

# 바른답



# 알찬풀이

개념학습편 ..... 2

시험대비편 ..... 82



I

생명 시스템의 구성

01 생명과학의 이해

01강 생물의 특성

기본 탄탄 문제

12 쪽

- 01 (1) × (2) ○ (3) ○ 02 가, 라 03 ㉠ 흡수, ㉡ 합성, ㉢ 분해, ㉣ 방출 04 (1) ㉠ 자극, ㉡ 반응 (2) 항상성 (3) ㉠ 생식, ㉡ 유전
- 05 (가) 발생, (나) 성장 06 (1) 나 (2) 가 (3) 바 (4) 라 (5) 다 (6) 마

01 답 (1) × (2) ○ (3) ○

- (1) 생물과 비생물은 여러 가지 특성을 공통으로 가지고 있어 한 가지 특성만으로는 생물과 비생물을 구분하기 어렵다.
- (2) 모든 생물은 세포로 이루어져 있다.
- (3) 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있지만, 생물은 스스로 물질대사를 하며 생식을 통해 자신과 닮은 개체를 만들 수 있다.

02 답 가, 라

바이러스는 유전물질인 핵산을 가지고, 살아 있는 세포 안에서 증식한다. 증식 과정에서 유전 현상이 나타나며, 환경에 적응하고 진화한다. 휴머니이드는 전지를 충전하여 에너지를 사용하면서 움직일 수 있다. 사람은 세포로 이루어져 있으며 세포 수를 늘려 성장하지만, 바이러스와 휴머니이드는 세포로 이루어져 있지 않고 성장하지 않는다.

03 답 ㉠ 흡수, ㉡ 합성, ㉢ 분해, ㉣ 방출

광합성은 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 것이고, 세포호흡은 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되고 이 과정에서 에너지가 방출되는 것이다.

04 답 (1) ㉠ 자극, ㉡ 반응 (2) 항상성 (3) ㉠ 생식, ㉡ 유전

- (1) 생물은 환경 변화를 자극으로 받아들이고, 그 자극에 대해 적절히 반응한다.
- (2) 생물은 주변 환경이 변해도 체내의 환경을 안정적이고 일정하게 유지하려는 항상성이 있다.
- (3) 생물은 자신과 닮은 개체를 만드는 생식을 하며, 생식을 통해 어버이의 유전형질이 유전되어 종족을 유지한다.

05 답 (가) 발생, (나) 성장

개구리는 수정란이 세포분열을 하여 세포 수가 늘어나면서 올챙이를 거쳐 어린 개구리가 되는 발생을 하고, 어린 개구리는 세포분열을 통해 세포 수를 늘리면서 성숙한 개구리로 성장한다.

06 답 (1) 나 (2) 가 (3) 바 (4) 라 (5) 다 (6) 마

- (1) 광합성은 벼에서 일어나는 화학 반응인 물질대사의 예이다.
- (2) 사람이 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절하는 것은 체내 환경을 일정하게 유지하려는 항상성의 예이다.
- (3) 파리지옥은 곤충이 잎 안쪽을 건드리는 자극에 반응하여 잎을 닫는다.
- (4) 코알라가 자신과 닮은 자손을 낳는 것은 생식과 유전의 예이다.
- (5) 하나의 수정란이 개체가 되고, 어린 개체가 세포 수를 늘리면서 성체가 되는 것은 발생과 성장의 예이다.
- (6) 갈라파고스땅거북 중 키가 큰 선인장이 많은 곳에 사는 일부가 긴 목을 가지는 것은 환경에 적응하고 진화한 결과이다.

