하기

ㄱ. 유전병 X의 유전자는 상염색체에 있으므로, 남자와 여자에게서 나타날 확률은 같다.

문제 속 자료 가계도 분석

• 모두 유전병이 있는 1과 (가) 사이에서 정상인 자손이 나왔으므로, 유전병 형질이 우성, 정상 형질이 열성이다.
 • 만약 유전병 X의 유전자가 X 염색체에 있다면, 유전병 유전자가 있는 1의 X 염색체가 2에게 전해지므로 유전병이 나타나야 한다. 하지만 2가 정상이므로, 유전병 X의 유전자는 상염색체에 있음을 알 수 있다.
 • A형인 3의 A 유전자는 1로부터 받은 것이므로, (가)에서는 i 유전자를 받아야 한다. 따라서 (가)의 유전자형은 $I^B i$ 이다.
 • 4의 유전자형이 ii 이므로, 이는 3과 (나)가 모두 i 유전자를 가지고 있다는 뜻이다. 따라서 (나)의 유전자형은 $I^B i$ 이다.

144 답 ③ | 정상인 1, 2 사이에서 유전병 A가 있는 6이 나왔으므로, 유전병 형질은 열성 유전된다. 만약 유전병 유전자가 X 염색체에 있다면, 6은 1로부터 정상 유전자가 있는 X 염색체를 받으므로 유전병이 나타날 수 없다. 따라서 유전병 X는 상염색체 유전임을 알 수 있다. 정상 유전자를 A, 유전병 유전자를 a라고 할 때, 1과 2는 모두 유전병 유전자를 하나씩 가지고 있으므로 유전자형이 Aa가 되어 이형접합성이다.

오답 피하기

ㄷ. 6의 유전자형은 aa이고, 정상인 7은 3으로부터 a 유전자를 물려받으므로 유전자형이 Aa가 된다. 따라서 6과 7 사이의 자손은 $Aa : aa = 1 : 1$ 의 비로 나오게 되므로, 자손이 유전병일 확률은 50%이다.

145 답 ② | 모두 정상 형질인 부모에게서 유전병이 있는 (가)가 나왔으므로 유전병 형질은 열성임을 알 수 있다. 만약 유전병 유전자가 X 염색체에 있다면, (가)는 아버지로부터 정상 유전자가 있는 X 염색체를 받으므로 유전병이 나타날 수 없다. 따라서 유전병 유전자는 상염색체에 있음을 알 수 있다. 유전병 X의 유전에서, 정상 유전자를 A, 유전병 유전자를 a라고 한다면 (가)의 어머니와 아버지의 유전자형은 모두 Aa가 된다. 이때 자손은 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ 의 비로 나오므로, 유전병 자손이 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

오답 피하기

ㄱ. 유전병 유전자는 상염색체 상에 존재한다.
 ㄷ. 유전병 형질을 나타내는 사람은 모두 동형접합성으로 유전병 유전자를 가지고 있다. 정상 형질을 나타내는 구성원의 경우, 모두 유전병 자손이 있으므로 이형접합성으로 유전병 유전자를 가지고 있다.

146 답 ① | 가계도 상에서 모두 분리형 형질을 나타내는 부모 사이에서 부작형 깃불 자손이 나왔으므로 분리형이 우성, 부작형이 열성임을 알 수 있다. 만약 깃불 유전자가 성염색체인 X 염색체에 있다면, 분리형 깃불인 아버지로부터 부작형 깃불인 딸은 나올 수 없다. 딸은 아버지로부터 분리형 유전자를 갖는 X 염색체를 받기 때문이다. 따라서 깃불 형질 유전자는 상염색체에 존재함을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 깃불 모양을 결정하는 유전자는 상염색체 상에 존재한다.
 ㄷ. 부작형 깃불인 자손을 둔 분리형 깃불 부모의 경우는 모두 유전자형이 이형접합성이어야 한다. 따라서 유전자형이 잡종(이형접합성)인 사람은 최소 4명이며, 유전자형이 잡종인지 순종(동형접합성)인지 확정하지 못하는 경우도 있다.

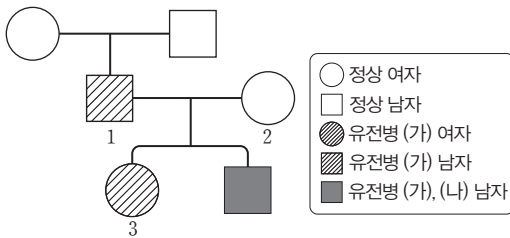
147 답 ⑤ | 가계도에서 유전병 (가)가 있는 1을 보면, 유전병 (가)의 유전자는 어머니로부터 받은 것이다. 그런데 어머니는 정상이므로, 어머니는 이형접합성이고 유전병 형질의 유전자는 열성임을 알 수 있다. 따라서 A는 정상 형질을 나타내는 우성 유전자이고, a는 유전병 형질을 나타내는 열성 유전자이다.

3의 경우 아버지와 어머니로부터 모두 a 유전자를 하나씩 받은 것이므로 어머니인 2는 a 유전자를 하나 가지고 있는 보인자이다.

3의 남동생은 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지고 있는데, 이는 모두 어머니인 2로부터 받은 것이다. 2는 유전병 (나)를 나타내는 유전자를 가지고 있으면서 정상 형질이므로, 이형

접합성이고 유전병을 나타내는 유전자는 열성임을 알 수 있다. 따라서 B는 정상 형질을 나타내는 우성 유전자이고, b는 유전병 형질을 나타내는 열성 유전자이다. 또한, 2에게서 a 유전자와 b 유전자는 같은 X 염색체에 있어야만 아들에게 동시에 전달될 수 있다. 따라서 2의 유전자형은 $X^{AB}X^{ab}$ 로 표현할 수 있다. 1의 유전자형은 $X^{ab}Y$ 이므로, 이 둘 사이에서는 $X^{AB}X^{aB}$, $X^{AB}Y$, $X^{ab}X^{aB}$, $X^{ab}Y$ 인 자손이 같은 비율로 나오게 된다. 따라서 유전병 (가)와 (나)를 모두 갖는 경우는 $X^{ab}Y$ 인 자손이 나올 때이므로, 확률은 $\frac{1}{4}$ (25%)이 된다. 3의 경우, 2로부터 a, b 두 유전자를 동시에 받게 된다.

문제 속 자료 성염색체 유전의 가계도



- 우선 유전병 (가)를 보면, 유전병 (가)가 없는 부모 밑에서 유전병 (가)가 있는 1이 나왔으므로 열성 형질임을 알 수 있다. 따라서 정상 유전자가 A, 유전병 (가) 유전자가 a이다.
- 유전병 (나)를 보면, 유전병 (나)가 없는 1, 2 사이에서 유전병 (나)가 있는 아들이 나왔으므로 이 역시 열성 형질이다. 따라서 정상 유전자가 B, 유전병 (나) 유전자는 b이다.
- 3은 아버지와 어머니로부터 각각 X 염색체를 하나씩 받으므로 a 유전자를 갖는 X 염색체를 하나씩 받았다.
- 유전병 (가)와 (나)를 모두 갖는 아들의 경우, 아버지로부터는 Y 염색체를, 어머니로부터는 X 염색체를 받는다. a 유전자와 b 유전자는 모두 X 염색체에 있으므로, 이 아들이 어머니로부터 받은 X 염색체에는 a 유전자와 b 유전자가 모두 들어 있음을 알 수 있다.

148 답 ③ | (가)를 보면 아버지가 유전병인데 아들이 유전병이 아닌 경우가 존재한다. 만약 유전자가 Y 염색체에 있다면, Y 염색체는 아버지에서 아들로 전달되므로 아들에게서 반드시 유전병이 나타나야 한다. 따라서 유전병 A의 유전자는 Y 염색체가 아닌 X 염색체에 있음을 알 수 있다. A와 B를 나타내는 유전자는 서로 다른 종류의 성염색체에 있으므로, 유전병 B 유전자는 Y 염색체에 있다.

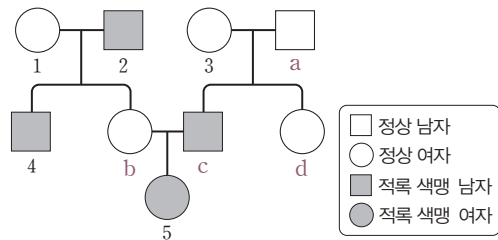
형질을 결정하는 유전자가 X 염색체에 있는 경우를 반성유전이라고 하는데, 반성유전의 형질이 나타날 확률은 남자가 여자보다 더 높다.

오답 피하기

ㄷ. (가)에서, 아버지의 X 염색체는 반드시 딸에게 전달되므로 유전병 아버지에게서 나온 딸은 반드시 유전병 유전자를 갖게 된다. 따라서 유전병 A 유전자를 가지고 있는 여자는 3명 이상이다.