실력 쏙쏙 문제

13 쪽 ~ 15 쪽

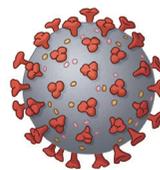
- 01 ㉡ 02 ㉡, ㉤ 03 ㉣ 04 ㉡ 05 ㉤ 06 ㉠
- 07 ㉡ 08 ㉡ 09 ㉢ 10 ㉤ 11 ㉤ 12 ㉤
- 13 다, 라

단답형·서술형 문제

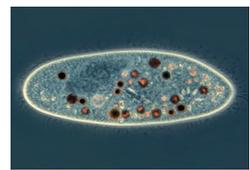
- 14 해설 참조 15 (1) 물질대사 (2) 해설 참조
- 16 해설 참조

01 답 ㉡

자료 분석 생물의 특성



(가) 바이러스-비생물



(나) 짚신벌레-생물

바이러스의 특징	짚신벌레의 특징
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵산(유전물질)과 단백질로 이루어져 있다.</li> <li>• 스스로 물질대사를 하지 못한다.</li> <li>• 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세포로 이루어져 있다.</li> <li>• 핵산(유전물질)을 가진다.</li> <li>• 스스로 물질대사를 할 수 있다.</li> </ul>

나. 짚신벌레(나)는 세포로 이루어져 있는 생물이다.

오답 피하기 가. 바이러스(가)는 유전물질인 핵산을 가지지만, 세포로 이루어져 있지 않아 생물과 구분된다.

다. 바이러스(가)는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다.

02 답 ②, ⑤

② 휴머노이드는 전지를 충전하면 에너지를 사용하면서 움직일 수 있다.

⑤ 휴머노이드는 주변의 자극에 대해 손으로 물건을 집거나 장애물을 피해 걷는 등 적절히 반응할 수 있다.

**오답 피하기** ①, ③, ④ 휴머노이드는 알루미늄, 플라스틱 등으로 이루어져 있다. 또 세포로 이루어져 있지 않고 유전물질을 가지지 않으므로 세포분열을 하여 성장할 수 없으며, 주변 환경에 적응하지 않으므로 몸의 형태와 기능이 달라질 수 없다.

03 답 ④

나. 바이러스는 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 새로운 대립유전자가 만들어지면서 환경에 적응하고 진화할 수 있다.

드. 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다.

**오답 피하기** ㄱ. 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않으므로 세포분열을 할 수 없다.

04 답 ②

② 생물은 자극에 반응하여 체내의 환경을 일정하게 유지하려는 항상성이 있다.

**오답 피하기** ① 생물은 크기와 모습이 서로 다르지만 모두 세포로 이루어져 있다.

③ 생물은 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻는다.

④ 생물은 환경에 적합한 몸의 형태와 기능, 생활 습성 등을 가지는 적응을 하며, 오랜 세월을 걸쳐 환경에 적응하면서 진화한다.

⑤ 생물은 자신과 닮은 개체를 만드는 생식을 하며, 이 과정에서 어버이의 유전형질이 자손에게 전해진다.

**개념 더하기** + 항상성

생물이 자극에 반응하여 체내의 환경을 일정하게 유지하려는 성질이다.

- 예** • 사람은 더울 때 땀을 흘려 체온을 조절한다.  
• 식사한 뒤 혈당량이 증가하면 호르몬의 작용으로 혈당량이 정상 수준으로 감소한다.

05 답 ⑤

⑤ 생식은 생물이 자신과 닮은 개체를 만드는 과정이다.

**오답 피하기** ① 어린 개구리가 세포분열을 하여 세포 수를 늘리면 서 성체 개구리로 자라는 것은 성장의 예이다.

② 물을 많이 마신 자극에 반응하여 체내의 수분량을 일정하게 유지하기 위해 오줌양이 증가한 것이므로 항상성의 예이다.

③ 해바라기가 빛 자극에 반응하여 빛을 향해 굽어 자란 것이므로 자극에 대한 반응의 예이다.

④ 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 건조한 환경에 적응하고 진화한 것이다.

06 답 ①

**자료 분석** ● 물질대사

- 참새는 포도당을 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다. **세포호흡**
- 벼는 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성한다. **광합성**

- 물질대사는 생물에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응이다.
- 생물은 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻을 수 있다.
- 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포호흡과 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하는 광합성은 모두 물질대사에 해당한다.