149 답 ③ | 모두 정상인 부모 밑에서 적록 색맹 자손이 나왔으므로, 정상 형질이 우성, 적록 색맹 형질이 열성이다. 색맹을 나타내는 여자(5)가 있으므로 색맹 유전자는 Y 염색체가 아닌 X 염색체에 있음을 알 수 있다. 1과 3의 경우 정상인 여성이고 모두 색맹인 아들을 두고 있다. 아들의 색맹 유전자는 어머니의 X 염색체를 받은 것이므로, 1과 3은 유전자형이 $X^R X^r$ 이 된다. 따라서 유전자형이 서로 같다. 4의 적록 색맹 유전자는 X 염색체를 물려준 어머니로부터 받은 것이다. 5의 어머니의 유전자형은 $X^R X^r$, 아버지의 유전자형은 $X^r Y$ 이다. 이때 자손은 $X^R X^r$, $X^R Y$, $X^r X^r$, $X^r Y$ 가 같은 비율로 태어난다. 따라서 5의 동생이 적록 색맹일 확률은 50%이다.

문제 속 자료 성염색체 유전의 가계도



- 3과 a 사이에서 적록 색맹인 c가 나왔으므로 적록 색맹은 열성이다.
- 적록 색맹인 여성 5가 있으므로, 색맹 유전자는 Y 염색체가 아닌 X 염색체에 존재한다.
- 아들의 X 염색체는 어머니로부터 받은 것이므로, 색맹인 4와 c의 적록 색맹 유전자는 모두 어머니로부터 받은 것이다. 따라서 정상 형질인 1과 3의 유전자형은 정상 유전자를 갖는 X^R 염색체와 색맹 유전자를 갖는 X^r 염색체로 구성되어 모두 이형접합성이다.
- 정상 유전자를 갖는 유전자를 X^R , 적록 색맹 유전자를 X^r 이라고 표시할 때 b의 유전자형은 $X^R X^r$, c의 유전자형은 $X^r Y$ 가 된다.

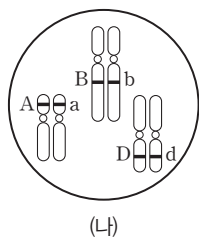
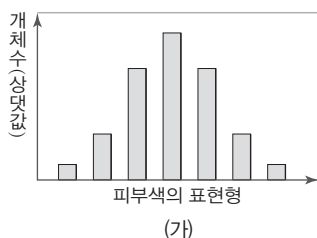
150 답 ③ | 제시된 자료처럼 하나의 형질을 결정하는 데 여러 상동 염색체 쌍에 있는 대립유전자가 관여하는 경우를 다인자 유전이라고 한다.

유전자형이 aabbdd인 개체가 만들 수 있는 생식세포는 abd 한 가지이다. 즉, 유전자형에서 대문자로 표현되는 유전자의 수가 0인 생식세포만 만들어진다. 개체 P가 만들 수 있는 생식세포에서, 대문자로 표현되는 유전자는 A, B, D 세 개가 다 들어올 수도 있고, 2개, 1개, 0개가 모두 가능하다. 따라서 P와 유전자형이 aabbdd인 개체를 교배했을 때 자손이 가질 수 있는 대문자로 표현되는 유전자의 수는 0개, 1개, 2개, 3개이므로, 가능한 피부색의 표현형은 4종류이다.

오답 피하기

ㄴ. (나)에서 세 쌍의 상동 염색체에 모두 이형접합성으로 대립유전자가 존재하므로, 생식세포에는 A와 a, B와 b, D와 d가 각각 분리되어 들어간다. 따라서 가능한 생식세포의 수는 $2 \times 2 \times 2 = 8$ (가지)이다.

문제 속 자료 다인자 유전



- 피부색 형질을 결정하는 대립유전자는 세 상동 염색체 쌍에 존재하므로, 다인자 유전이다.
- 피부색 형질은 대문자로 표현되는 유전자의 수로 결정되므로, 자손에게서 가능한 대문자 유전자의 수를 파악하면 표현형과 가능한 경우의 수를 알 수 있다.
- 유전자형이 aabbdd인 개체는 오직 abd인 생식세포만 만드는데, 대문자 유전자가 없다. 즉, P가 만드는 생식세포의 대문자 수에 따라 자손의 피부색 형질이 결정된다.
- P는 abd부터 ABD까지 모든 종류의 생식세포를 만들 수 있으므로 가능한 대문자 유전자의 수는 0개, 1개, 2개, 3개이다. 따라서 자손의 피부색 표현형은 총 4가지 경우가 가능하다.

151 답 ① | 피부색 유전처럼 하나의 형질을 결정하는 유전자가 여러 상동 염색체 쌍에 존재하는 대립유전자에 의해 결정되는 경우를 다인자 유전이라고 한다.

유전자형이 AaBbDd인 개체에서는, A와 a, B와 b, D와 d가 각각 분리되어 생식세포로 들어가므로 $2 \times 2 \times 2 = 8$ (가지)의 생식세포가 만들어질 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 유전자형이 AaBbDd인 사람은 (ABD), (ABd), (AbD), (Abd), (aBD), (aBd), (abD), (abd)의 8종류의 생식세포를 만들 수 있다.

ㄷ. 유전자형이 AaBbDd인 사람끼리 결혼하여 자손을 낳을 경우, 아버지와 어머니 모두 8종류의 생식세포가 만들어지므로 $8 \times 8 = 64$ (가지)의 경우가 가능하다. 유전자형이 Aabbdd인 사람은 대문자로 표현되는 유전자의 수가 1개이므로, 이 사람과 피부색이 동일한 자손이 태어나려면 대문자로 표현되는 유전자의 수가 1개여야 한다. 따라서 가능한 경우는 Aabbdd, aAbbdd, aaBbdd, aabBdd, aabbDd, aabbddD의 총 6가지 경우이므로, 확률은 $\frac{6}{64} = \frac{3}{32}$ 이 된다.

152 답 ② | (가)의 유전 방식은 복대립 유전, (나)의 유전 방식은 다인자 유전이다. (가)의 가능한 유전자형은 XX, YY, ZZ, XY, XZ, YZ의 6가지이다. (나)에서 유전자형이 AaBbCc인 개체는 대문자로 표현되는 유전자의 수가 3개이고, 유전자형이 AaBbcc인 개체는 대문자로 표현되는 유전자의 수가 2개이다. 따라서 이 둘은 대문자로 표시되는 유전자의 개수가 다르므로, 표현형이 서로 다르다.

오답 피하기

ㄱ. (가)의 유전 방식은 복대립 유전, (나)의 유전 방식은 다인자 유전이다.

ㄷ. (나)에서 유전자형이 AaBbCc인 개체는 대문자로 표현되는 유전자의 수가 3개이고, 유전자형이 AaBbcc인 개체는 대문자로 표현되는 유전자의 수가 2개이다. 따라서 이 둘은 대문자로 표시되는 유전자의 개수가 다르므로 표현형이 다르다.

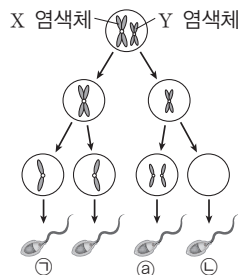
153 답 ① | 제시된 그림에서 감수 1분열 과정에서는 정상적으로 상동 염색체가 분리되었고, 감수 2분열 과정에서 염색 분체가 비분리되었음을 알 수 있다. ㉠은 정상적으로 염색체 분리가 된 경우이므로 핵상은 n 이고, ㉡은 염색체 비분리가 일어나 성염색체가 없는 경우이므로 염색체 하나가 부족해 핵상은 $n-1$ 이 된다.

오답 피하기

ㄴ. 정자 ㉡은 성염색체가 없으므로, 이 정자와 정상 난자가 수정하면 염색체 구성이 $44+X$ 가 된다. 이러한 염색체 이상을 터너 증후군이라고 한다.

ㄷ. 감수 2분열 과정에서 염색체 비분리가 일어났다.

문제 속 자료 염색체 비분리



- 감수 1분열에서는 정상적으로 염색체가 분리되었고, 감수 2분열 시기에 염색 분체의 비분리가 일어났다.
- ㉠의 핵상은 정상적으로 n 이고, ㉡은 염색체가 하나 부족하므로 $n-1$, ㉢은 염색체가 하나 더 있으므로 $n+1$ 이 된다.
- ㉠과 정상 난자가 수정하면 정상적인 $44+XX$ 인 개체가 된다. ㉡과 정상 난자가 수정하면 $44+X$, ㉢과 정상 난자가 수정하면 $44+XYY$ 가 된다.

154 답 ② | 세포 ㉠이 감수 1분열을 거쳐 ㉡과 ㉢이 생성될 때 상동 염색체의 분리가 일어난다. 표에서 ㉡에 X 염색체가 있으므로, ㉢으로는 Y 염색체가 분리되어 들어갔음을 알 수 있다. 이후 감수 2분열이 일어날 때는 염색 분체가 분리되므로 염색체의 변화가 없어야 하는데, ㉣에서 분열된 ㉢에는 X 염색체가 없음을 알 수 있다. 이로부터 ㉣에서 감수 2분열이 일어날 때 염색체의 비분리가 일어났음을 알 수 있다. ㉤은 성염색체가 없으므로 염색체 수는 $n-1$ 인 22개가 된다.

이때 $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{총 염색체 수}}$ 의 값은 $\frac{22}{22} = 1$ 이 된다. ㉔은 정상적으로 감수 1분열이 일어난 세포이므로, 염색체 수는 $22 + Y$ 가 되어 23개이고 상염색체 수는 22개이다. 따라서

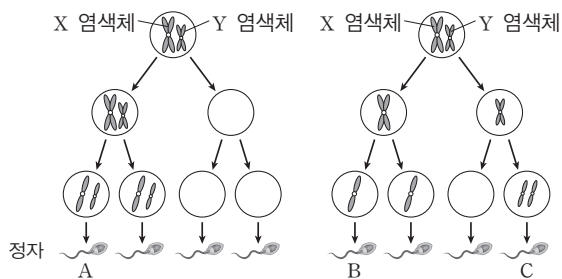
$\frac{\text{상염색체 수}}{\text{총 염색체 수}}$ 의 값은 $\frac{22}{23}$ 이다. $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{총 염색체 수}}$ 의 값은 ㉔이 ㉔보다 크다는 것을 알 수 있다.

오답 피하기

- ㄱ. ㉔이 ㉔로 되는 과정인 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어났다.
- ㄴ. ㉔은 염색체 분리가 정상적으로 일어난 세포이므로, ㉔과 정상 난자가 수정되면 정상인 자손이 태어난다.

155 답 ⑤ | 왼쪽의 그림은 감수 1분열 과정에서 염색체 비분리가 일어난 모습을 나타내고, 오른쪽 그림은 감수 2분열 과정에서 염색체 분리의 비분리가 일어난 모습을 나타낸다. 정자 A는 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지므로, A와 정상 난자가 수정되면 유전자형이 XXYY인 클라인펠터 증후군인 자손이 태어난다. 정자 B는 염색 분체가 정상적으로 분리된 정자이므로, 정상 난자와 수정되면 정상 핵형인 자손이 태어난다. 정자 C는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어난 경우이다.

문제 속 자료 **염색체 비분리**



- 왼쪽의 생식세포 분열 과정에서는 감수 1분열 시기에 염색체 비분리가 발생했고, 오른쪽의 생식세포 분열 과정에서는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 발생한 것이다.
- A의 경우, 감수 1분열 때 상동 염색체가 분리되지 않고 한 세포에 모두 들어오고, 이후 염색 분체가 분리되므로 X 염색체와 Y 염색체를 모두 갖는다.
- B는 정상적으로 염색체가 분리된 경우이다.
- C는 감수 2분열 시기에 염색 분체가 분리되지 않고 한 세포에 모두 들어온 경우로 Y 염색체를 2개 갖게 된다.

156 답 ② | (가)는 감수 1분열 과정에서 염색체 비분리가 일어난 것이고, (나)는 감수 2분열 과정에서 염색체 비분리가 일어난 것이다. ㉔의 경우, ㉔의 딸세포의 염색체 수가 $n+1$ 개이므로 ㉔의 염색체 수도 $n+1$ 인 24개가 된다. ㉔의 경우는 정상적으로 염색체 분리가 일어난 세포이고, ㉔에서 ㉔로 분

열하는 과정에서 염색체 비분리가 일어난다. 따라서 ㉔의 염색체 수는 n 개인 23개이다.

오답 피하기

- ㄱ. ㉔의 염색체 수는 24개, ㉔의 염색체 수는 23개로 서로 다르다.
- ㄴ. 우선 문제 조건에서 (가)와 (나) 모두 21번 염색체에서만 비분리가 일어났다. ㉔은 염색체 수가 $n-1$ 이므로 21번 염색체가 없는 난자이고, ㉔은 염색체 수가 $n+1$ 로 21번 염색체가 하나 더 많은 2개인 정자이다. 따라서 ㉔과 ㉔이 수정되면 21번 염색체가 2개가 되어 정상인 자손이 태어난다.

157 답 ④ | 핵형 분석 그림에서 ㉔과 ㉔은 크기와 모양이 같은 두 염색체가 쌍을 이루는 상동 염색체이다. 또한, 21번 염색체를 보면 세 염색체가 상동 염색체를 이루고 있는데, 이는 21번 염색체가 3개인 다운 증후군임을 나타낸다.

오답 피하기

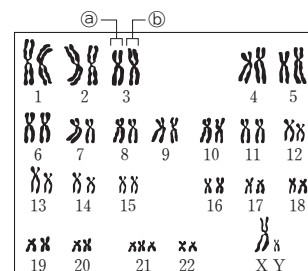
- ㄴ. 핵형 분석은 염색체가 뚜렷이 나타난 세포를 이용해야 한다. 간기의 세포는 유전 물질이 염색체가 아닌 염색사로 풀린 상태로 존재하므로 핵형 분석에 이용할 수 없다. 핵형 분석은 염색체가 나타나는 분열기의 세포를 이용한다.

158 답 ① | 핵형 분석 그림에서 ㉔와 ㉔은 크기와 모양이 같은 염색체가 쌍을 이루는 상동 염색체이다. 또한, 21번 염색체를 보면 3개임을 알 수 있는데, 이는 21번 염색체가 하나 더 많은 다운 증후군을 나타낸다. 따라서 이 사람의 상염색체 수는 $44 + 1 = 45$ (개)이다.

오답 피하기

- ㄴ. 핵형 분석으로는 염색체의 수 이상을 알 수 있으나, 특정 유전자형을 알 수는 없다.
- ㄴ. 상염색체 수는 $44 + 1 = 45$ (개)이고, 염색 분체 수는 이의 두 배인 90개이다.

문제 속 자료 **핵형 분석과 염색체 수 이상**



- ㉔와 ㉔은 크기와 모양이 같은 상동 염색체이다.
- 21번 염색체가 3개이므로, 이 사람은 다운 증후군임을 알 수 있다.

159 답 ⑤ | 핵형 분석 그림을 보면, 상염색체 수는 모두 정상이지만 성염색체의 구성이 XXY 인 클라인펠터 증후군임을 알 수 있다. 클라인펠터 증후군은 Y 염색체가 있으므로 남자이며, 발달 장애, 불임 등이 나타날 수 있다.

문제에서 색맹인 어머니 밑에서 태어난 자손이므로 어머니로부터 색맹 유전자가 있는 X 염색체를 받게 되는데, 이 사람은 색맹이 아니므로 아버지로부터 비분리된 XY 염색체를 받았음을 알 수 있다. 따라서 ㉠과 ㉡ 중 하나는 어머니로부터 받은 것이므로 색맹 유전자가 있다.

아버지로부터 성염색체가 XY 인 정자가 만들어진 것이므로, 이는 감수 1분열 과정에서 상동 염색체가 비분리된 것이다. 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나면 X 염색체가 두 개인 정자 또는 Y 염색체가 두 개인 정자가 만들어진다.

160 답 ② | 핵형 분석 그림을 보면 상염색체는 정상이고, 성염색체 구성이 XXY 인 클라인펠터 증후군임을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 백혈구 세포는 체세포로 생식세포 분열을 하지 않는다. 생식세포 분열은 생식세포인 정자, 난자가 만들어질 때 일어난다.

ㄴ. 페닐케톤뇨증은 유전자 이상인 질병으로, 핵형 분석을 통해서 유전자 이상을 알 수 없다.

161 답 ④ | 그림은 생식세포인 정자의 염색체 모습이므로, 두 염색체는 상동 염색체 관계가 아닌 다른 종류의 염색체이다. 따라서 $A \sim E$, $K \sim M$ 은 대립유전자 관계가 아니다. (나)는 정상인 유전자 구성인 KLM 에서 LM 유전자가 중복된 경우이고, (다)는 두 염색체에서 CDE 부분과 M 부분의 위치가 바뀐 전좌가 일어난 경우이다.

오답 피하기

ㄱ. 제시된 두 염색체는 상동 염색체가 아니므로, $A \sim E$, $K \sim M$ 은 대립유전자 관계가 아니다.

문제 속 자료 염색체 구조 이상

(가) (나) (다)

- 제시된 두 염색체는 생식세포인 정자의 염색체이므로, 상동 염색체가 아니고 따라서 대립유전자 관계도 아니다.
- (나)는 정상 염색체인 (가)와 비교했을 때 LM 유전자가 반복되는 중복이 일어난 경우이다.
- (다)는 두 염색체에서 염색체 일부분이 서로 바뀌어 들어간 전좌가 일어난 경우이다.

162 답 ② | (나)는 (가)와 비교했을 때 R , S 유전자가 순서가 반대로 들어간 역위가 일어난 경우이다. (다)는 다른 종류의 염색체에서 RST 부분과 YZ 부분의 위치가 뒤바뀐 전좌가 일어난 경우이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 상동 염색체 관계이다. 일반적으로 염색 분체는 하나의 동원체에 연결된다. 그림에서는 동원체가 2개이다.

ㄴ. (다)에서 전좌가 일어난 것은 맞지만, 상동 염색체가 아닌 다른 종류의 염색체 사이에서 일어났다.

163 답 ② | A 와 a 는 대립유전자이므로, 원래는 상동 염색체의 같은 위치에 있어야 한다. (나)에서는 a 유전자가 있는 부분이 떨어져 다른 염색체의 윗부분으로 붙은 것으로 전좌가 일어난 염색체 구조 이상이다.

(가)에서 A 유전자가 있는 염색체는 상동 염색체를 이루는 염색체와 크기와 모양이 다르므로 상염색체가 아닌 성염색체임을 알 수 있다. 즉, (나)에서는 성염색체와 상염색체 사이에 전좌가 일어났다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠과 ㉡은 각각 상염색체와 성염색체로, 상동 염색체가 아니다.