참새에서 일어나는 세포호흡과 벼에서 일어나는 광합성은 모두 생물이 생명을 유지하기 위해 물질을 합성하거나 분해하는 화학 반응인 물질대사이다.

07 답 ②

아메바는 분열법으로 자손을 만들며, 이와 같이 생물이 자신과 닮은 개체를 만드는 것을 생식이라고 한다.

08 답 ②

(가)에서 날씨가 더울 때 땀을 흘리는 것은 체온을 조절하기 위한 것이므로 항상성의 예이다. (나)에서 육상 선수가 출발 신호라는 자극에 반응하여 달리기 시작한 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

09 답 ③

갈라파고스망거북 중 일부가 긴 목을 가진 것은 키가 큰 선인장이 많은 환경에 적응하여 진화한 결과이다.

③ 사막에 사는 캥거루쥐가 진한 오줌을 소량 배설하여 건조한 환경에서 물을 거의 마시지 않고도 살 수 있는 것은 적응과 진화의 예이다.

**오답 피하기** ①은 항상성, ②는 생식, ④는 자극에 대한 반응, ⑤는 물질대사의 예이다.

10 답 ⑤

(가)는 발생과 성장, (나)는 항상성이다.

ㄱ. 올챙이에서 어린 개구리를 거쳐 성숙한 개구리가 되는 과정 (㉠)은 발생과 성장이다. 발생 과정에서는 세포분열을 통해 세포 수를 늘려 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 개체가 되고, 성장 과정에서는 세포분열을 통해 세포 수를 늘려 성체가 된다.

나. 식사한 뒤 증가한 혈당량이 호르몬의 작용으로 정상 수준으로 감소하는 것은 항상성의 예이다.

드. 가랑잎벌레는 포식자의 눈에 잘 띄지 않도록 주변 나뭇잎과 비슷한 모양의 생김새를 가지게 되었고, 이는 적응과 진화의 예 (㉡)이다.

11

답 ⑤

7. 사막여우는 생물이므로 세포로 이루어져 있다.  
 ㄴ. 사막여우는 소화, 세포호흡과 같은 물질대사를 통해 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다(㉠).  
 ㄷ. 사막여우가 몸집이 작고 귀나 꼬리와 같은 말단부가 커서 열을 방출하여 체온을 유지하기에 유리한 것(㉡)은 더운 환경에 적응하고 진화한 결과이다.

12

답 ⑤

- ⑤ 거미는 거미줄이 흔들리는 것을 자극으로 받아들여 재빨리 거미줄로 먹이를 감는 반응을 한다.  
**오답 피하기** ① 새끼 곰이 어미 곰을 닮는 것은 유전의 예이다.  
 ② 하나의 수정란이 세포분열을 하여 세포 수가 늘어나고 세포의 종류와 기능이 다양해져 개체가 되는 것은 발생이다.  
 ③ 옥수수가 빛에너지를 이용하여 포도당을 합성하는 것은 광합성이며, 광합성은 물질대사의 예이다.  
 ④ 단풍나무의 열매가 바람에 쉽게 날아갈 수 있는 생김새를 하고 있는 것은 적응과 진화의 예이다.

13

답 ㄷ, ㄹ

- ㄷ, ㄹ. 생물의 특성 중 적응과 진화, 생식과 유전은 종족 유지 특성에 해당한다.  
**오답 피하기** ㄱ, ㄴ, ㄱ, ㄴ. 항상성, 물질대사, 발생과 성장, 자극에 대한 반응은 개체 유지 특성에 해당한다.

14

서빙 로봇은 자극에 대해 반응하여 움직이고 전지를 충전하면 에너지를 사용하면서 움직일 수 있지만, 세포로 이루어져 있지 않으며 발생과 성장, 생식과 유전 등의 생물의 특성이 나타나지 않으므로 비생물이다.