ㄴ. (나)에서는 중복이 아닌 전좌가 일어났다.

164 답 ④ | (나)의 경우 염색체 분리는 정상적으로 일어났지만 CD 유전자와 g 유전자가 서로 다른 종류의 염색체로 들어간 전좌가 일어난 모습이다. (다)의 경우 염색체의 구조 이상은 없지만, 염색체 비분리가 일어나 정상 생식세포보다 염색체가 하나 더 많은 모습이다.

(다)에서 비분리가 일어난 두 염색체를 살펴보면 유전자 구성이 정확히 같은 것을 알 수 있다. 정상 체세포인 (가)를 봤을 때 상동 염색체에서 유전자 구성이 G 와 g 로 다르다. 만약 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어났다면 상동 염색체가 하나의 세포로 들어가고, 이 상태에서 감수 2분열이 일어나면 상동 염색체에서 유래한 유전자 구성이 다른 두 염색체가 있게 된다. 따라서 (다)의 두 염색체는 감수 2분열에서 DNA의 복제에 의해 생성된 두 염색 분체의 비분리가 일어나 한 생식세포에 들어온 것이며, 그 결과 유전자의 구성이 같다.

오답 피하기

ㄱ. (가)에서 A 와 a 가 상동 염색체의 같은 자리에 위치하는 대립유전자 관계이며, a 와 E 는 다른 종류의 염색체에 있는 유전자이다.

165 답 ① | ㉠은 작용, ㉡은 반작용이다. 일조 시간은 비생물적 요인으로 생물적 요인인 식물의 개화에 영향을 주는 작용(㉠)의 예이다.

오답 피하기

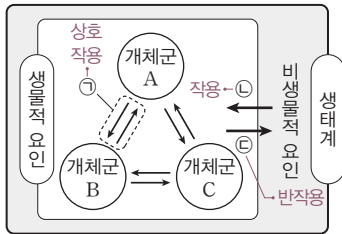
- ㄴ. 분해자는 생물적 요인에 해당한다. 비생물적 요인으로는 빛, 온도, 토양, 물 등이 있다.
- ㄷ. 개체군은 한 종으로만 구성된 무리를 뜻한다. 따라서 개체군 A를 이루는 종은 한 종류이다.

166 답 ③ | ㉠은 상호 작용, ㉡은 작용, ㉢은 반작용이다. ㉠의 예로는 중간 경쟁, 분서(생태 지위 분화), 공생과 기생, 포식과 피식 등이 있다. 비생물적 요인인 수온이 생물적 요인인 돌말 개체군의 크기에 영향을 주는 것은 작용(㉡)의 예이다.

오답 피하기

- ㄷ. 강수량은 비생물적 환경 요인에 속하고 옥수수는 생물 군집에 속하므로 강수량 감소에 의해 옥수수 생장이 저해되는 것은 작용(㉡)에 해당한다.

문제 속 자료 생태계 구성 요소 간의 상호 관계



상호 작용(㉠): 개체군 사이의 상호 작용을 나타낸 것이다. 그 예로는 중간 경쟁, 분서(생태 지위 분화), 공생과 기생, 포식과 피식 등이 있다.

167 답 ① | ㉠은 상호 작용, ㉡은 작용, ㉢은 반작용이다. 군집 내 개체군 사이의 상호 작용(㉠)의 예로는 중간 경쟁, 분서(생태 지위 분화), 공생과 기생, 포식과 피식 등이 있다.

오답 피하기

- ㄴ. 분해자는 생태계를 이루는 생물적 요인에 해당한다.
- ㄷ. 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성된다. 탈질산화 세균(질산 분해 세균)에 의해 질산 이온이 질소 기체로 되는 것은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 미치는 것이므로 ㉡이 아닌 ㉢에 해당한다.

168 답 ③ | ㉠은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 미치는 작용, ㉡은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용, ㉢은 개체군 내의 상호 작용이다. 생물적 요인인 지의류가 비생물적 요인인 토양에 영향을 주는 것은 반작용(㉡)에 해당한다.

오답 피하기

- ㄷ. 분서는 군집 내 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용이다. ㉢은 개체군 내의 개체 사이의 상호 작용이므로 분서는 ㉢에 해당하지 않는다.

169 답 ⑤ | ㉠은 작용, ㉡은 반작용을 나타낸 것이다.

- ㄱ. 비생물적 요인인 빛이 생물적 요인에 영향을 주는 것이므로 작용(㉠)에 해당한다.
- ㄴ. 생물적 요인인 지렁이가 비생물적 요인인 토양의 통기성을 높이는 것은 반작용(㉡)의 예이다.
- ㄷ. 개체군 사이의 상호 작용의 예로는 경쟁(종간 경쟁), 분서(생태 지위 분화), 공생과 기생, 포식과 피식 등이 있다.

170 답 ⑤ | ㉠은 작용, ㉡은 반작용이다.

- ㄴ. 비생물적 요인인 위도에 따라 식물 군집의 분포가 달라지는 것은 작용(㉠)의 예이다.
- ㄷ. 지의류는 생물적 요인에 속하고 토양은 비생물적 요인에 속하므로 지의류에 의한 암석의 풍화는 반작용(㉡)의 예이다.

171 답 ③ | ㉠은 상호 작용, ㉡은 반작용, ㉢은 작용이다. 빛의 파장에 따라 해조류의 분포가 달라지는 것은 작용(㉢)의 예이다.

오답 피하기

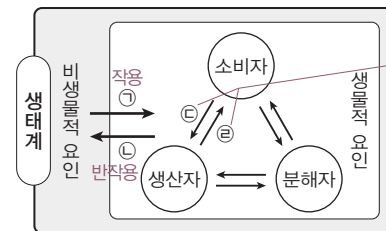
- ㄱ. 생산자, 소비자, 분해자는 생태계를 이루는 생물적 요인에 속한다.
- ㄴ. 개체군은 한 종으로 이루어져 있으므로 ㉠은 한 개체군을 이루는 동일한 종의 개체들 사이에서 일어나는 상호 작용이다. 스라소니와 눈신토끼의 관계는 군집을 이루는 서로 다른 개체군 사이의 상호 작용인 포식과 피식의 예이다.

172 답 ① | ㉠은 작용, ㉡은 반작용, ㉢과 ㉣은 상호 작용이다.

오답 피하기

- ㄴ. 생물적 요인인 나무의 수가 비생물적 요인인 하천의 수량에 영향을 주는 것은 반작용(㉡)이다.
- ㄷ. 비생물적 요인인 일조량이 생물적 요인인 식물의 광합성량에 영향을 주는 것은 작용(㉠)의 예이다.

문제 속 자료 생태계 구성 요소 간의 상호 관계



상호 작용: 개체군 사이의 상호 작용의 예로는 중간 경쟁, 분서(생태 지위 분화), 공생과 기생, 포식과 피식 등이 있다.

- 173 답 ①** | (가)는 반작용, (나)는 작용이다. ㉠은 생산자, ㉡은 소비자이다. 생태계 구성 요소에는 생물적 요인과 비생물적 요인이 모두 포함된다.

오답 피하기

ㄷ. 토끼풀은 생산자, 토끼는 소비자로 각 개체군의 생태적 지위가 다르다.

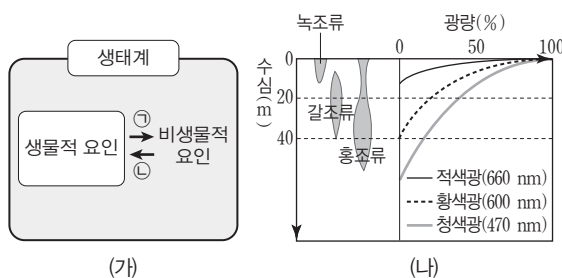
- 174 답 ④** | ㉢는 작용, ㉤는 반작용이다. (가)에서 (나)와 소비자로 유기물이 이동하므로 (가)는 생산자이고, 생산자(가)와 소비자의 유기물은 분해자(나)로 이동한다. 빛을 흡수하여 광합성을 하는 남세균은 생산자(가)에 속한다. 유숙이 남세균의 증식에 영향을 미치는 것은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 작용(㉢)의 예이다.

오답 피하기

ㄴ. ㉠과 같이 강의 종 다양성이 감소하면 강의 생태계가 위협받게 된다.

- 175 답 ⑤** | (가)에서 ㉠은 반작용, ㉡은 작용이다.
 ㄱ. 분해자, 생산자, 소비자는 생태계의 생물적 요인이다.
 ㄴ. (나)는 비생물적 요인인 빛의 파장이 생물적 요인인 해조류의 분포에 영향을 미치는 것으로 ㉡인 작용의 예이다.
 ㄷ. ㉠은 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용, ㉡은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 작용이다.

문제 속 자료 생태계 구성 요소 간의 상호 관계



- 파장이 긴 적색광은 얇은 곳까지만 투과하므로 바다 얇은 곳에는 광합성에 적색광을 주로 이용하는 녹색조류가 분포한다.
- 파장이 짧은 청색광은 깊은 곳까지 투과하므로 바다 깊은 곳에는 광합성에 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 분포한다.

- 176 답 ②** | ㉠은 작용, ㉡은 반작용, ㉢은 군집 내의 개체군 사이의 상호 작용, ㉤은 개체군 내의 상호 작용이다. (나)는 개체군 내의 상호 작용의 예로 은어의 텃세를 나타낸 것이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 작용을 나타낸 것이다.
 ㄷ. ㉢은 서로 다른 개체군 사이에서 일어나는 상호 작용이고, (나)에서 은어의 텃세권 형성은 개체군을 이루는 개체 사이에서 일어나는 상호 작용(㉤)이다. 개체군 내 상호 작용의

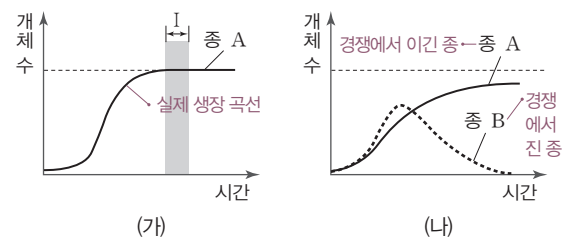
예로는 텃세, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활 등이 있다.

- 177 답 ④** | 이론적 성장 곡선은 개체 수가 계속 증가하지만 실제 성장 곡선은 환경 저항 때문에 (가)와 같이 일정한 시간이 지나면 개체 수가 일정하게 유지되는 S자형 성장 곡선이 된다. (가)의 구간 I에서는 환경 저항에 의해 개체 수가 증가하지 않는다. (나)에서 종 A와 종 B를 혼합 배양하면, 종 A의 개체 수는 증가하지만, 종 B는 감소하다가 사라짐을 알 수 있다. 이를 통해 종 A와 종 B 사이에 중간 경쟁(경쟁)이 일어났음을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. A는 실제 성장 곡선을 따르고 있다.

문제 속 자료 성장 곡선의 특징



- 환경 저항: 먹이 부족, 서식 공간 부족 등으로 개체 수가 무한정 증가하지 못하도록 한다.
- (나)의 종 A와 종 B: 혼합 배양 결과 종 B의 개체 수가 급격히 줄어든 후 사라진다. 이러한 종 사이의 상호 작용을 중간 경쟁(경쟁)이라 한다.

- 178 답 ③** | (가)에서 A와 B를 혼합 배양한 경우 B의 개체 수가 0까지 감소하므로 A와 B 사이의 상호 작용은 중간 경쟁(경쟁)이다. 구간 I에서는 개체 수가 시간이 지날수록 증가하므로 $\frac{\text{출생률}}{\text{사망률}} > 1$ 임을 알 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. (다)에서 제공된 양분의 양은 (나)에서 제공된 양의 2배이므로 개체 수가 100일 때 환경 저항은 (다)에서가 (나)에서보다 작아 개체 수 증가율이 더 높다.

- 179 답 ②** | (가)의 구간 I에서는 환경 저항에 의해 개체 수의 증가율이 점차 감소한다.

오답 피하기

ㄱ. (가)에서 보이는 S자형 성장 곡선은 실제 성장 곡선이다. 이론적 성장 곡선은 J자형을 이룬다.
 ㄷ. 상리 공생은 두 종이 서로 이익을 얻어서 개체 수가 단독 배양했을 경우보다 증가하게 된다. 그러나 (나)의 그래프에서 A종은 멸종하고 B종만 살아남는 것을 통해 이들은 서로 경쟁을 하고, A종이 경쟁에서 진 것임을 알 수 있다.

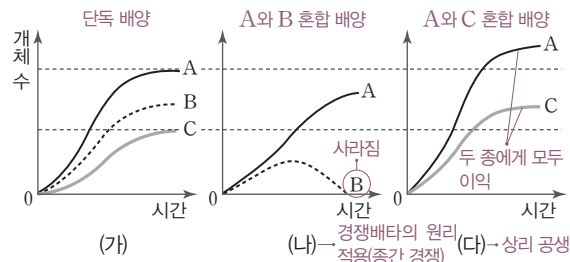
180 답 ② | (나)에서 A종과 B종을 혼합 배양하였을 때 시간이 지남에 따라 A종은 살아남고, B종은 사라지는 경쟁배타가 일어났다.

오답 피하기

ㄱ. (나)에서는 경쟁배타가 일어났다. 분서는 생태적 지위가 비슷한 개체군이 함께 생활할 때 활동 공간이나 먹이 등을 달리하여 나누어 사는 현상을 말한다.

ㄴ. 편리 공생이란 두 종의 관계에서 한 종은 이익을 얻지만 다른 종은 이익도 손해도 없는 경우를 말한다. A와 C를 혼합 배양한 (다)에서 두 종 모두 최대 개체 수가 단독 배양할 때보다 증가한 것으로 보아 두 종이 모두 이익을 얻고 있으므로 상리 공생 관계임을 알 수 있다.

문제 속 자료 군집 내 개체군 사이의 상호 작용



- (가): A, B, C종 모두 S자형 성장 곡선을 나타낸다.
- (나): A와 B종을 혼합 배양하면 중간 경쟁이 일어나 경쟁에서 진 B종이 사라진다.(경쟁배타의 원리)
- (다): A와 C를 단독 배양할 때보다 두 종을 혼합 배양할 때 개체 수가 더 증가하였다. 이를 통해 A와 C가 상리 공생 관계임을 알 수 있다.

181 답 ⑤ | 텃새(B)는 개체군 내의 상호 작용, 기생과 상리 공생(A)은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용의 예이다. 텃새는 같은 종의 개체들 사이에서 일어나는 개체군 내의 상호 작용이므로 B에 해당하고, A는 상리 공생이 된다. 상리 공생(A)과 기생은 관련된 두 개체군의 이익 관계에 따라 구분된다. 따라서 (가)는 '두 개체군이 모두 이익을 보는가?'에 해당한다. 상리 공생은 두 개체군이 서로 이익을 얻는 관계로 흰동가리와 말미잘이 그 예에 해당한다. 반면 기생은 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻고 나머지 한쪽은 손해를 보는 관계이다.

182 답 ③ | A는 기생, B는 편리 공생, C는 상리 공생이다. 콩과식물과 뿌리혹박테리아는 서로 이익을 주고받는 상리 공생을 한다.

오답 피하기

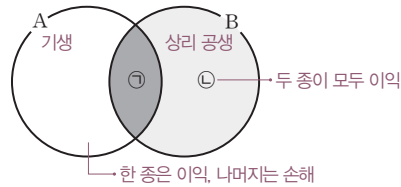
ㄱ, ㄴ. A는 한쪽은 이익, 한쪽은 손해이므로 기생이고, C는 둘 다 이익이므로 상리 공생이다. 편리 공생은 한 종은 이익을 얻고 다른 종은 이익도 손해도 없는 관계이다. 따라서 ⑤은 '이익도 손해도 없음'이 된다.

183 답 ④ | ㉠이 상호 작용하는 두 생물종이 모두 이익을 얻는 경우이므로 B는 상리 공생, A는 기생이다. 뿌리혹박테리아는 콩과식물에게 질소 화합물을 공급하고, 콩과식물은 뿌리혹박테리아에게 영양분을 공급하며 서로 이익을 얻는 관계이므로 상리 공생(B)에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 기생과 상리 공생은 군집 내 개체군 사이의 상호 작용의 예이므로 ㉠은 '군집 내 개체군 사이의 상호 작용이다.'이다.

문제 속 자료 군집 내 개체군 사이의 상호 작용



- 군집 내 개체군 사이의 상호 작용: 군집을 구성하는 서로 다른 개체군 사이의 상호 작용 예 중간 경쟁, 분서(생태적 지위 분화), 공생과 기생, 포식과 피식
- 공생과 기생에서의 이익 관계(단, 두 종을 임의로 종 1과 2로 구분한다.)

구분	기생	편리 공생	상리 공생
종 1	이익	이익도 손해도 없음	이익
종 2	손해	이익	이익

- 개체군 내의 상호 작용: 한 개체군을 이루는 개체들 사이의 상호 작용
예 텃새, 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활

184 답 ⑤ | (가)는 콩과식물과 뿌리혹박테리아가 모두 이익을 얻으므로 상리 공생, (나)는 중간 경쟁에 의한 경쟁배타 원리가 적용되는 예이다. 상리 공생과 중간 경쟁은 군집을 구성하는 서로 다른 개체군 사이의 상호 작용의 예이다.

185 답 ① | 그림은 연못이나 호수 등 수분이 많은 곳에 퇴적물이 쌓여 육지화가 되면서 시작되는 습성 천이를 나타낸 것이다. A는 관목림, B는 양수림, C는 음수림이다.

오답 피하기

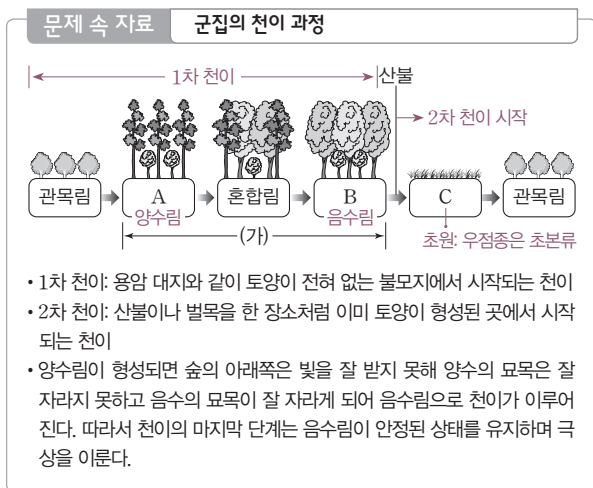
ㄴ. A는 관목림 지역으로 우점종은 관목이다. 지의류는 건성 천이의 개척자이므로 관목림 지역의 우점종이 아니다.