**예시 답안** 서빙 로봇은 성장하지 않기 때문이다. 서빙로봇은 세포로 이루어져 있지 않기 때문이다. 등

채점 기준	배점(%)
서빙 로봇이 비생물인 까닭을 세포로 구성, 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화 중 두 가지와 관련지어 좋게 설명한 경우	100
서빙 로봇이 비생물인 까닭을 세포로 구성, 발생과 성장, 생식과 유전, 적응과 진화 중 한 가지만 관련지어 좋게 설명한 경우	50

15

- (1) (가)와 (나)에서 각각 방사성 기체( $^{14}\text{CO}_2$ )와 방사성 물질이 함유된 영양소( $^{14}\text{C}$ 로 표지)를 넣은 뒤 방사성 기체가 발생하는지 확인하는 것은 토양에서 물질대사가 일어나는지 알아보기 위한 것이다.  
 (2) (가)는 빛과 이산화 탄소를 이용하여 광합성이 일어나는지, (나)는 세포호흡을 통해 영양소가 분해되는지 알아보는 실험이다.

**예시 답안** 생물이 존재한다면 (가)에서는 광합성을 통해  $^{14}\text{C}$ 를 포함한 유기물이 합성되어 토양을 가열하면 용기 안에서 방사성 기체가 발생할 것이고, (나)에서는 세포호흡을 통해  $^{14}\text{C}$ 로 표지된 영양소가 분해되어 용기 안에서 방사성 기체가 발생할 것이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에서 나타나는 결과를 모두 좋게 설명한 경우	100
(가)와 (나)에서 나타나는 결과 중 하나만 좋게 설명한 경우	50

16

사람이 가시에 손이 찔렸을 때 순간적으로 손을 떼는 것은 자극에 대한 반응, 새끼 황제펭귄이 부모를 닮는 것은 유전의 예이다.  
**예시 답안** 사람이 가시에 손이 찔리는 자극에 손을 떼는 반응을 한 것이므로 (가)는 자극에 대한 반응에 해당한다. 새끼 황제펭귄이 부모를 닮는 것은 아버지의 유전형질이 유전물질을 통해 자손에게 전해져 나타나는 것이므로 (나)는 유전에 해당한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에 나타난 생물의 특성을 그렇게 판단한 까닭과 함께 모두 좋게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 중 생물의 특성과 그렇게 판단한 까닭을 하나만 좋게 설명한 경우	50
(가)와 (나)에 나타난 생물의 특성만 모두 좋게 쓴 경우	40
(가)와 (나)에 나타난 생물의 특성 중 하나만 좋게 쓴 경우	20

## 02강 생명과학의 특성과 생명 시스템의 구성 단계

기본 **탄탄** 문제

18 쪽

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) ×    02 분자생물학    03 (1) ○ (2) × (3) ○    04 (가) 조직, (나) 개체군, (다) 군집    05 ㉠ 세포, ㉡ 기관, ㉢ 개체    06 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×

01

답 (1) ○ (2) ○ (3) ×

- (1) 생명과학의 분야에는 분류학, 세포학, 생태학, 생명공학, 유전체학, 분자생물학 등이 있다.  
 (2) 생명과학은 지구에 살고 있는 생물의 특성과 다양한 생명 현상을 연구하는 과학의 한 분야이다.  
 (3) 20세기 이전의 생명과학은 생물의 생김새나 생명 현상을 있는 그대로 관찰하고 설명하는 수준이었으나, 20세기 후반 이후 분자 수준의 생명 현상에서부터 생태계를 포함한 지구 전체의 생명 현상까지 연구 범위를 확장하고 있다.

02

답 분자생물학

생명 현상을 DNA, 단백질 등의 분자 수준에서 연구하는 생명과학의 분야는 분자생물학이다.

03 답 (1) ○ (2) × (3) ○

- (1) 생명과학은 다른 학문 분야와 영향을 주고받으며 발전하는 학문 분야이며, 생명과학 분야의 성과가 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타나기도 한다.
- (2) 생명과학 분야의 성과가 다른 학문 분야의 발달에 영향을 미치기도 한다.
- (3) 세포에서 일어나는 생명 현상은 광학 현미경 및 전자 현미경을 개발한 물리학, 원심분리기 및 자동 세포배양 시스템을 개발한 공학, 단백질과 DNA의 정보로 빅데이터를 만들고 분석한 정보학, 단백질, 핵산 등의 입체 구조와 기능 및 세포 내의 화학 반응을 연구한 화학 등 여러 학문의 연구 성과를 토대로 생명과학에서 세포소기관의 구조와 기능 및 관계를 연구하여 밝혀냈다.