ㄷ. B는 양수림이다.

186 답 ② | 초원이 생성되고 난 이후의 천이 과정은 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)이다. 산불 이후는 2차 천이이므로 A는 양수림, B는 음수림, C는 초원이다. 양수림(A)이 형성되면 숲의 아래쪽은 빛을 잘 받지 못한다.

오답 피하기

ㄷ. 산불이 난 후 토양에 남아 있는 기존 식물의 종자나 뿌리 등에 의해 시작되는 천이는 초원부터 시작되므로 C의 개척자는 초본류이다.



187 답 ② | A는 초원, B는 양수림, C는 음수림이다. 양수림(B)이 형성되면 숲의 아래쪽은 빛을 잘 받지 못해 양수의 묘목은 잘 자라지 못하고, 음수의 묘목이 잘 자라게 되어 양수와 음수가 함께 있는 혼합림을 거쳐 음수림(C)이 된다.

오답 피하기

ㄱ, ㄴ. 산불이 난 후의 천이는 2차 천이로 초원(A)부터 시작되며 초본류가 개척자이고, 지의류는 1차 천이의 개척자이다.

188 답 ⑤ | A는 양수림, B는 음수림이다.

ㄴ. 종 ㉠은 시간이 지날수록 밀도가 증가하므로 음수림(B)의 우점종이고, 종 ㉡은 양수림(A)의 우점종이다.
 ㄷ. 잎의 평균 두께는 양지 식물이 음지 식물보다 두껍다. 종 ㉠은 음수림의 우점종 중 한 종이고, 종 ㉡은 양수림의 우점종 중 한 종이므로, 잎의 평균 두께는 종 ㉡이 더 두껍다.

오답 피하기

ㄱ. 구간 I은 양수림(종 ㉡)이 감소하고, 음수림(종 ㉠)이 증가하므로 (가)의 A에서 일어나는 밀도 변화이다.

189 답 ⑤ | ㄴ. 에너지 효율(%)

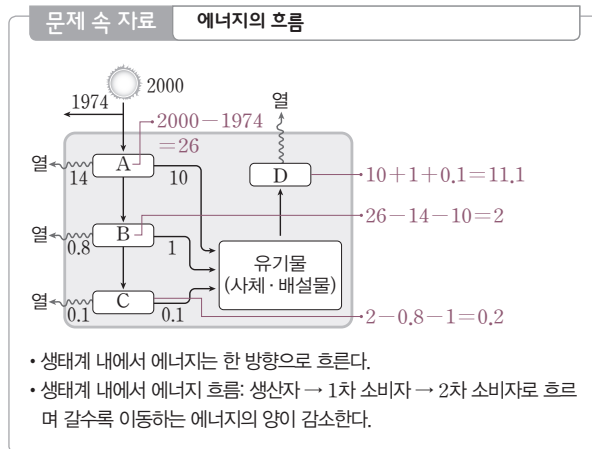
$$= \frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$
이다. (가)에서 에너지 효율은 1차 소비자가 10%, 2차 소비자가 20%로 2차 소비자가 1차 소비자의 2배이다.

ㄷ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 것이다. t_1 일 때보다 t_2 일 때 순생산량(분모)이 작고, 호흡량(분자)은 거의 비슷하므로 $\frac{\text{순생산량}}{\text{호흡량}}$ 은 t_2 일 때보다 t_1 일 때가 더 크다.

오답 피하기

ㄱ. 1차 소비자의 성장량은 생산자의 순생산량에 포함된다. 호흡량은 총생산량에서 순생산량을 뺀 값으로 ㉠은 식물 군집의 총생산량, ㉡은 호흡량이다. 성장량은 순생산량에 속한다.

190 답 ⑤ | A, B, C의 에너지량은 각각 26, 2, 0.2이다. 따라서 에너지량은 $26(A) > 2(B) > 0.2(C)$ 이다. D에서 방출되는 열의 양은 $10 + 1 + 0.1 = 11.1$ 이다.



191 답 ⑤ | A의 에너지량은 $1000000 - 999000 = 1000$ 이고, B의 에너지 효율은 $\frac{\text{B의 에너지량}}{\text{A의 에너지량}} \times 100 = 10\%$ 이므로, B의 에너지량은 100이다.

ㄱ. A는 생산자, B는 1차 소비자이다.

ㄴ. ㉠은 800, ㉡은 70이다.

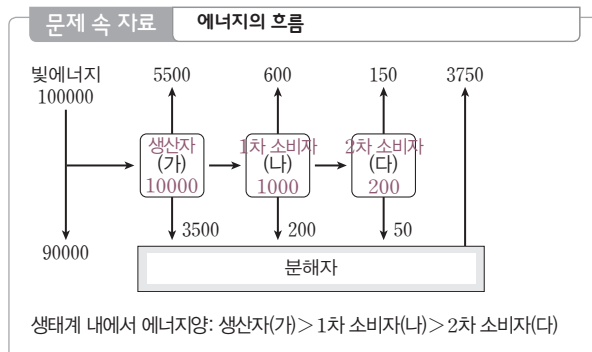
ㄷ. 에너지량은 1차 소비자(B)가 100, 2차 소비자가 20이므로 2차 소비자의 에너지 효율은 20%이다.

192 답 ⑤ | (가)는 생산자, (나)는 1차 소비자, (다)는 2차 소비자이다.

ㄱ. 생산자(가)의 총생산량은 빛에너지로부터 얻은 100000이다. 순생산량 = 총생산량 - 호흡량으로 $100000 - 5500 = 4500$ 이다. 따라서 $\frac{\text{순생산량}}{\text{총생산량}} = \frac{4500}{100000}$ 으로 $\frac{1}{2}$ 보다 작다.

ㄴ. 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{1000}{10000} = 10\%$, 2차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{200}{1000} = 20\%$ 로 2차 소비자의 에너지 효율이 1차 소비자보다 2배 크다.

ㄷ. 유기물의 형태로 저장된 에너지는 영양 단계를 따라 이동하므로, 1차 소비자(나)에서 2차 소비자(다)로 이동한다.



193 답 ⑤ | 순생산량은 총생산량(100%)에서 호흡량(40%)을 제외한 값이므로 60%이다.

오답 피하기

ㄴ. 생산자의 총생산량 중 피식량에 해당하는 15%가 소비자에게 전달된다.

194 답 ③ | ㉠은 총생산량, ㉡은 순생산량, ㉢은 성장량이다. 이 생태계에서 생산자의 호흡량은 $1000 - 400 = 600$, 1차 소비자로 이동하는 에너지량은 $400 - 250 = 150$ 이다. 그러므로

$$\frac{\text{생산자에서 1차 소비자로 이동하는 에너지 양}}{\text{생산자의 호흡량}} = \frac{150}{600} = \frac{1}{4}$$

로 $\frac{1}{2}$ 보다 작다.

오답 피하기

ㄷ. 에너지 효율 = $\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$

으로 1차 소비자의 에너지 효율은 $\frac{150}{1000} \times 100 = 15\%$, 2차

소비자는 $\frac{30}{150} \times 100 = 20\%$ 이다.

195 답 ④ | A는 호흡량, B는 순생산량에서 성장량을 뺀 양으로 피식량, 낙엽량, 고사량 등이 포함된다. 낙엽의 유기물량은 순생산량에서 성장량을 뺀 양에 포함된다. 천이가 진행됨에 따라 구간 I에서 총생산량은 크게 변하지 않으면서 순생산량은 감소한다.

$$\text{구간 I에서 } \frac{\text{호흡량(A)}}{\text{순생산량}} = \frac{\text{총생산량} - \text{순생산량}}{\text{순생산량}} \text{으로}$$

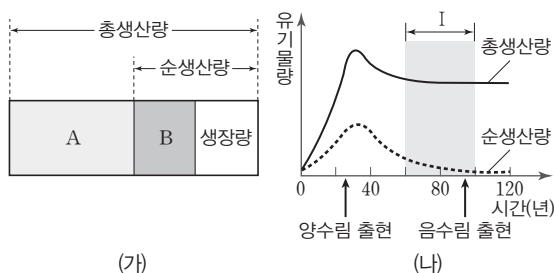
분모(순생산량)는 감소하고, 분자(호흡량)는 증가하므로 구간

I에서 $\frac{\text{호흡량(A)}}{\text{순생산량}}$ 은 증가한다.

오답 피하기

ㄱ. A는 식물 군집의 호흡량이므로, 초식 동물의 호흡량은 포함되지 않는다.

문제 속 자료 식물 군집의 총생산량



- 총생산량 = A(호흡량) + 순생산량
- 순생산량 = B(피식량 + 고사량 + 낙엽량) + 성장량
- 구간 I에서는 총생산량과 순생산량이 동시에 감소한다.

196 답 ⑤ | 총생산량은 호흡량과 순생산량을 합한 것이고, 순생산량은 고사량, 낙엽량, 성장량, 피식량을 합한 것이다.

ㄴ. II에서 총생산량에 대한 호흡량의 백분율은 67.1%이므로 총생산량에 대한 순생산량의 백분율은 32.9%이다.