- 04 답 (가) 조직, (나) 개체군, (다) 군집
- 생명 시스템은 세포 → 조직(가) → 기관 → 개체 → 개체군(나) → 군집(다) → 생태계의 단계로 구성된다. (가)는 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임이므로 조직이고, (나)는 같은 종의 개체들의 모임이므로 개체군, (다)는 일정한 지역에 생활하는 여러 개체군의 모임이므로 군집이다.

- 05 답 ㉠ 세포, ㉡ 기관, ㉢ 개체
- 다세포생물에서는 모양과 기능이 비슷한 세포(㉠)들이 모여 조직을 이루고, 여러 조직이 모여 고유한 기능을 하는 기관(㉡)을 이루며, 여러 기관이 모여 하나의 생명체인 개체(㉢)를 이룬다.

- 06 답 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×
- (1) 군집을 이루는 생물은 주변의 다른 생물이나 빛, 물 등의 환경과 영향을 주고받으며 생태계를 구성한다.
- (2) 같은 종의 개체들이 무리 지어 개체군을 이룬다.
- (3) 생명 시스템을 이루는 각 단계는 각각 하나의 생명 시스템으로 기능하며, 각 단계를 구성하는 여러 요소가 상호작용을 한다.
- (4) 항상성, 물질대사, 발생과 성장, 생식과 유전 등과 같은 생물의 특성을 나타내는 생명 시스템의 구성 단계는 개체이다.

**실력 꼭꼭 문제** 19 쪽 ~ 20 쪽

01 ㉠    02 ㉡    03 가, 다, 라    04 ㉢    05 ㉢    06 ㉠

07 ㉠

**단답형·서술형 문제**

08 해설 참조    09 (1) ㉠ 개체군, ㉡ 군집, ㉢ 생태계 (2) 해설 참조

- 01 답 ㉠
- 가. 생명과학은 생물에서 일어나는 여러 가지 현상을 탐구하여 생명을 유지하는 원리를 이해함으로써 생명의 본질을 과학적으로 밝히는 학문이다.

- 나. 생명과학은 20 세기 후반 이후 분자 수준의 생명 현상에서부터 생태계를 포함한 지구 전체의 생명 현상에 이르기까지 연구 범위를 확장하고 있다.
- 다. 생명과학의 연구 성과는 식품, 의약, 환경, 에너지 등 인류가 당면한 과제를 해결하는 데 이용될 수 있다.

- 02 답 ㉡
- 다. 생태학은 생물과 그 생물을 둘러싸고 있는 환경이 어떻게 상호작용 하는지 연구한다.

**오답 피하기** 가, 나. 세포에서 일어나는 생명 현상을 연구하는 분야는 세포학이고, 다양한 생물을 특정 기준에 따라 나누어 정리하는 분야는 분류학이다.

- 03 답 가, 다, 라
- 가, 다, 라. 생명과학은 생물의 생김새, 세포를 구성하는 분자, 생물의 유전정보 등을 연구한다.

**오답 피하기** 나. 물체의 성질과 운동은 물리학의 연구 대상이다.

- 04 답 ㉢
- 가. 사건 현장에 떨어진 혈액이나 머리카락 등에서 DNA를 채취한 뒤 분석하여 범인의 신원을 밝혀내는 것처럼 생명과학 분야의 성과는 다른 학문 분야의 성과에 영향을 미치기도 한다.
- 나. 현대 생명과학 분야의 성과는 여러 학문 분야의 성과와 결합하여 나타난다.

**오답 피하기** 다. DNA에서 원하는 부분을 복제하고 빠르게 증폭시키는 중합효소연쇄반응(PCR)을 발명한 것은 화학 분야의 성과이다.

- 05 답 ㉢
- ㉠은 화학, ㉡은 정보학, ㉢은 물리학이다.

- 가. 화학(㉠) 분야에서 DNA를 구성하는 물질을 연구하여 생명과학자들이 DNA의 이중나선구조를 결정할 수 있었다.
- 다. 세포소기관(㉡)은 핵, 미토콘드리아, 엽록체와 같이 고유한 기능이 있는 세포 내의 구조이다.

**오답 피하기** 나. 물리학(㉢)에서는 빛, 전자선의 특성을 이용하여 광학 현미경 및 전자 현미경을 개발했다.

- 06 답 ㉠
- ㉠ 일정한 지역에 생활하는 같은 종의 개체들이 무리 지어 개체군을 이룬다.

**오답 피하기** ㉡ 개체는 독립적인 하나의 생물이므로 물질대사, 생식과 유전 등과 같은 생물의 특성을 나타낸다.

- ㉢ 생명 시스템의 구성 단계는 구조적 체계를 이루고 있으며, 각 단계는 하나의 생명 시스템으로서 고유한 기능을 한다.

㉣ 개체군 내 개체들은 먹이와 생활 공간을 확보하고 지나친 경쟁을 줄이기 위해 여러 방식으로 상호작용 한다.

- ㉤ 군집을 이루는 생물은 주변의 다른 생물이나 빛, 물 등의 환경과 영향을 주고받으며 생태계를 구성한다.

(가)는 세포, (나)는 개체, (다)는 생태계이다.

ㄱ. 세포(가)는 생물을 구성하는 구조적 단위이면서 생명활동이 일어나는 기능적 단위이며, 생명 시스템의 기본 단위이다.

ㄴ. 개체(나)는 독립된 구조와 기능을 가지고 생활하는 하나의 생명체로, 생태계(다)에서 물질과 에너지를 이용하여 다양한 생명 활동을 한다.

ㄷ. 생명 시스템을 구성하는 각 단계는 하나의 생명 시스템으로서 고유한 기능을 한다.

**오답 피하기** ㄴ. 다세포생물에서는 모양과 기능이 비슷한 세포(가)들이 모여 조직을 이룬다. 기관은 기능이 다른 여러 조직이 모여 이루어진다.

08

화학 분야에서 발명한 중합효소연쇄반응(PCR)은 DNA에서 원하는 부분을 복제하여 빠르게 증폭시키는 기술이며, 아주 적은 양의 DNA에서 필요한 만큼의 DNA를 얻을 수 있다. 정보학에서는 컴퓨터를 활용하여 사람 헤모글로빈의 DNA 염기서열을 분석하고 비교했다. 이처럼 생명과학과 화학, 정보학 등의 학문 분야가 연계되어 사람의 헤모글로빈 유전자를 분석할 수 있게 되었다.

**예시 답안** DNA에서 원하는 부분을 복제하여 증폭시키는 중합효소연쇄반응(PCR)을 발명한 화학과 컴퓨터를 활용하여 방대한 양의 DNA 염기서열을 분석 및 비교하는 정보학이 연계되어 생명과학에서 사람의 헤모글로빈 유전자의 염기서열을 밝힐 수 있었다.

채점 기준	배점(%)
사람의 헤모글로빈 유전자의 염기서열을 밝히는 데 이용된 화학과 정보학의 연구 성과를 모두 옳게 설명한 경우	100
사람의 헤모글로빈 유전자의 염기서열을 밝히는 데 이용된 화학과 정보학의 연구 성과 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

09

(1) 생명 시스템의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 개체 → 개체군 → 군집 → 생태계이다. 따라서 ㉠은 같은 종의 개체들의 모임인 개체군, ㉡은 일정한 지역에서 생활하는 여러 개체군의 모임인 군집, ㉢은 생물들과 환경이 상호작용 하며 살아가는 생태계이다.