ㄷ. I의 총생산량이 II의 총생산량의 2배이므로 I의 총생산량이 100이라고 할 때 II의 총생산량은 50이다. 따라서 I의 성장량을 6.0이라고 할 때 II의 성장량은 4.0이 되므로 I의 성장량은 II의 성장량보다 1.5배 많다.

오답 피하기

ㄱ. I과 II의 호흡량은 식물의 호흡량만을 나타낸 것이다.

197 답 ⑤ | ㄱ. (가)에서는 석유와 같은 화석 연료의 연소로 CO_2 가 방출되며, (나)에서는 광합성으로 CO_2 가 식물로 흡수된다.

ㄴ. 광합성은 녹색광보다 청색광에서 활발히 일어난다.

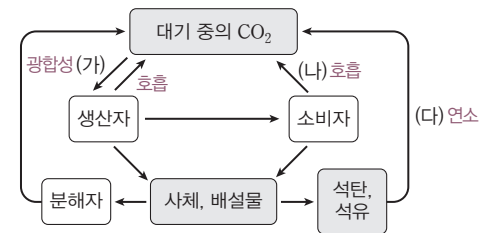
ㄷ. 대규모의 벌목은 광합성으로 흡수되는 CO_2 의 양을 감소시켜 지구 온난화를 심화시킬 수 있다.

198 답 ③ | (가)는 광합성, (나)는 호흡, (다)는 연소이다. 광합성 과정에서 CO_2 가 환원되어 포도당이 생성된다.

오답 피하기

ㄷ. 석유, 석탄 등과 같은 화석 연료의 연소가 증가하면 대기 중의 CO_2 의 양이 증가하여 온실 효과가 증가한다.

문제 속 자료 탄소 순환 과정



- (가): 대기나 물속의 CO_2 는 식물이나 식물성 플랑크톤같은 생산자의 광합성에 의해 포도당과 같은 유기물로 고정된다. 유기물 속의 탄소는 먹이 사슬을 따라 소비자 쪽으로 이동한다.
- (나): 소비자에게 전달된 유기물의 일부는 소비자의 호흡에 의해 분해되며, 이 과정에서 CO_2 가 방출되어 대기나 물속으로 돌아간다.
- 동식물의 사체나 배설물 속의 유기물은 분해자에 의해 분해되어 CO_2 의 형태로 대기나 물속으로 방출된다.
- (다): 생물의 사체 중 분해되지 않은 유기물은 땅속에서 탄화되어 석탄, 석유와 같은 화석 연료가 되며, 연소를 통해 CO_2 의 형태로 대기로 돌아간다.

199 답 ⑤ | A는 생산자, B는 분해자, ㉠은 소비자의 호흡이다. 탄소는 생물과 무기 환경 사이를 순환한다.

ㄱ. 생산자(A)는 대기 중의 CO_2 를 이용하여 유기물을 합성하는 광합성을 한다.

ㄷ. 소비자는 호흡(㉠)을 통해 CO_2 를 대기 중으로 방출한다.

200 답 ③ | (가)는 광합성, (나)는 호흡, (다)는 연소이다. 생태계에서 탄소는 생물계와 무기 환경 사이를 순환한다.

오답 피하기

ㄷ. (다)에서 화석 연료가 산화된다.

201 답 ④ | ㉠은 NH_4^+ , ㉡은 단백질이고, 생물 ㉢는 뿌리혹박테리아, 생물 ㉣는 완두, 생물 ㉤는 버섯이다. 완두와 버섯은 모두 생물이므로 세포 호흡을 통해 유기물을 무기물로 분해한다. 뿌리혹박테리아(㉢)는 대기 중의 질소를 고정하고 무기 질소 화합물인 암모늄 이온을 합성한다.

오답 피하기

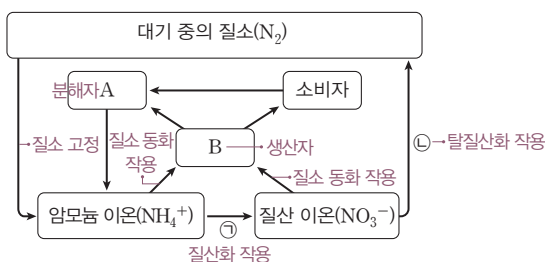
ㄴ. 질산화 작용은 암모늄이온(NH_4^+)이 질산 이온이 되는 과정으로 질산화 세균에 의해 일어난다.

202 답 ④ | ㉠은 암모늄 이온이 질산화 세균의 작용으로 질산 이온이 되는 질산화 작용, ㉡은 질산 이온이 대기 중의 질소 기체가 되는 탈질산화 작용이다. 질산화 작용(㉠)에는 질산화 세균이, 탈질산화 작용(㉡)에는 탈질산화 세균이 관여한다.

오답 피하기

ㄱ. A는 소비자로부터 전달된 질소 화합물을 분해하여 암모늄 이온(NH_4^+)을 생성하는 분해자이다. B는 암모늄 이온(NH_4^+)과 질산 이온(NO_3^-)을 흡수하여 질소 동화 작용에 이용하는 생산자이다.

문제 속 자료 질소 순환 과정



- 공중 방전과 질소 고정: 대기 중의 질소는 뿌리혹박테리아, 아조토박터 등의 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)으로 고정되거나, 공중 방전에 의해 질산 이온(NO_3^-)이 된다.
- 질산화 작용(㉠): 토양 속 일부 암모늄 이온은 아질산균과 질산균같은 질산화 세균의 질산화 작용에 의해 질산 이온으로 전환된다.
- 질소 동화 작용: 식물은 뿌리를 통해 토양 속의 질소를 암모늄 이온이나 질산 이온의 형태로 흡수하며, 질소 동화 작용을 통해 핵산, 단백질과 같은 유기 질소 화합물을 합성한다.
- 유기물 속의 질소는 먹이 사슬을 따라 소비자 쪽으로 이동한다.
- 동식물의 사체나 배설물 속의 유기 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온으로 분해되어 토양으로 되돌아간 후 식물에 다시 흡수되거나 질산화 세균에 의해 질산 이온으로 전환되어 이용된다.
- 탈질산화 작용(㉡): 토양 속 질산 이온의 일부는 탈질산화 세균에 의해 질소 기체가 되어 대기 중으로 돌아간다.

203 답 ② | (가)는 질소 고정 작용, (나)는 질산화 작용, (다)는 탈질산화 작용이다.

ㄴ. 암모늄 이온이 질산 이온으로 되는 과정은 질산화 작용(나)이며, 질산화 세균인 아질산균과 질산균 등이 관여한다.

오답 피하기

ㄱ. 질소 고정 작용(가)은 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아나 아조토박터 등에 의해 일어난다.

ㄷ. 탈질산화 작용(다)은 탈질산화 세균에 의해 토양 속의 일부 질산 이온이 질소 기체가 되어 대기 중으로 돌아가는 작용이다.

204 답 ② | (가)는 질소 고정 작용, (나)는 질산화 작용, (다)는 질소 동화 작용이다.

ㄴ. (나)는 질산화 세균인 아질산균이나 질산균에 의해 일어나는 작용이다.

오답 피하기

ㄱ. 식물은 대기 중의 질소를 직접 이용할 수 없고 질소 고정 작용(가)으로 생성된 암모늄 이온이나 질산 이온을 질소 동화 작용을 거쳐 식물체 구성 물질로 합성하여 이용한다.

ㄷ. (다)는 질소 동화 작용이다.

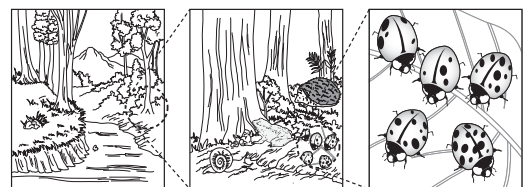
205 답 ④ | ㄴ. 종 다양성(나)이 높은 것은 생태계의 종 풍부도, 종 균등도가 모두 높은 것이다.

ㄷ. 유전적 다양성(다)이 높으면 급격한 환경 변화에 적응하여 살아남을 가능성이 높아진다.

오답 피하기

ㄱ. 습지를 농지로 개척하면 경작에 알맞은 식물만 재배하여 생태계 다양성이 감소한다.

문제 속 자료 생물 다양성



(가) 생태계 다양성 (나) 종 다양성 (다) 유전적 다양성

- 생물 다양성은 생태계 다양성, 종 다양성, 유전적 다양성으로 이루어진다.
- 생물 다양성의 종류

생태계 다양성	<ul style="list-style-type: none"> • 어떤 지역에 존재하는 생태계 종류의 다양한 정도 • 생태계의 종류: 열대 우림, 갯벌, 습지 등
종 다양성	일정 지역에 얼마나 많은 생물종이, 얼마나 고르게 분포하는가를 나타내는 것
유전적 다양성	같은 종이라도 개체마다 유전자 변이가 다양해 각각 다른 형질을 나타내는 것

206 답 ② | 종 다양성은 한 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도를 의미한다. 쥐, 풀, 나무, 버섯, 곤충 등 여러 종이 있는 종 다양성을 보여주고 있다. 종의 수가 많을수록, 종의 분포 비율이 고를수록 종 다양성이 높고, 종 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지된다.

오답 피하기

ㄱ. 유전적 다양성은 동일한 종이라도 개체마다 서로 다른 유전자를 가지고 있어 다른 형질이 나타나는 것을 말한다. 유전적 다양성은 동물뿐만 아니라 유전자를 가지고 있는 식물의 발현에서도 나타난다.

ㄷ. 같은 종의 달팽이에서 껍질의 무늬와 색깔이 다양하게 나타나는 것은 유전적 다양성에 해당한다.

207 답 ① | 유전적 다양성은 동일한 종이라도 개체마다 서로 다른 유전자를 가지고 있어 다른 형질이 나타나는 것을 말한다. 사람마다 눈동자 색이 다른 이유는 대립유전자가 사람마다 조금씩 다르기 때문이다. 사람의 눈동자 색은 대립유전자의 차이로 나타나므로 유전적 다양성의 한 예이다.

오답 피하기

ㄴ. 종 다양성은 동물 종과 식물 종뿐만 아니라 한 생태계 내에 존재하는 균류, 조류, 세균 등에 이르기까지 생태계 내에 존재하는 모든 생물의 다양한 정도를 의미하며, 얼마나 많은 종이 균등하게 분포하고 있는지를 나타낸 것이다.

ㄷ. 한 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 나타내는 것은 종 다양성이고, 생태계 다양성은 어느 지역에 존재하는 생태계의 다양한 정도를 뜻한다.

208 답 ③ | 유전적 다양성은 같은 종이라도 개체마다 유전자 변이가 다양해 각각 다른 형질을 나타내는 것을 뜻한다. (나)에서 같은 종의 종자가 모양과 색이 다른 것은 유전적 다양성의 예이다. 종자 은행은 다양한 식물의 종자를 장기간 저장하고 품종을 보존하기 위해 만들어진 기관으로 식물 종이 멸종하는 것을 막아 생물 다양성을 보전하는 역할을 한다.

오답 피하기

ㄴ. 한 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 나타내는 것은 종 다양성이고, 생태계 다양성은 열대 우림, 갯벌, 습지 등 생물의 서식지인 생태계의 다양한 정도를 의미한다.

209 답 ② | (가)에서 해저 생태계에 여러 생물종이 분포하는 것은 종 다양성의 예이다.

(나)에서 같은 종인 사람 사이에서 개체마다 얼굴 모양 등의 형질이 다른 것은 유전적 다양성의 예이다.

210 답 ⑤ | 한 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 나타내는 것은 종 다양성이고, 사람마다 눈 색이 다른 것은 유전적 다양성의 예이다. 습지는 여러 종의 생물이 서식할 수 있는 생태계이므로 습지를 보호하면 생물 다양성을 보전할 수 있다.

211 답 ③ | (가)에서 어떤 생태계 내에 생물종의 다양한 정도를 나타내는 것은 종 다양성이다. (나)에서 어떤 지역에서 환경에 따라 사막, 초원 등 다양한 종류의 생태계가 형성되는 것은 생태계 다양성의 예이다. (다)에서 동일한 종에서 개체별로 형질이 다른 것은 유전적 다양성의 예이다.

212 답 ④ | ㄱ. (가)와 (나)의 종 수는 4가지로 동일하지만, (나)보다 (가)의 종 균등도가 더 높아 (가)의 종 다양성이 더 높다.

ㄴ. 개체군의 밀도 = $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 면적}}$ 이다. (가)와 (나)의 면적은 서로 같고, 종 D의 개체 수도 같기 때문에 (가)와 (나)에서 종 D의 개체군 밀도는 같다.

오답 피하기

ㄷ. 같은 종의 달팽이에서 껍데기의 모양과 무늬가 다양한 것은 유전적 다양성에 해당한다.

문제 속 자료 종 다양성



• 종 다양성: 종 풍부도와 종 균등도가 모두 높을 경우 종 다양성이 높은 군집이다.

• (가)와 (나)의 종 다양성

종 균등도	군집을 구성하고 있는 다양한 생물종이 얼마나 비슷한 비율로 분포하고 있는가를 나타낸 것이다. ➔ (가)의 종 균등도가 (나)보다 더 높다.
종 풍부도	군집에 서식하는 생물종 수가 얼마나 다양한가를 나타낸 것이다. ➔ (가)와 (나) 모두 4종으로 종 풍부도는 동일하다.

• (가)와 (나)에 서식하는 종의 개체 수

구분	(가)	(나)
종 A 개체 수	4	9
종 B 개체 수	4	1
종 C 개체 수	4	1
종 D 개체 수	3	3

➔ (가)와 (나)에 서식하는 식물 종은 모두 4종, 15개체로 동일하다. 하지만 종 균등도가 (가)가 더 높아 (가)가 (나)보다 종 다양성이 높다.

- 213 답 ② | 개체군의 밀도 = $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 면적}}$ 이다. 면적이 동일한 (가)와 (나)에서 (가)에서 종 C의 밀도는 8, (나)에서 종 C의 밀도도 8로 같다.

오답 피하기

ㄱ. 개체군은 일정한 지역에 서식하는 같은 종의 무리이므로 서로 다른 종인 A와 B는 같은 개체군을 구성할 수 없다.
 ㄴ. 종 다양성은 종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 고를수록 높다. (가)의 종 A, B, C, D의 종 수는 각각 6, 6, 8, 3이고 (나)의 종 A, B, C, D의 종 수는 각각 3, 0, 8, 4이다. (가)는 종 수도 (나)보다 많으며, 종 A, B, C, D의 분포 비율도 (나)보다 균등하므로, (가)가 (나)보다 종 다양성이 더 높다.

- 214 답 ④ | ㄱ. 식물의 종 수는 ㉠은 6종, ㉡은 4종으로 ㉠이 많고, 종의 분포도 ㉠이 ㉡보다 고르므로 식물의 종 다양성은 ㉠이 ㉡보다 더 높다.

ㄴ. 개체군의 밀도는 $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 면적}}$ 이다. ㉠에서 B의 개체 수와 ㉡에서 E의 개체 수는 같고 서식하고 있는 면적이 같으므로 개체군의 밀도가 같다.

오답 피하기

ㄴ. 뒤쥐의 대립유전자 구성이 다른 것은 생물 다양성 중 유전적 다양성의 예에 해당한다.

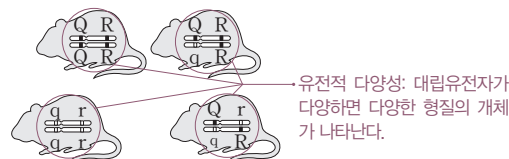
문제 속 자료 유전적 다양성

- 종 다양성: 종 풍부도와 종 균등도를 모두 고려하여 나타낸다.
- 종 균등도와 종 풍부도

종 균등도	군집을 구성하고 있는 다양한 생물종이 얼마나 비슷한 비율로 분포하고 있는가를 나타낸 것이다.					
종 풍부도	군집에 서식하는 생물종 수가 얼마나 다양한가를 나타낸 것이다.					
지역 \ 식물 종	A	B	C	D	E	F
㉠	50	30	28	33	51	60
㉡	110	29	7	0	30	0

(단위: 개)

- 종 균등도: ㉠이 ㉡보다 균등하게 나타난다.
- 종 수: ㉠은 6가지, ㉡은 4가지 (종 풍부도: ㉠ > ㉡)
- ➡ ㉡보다 ㉠의 종 다양성이 더 높다.



- 215 답 ③ | ㄱ. 우점종은 개체 수가 많거나 넓은 면적을 차지하여 그 군집을 대표할 수 있는 종이므로 (가)의 우점종은 개체 수

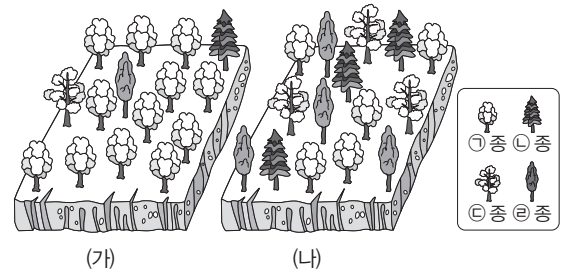
가 가장 많은 ㉠이다.

ㄴ. (가)와 (나)를 구성하는 식물 종 수는 4종으로 같다.

오답 피하기

ㄴ. 종 다양성은 종의 수가 많을수록, 각 생물종의 분포 비율이 고를수록 높으므로 종의 수가 많은 (나)가 종 다양성이 더 높다.

문제 속 자료 식물 군집의 종 다양성



구분	(가)	(나)	구분	(가)	(나)
㉠ 종 개체 수	12	5	㉢ 종 개체 수	1	3
㉡ 종 개체 수	1	3	㉣ 종 개체 수	1	4

- (가)와 (나) 사이에 서식하는 식물 종은 4종, 15개체로 동일하다. 하지만 종 균등도가 (가)보다 (나)가 더 높다.

➡ 종 다양성은 (가)보다 (나)가 더 높다.

- 216 답 ④ | 생물 다양성은 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성이 있다. 종 다양성이 높아지면 생태계의 안정성이 증가한다. 생물 다양성을 유지하기 위해 자연 환경을 보존해야 한다.

오답 피하기

ㄱ. 집단 A와 집단 B 중 반점 무늬의 종류가 다양한 A의 유전적 다양성이 더 높다.