(2) **예시 답안** • 공통점: 개체군(㉠)과 군집(㉡)에서는 구성요소 사이에서 다양한 상호작용이 일어난다.

• 차이점: 개체군(㉠)은 같은 종의 개체들로 이루어지지만, 군집(㉡)은 일정한 지역에서 생활하는 여러 개체군(㉠)의 모임이므로 서로 다른 종의 개체들로 이루어진다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡의 공통점과 차이점을 생명 시스템의 구성 단계의 특징과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡의 공통점과 차이점 중 하나만 생명 시스템의 구성 단계의 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	50

일전 문제

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

단답형·서술형 문제

- 12 해설 참조    13 해설 참조    14 해설 참조

01

ㄱ. 코로나바이러스(가)는 유전물질인 핵산을 가진다.

**오답 피하기** ㄴ. 휴머노이드(나)는 알루미늄, 플라스틱 등으로 이루어져 있다.

ㄷ. 코로나바이러스(가)는 스스로 물질대사를 할 수 없으므로 스스로 에너지를 만들지 못한다. 휴머노이드(나)는 전기를 충전하면 충전된 전지의 에너지를 사용하여 움직일 수 있다.

02

ㄱ. A는 아메바만 가지는 특성이다. 아메바는 세포로 이루어진 생물이므로 A에 해당하는 특성에는 ‘세포로 이루어져 있다.’, ‘스스로 물질대사를 한다.’, ‘세포분열을 하여 자손을 만든다.’ 등이 있다.

ㄴ. B는 아메바와 박테리오파지가 모두 가지는 특성이다. 따라서 ‘핵산을 가진다.’는 B에 해당한다.

**오답 피하기** ㄷ. C는 박테리오파지만 가지는 특성이다. 따라서 C에 해당하는 특성에는 ‘살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다.’, ‘세포로 이루어져 있지 않다.’ 등이 있다. ‘스스로 물질대사를 한다.’는 생물의 특성으로 A에 해당한다.

개념 더하기 ① 생물의 특성

- 생물은 모두 세포로 이루어져 있다.
- 생물은 생명을 유지하기 위해 필요한 물질을 합성하거나 분해하는 물질대사를 한다.
- 생물은 자극에 반응하여 체내의 환경을 안정적이고 일정하게 유지하려는 항상성이 있다.
- 다세포생물의 수정란은 발생 과정을 거쳐 어린 개체가 되고, 어린 개체는 성장을 통해 성체가 된다.
- 생물은 자신과 닮은 개체를 만드는 생식을 하며, 생식을 통해 어버이의 유전물질이 자손에게 전달되어 유전형질이 유전된다.
- 생물은 자신이 살아가는 환경에 적합한 몸의 형태와 기능, 생활 습성 등을 가지는 적응을 하며, 오랜 세월을 걸쳐 환경 변화에 적응하면서 유전적 구성이 변하면 새로운 종이 나타나는 진화가 일어난다.

03

체온이 높아지면 땀을 흘려 체온을 조절하고 물을 많이 마시면 오줌량을 늘려 체내 수분량이 일정하게 유지되도록 조절하는 것은 체내의 환경을 일정하게 유지하려는 항상성에 해당한다.

**04** 답 ⑤  
 ㄱ. 개구리의 수정란이 올챙이를 거쳐 성체가 되는 과정에서 세포분열이 일어나 세포 수가 증가한다.  
 ㄴ. 새끼 곰이 부모의 생김새를 닮는 것은 생식 과정에서 아버지의 유전형질이 유전물질을 통해 자손에게 전해지는 유전에 의한 것이다.  
 ㄷ. 먹이가 걸려 거미줄이 흔들리면 거미는 그 진동을 자극으로 받아들여 거미줄로 재빨리 먹이를 감는 반응을 한다.

**05** 답 ③  
 썩거루쥐가 식물의 씨앗을 먹어 얻은 영양소를 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 것(㉠)은 생물의 특성 중 소화, 세포 호흡과 같은 물질대사에 해당한다. 썩거루쥐가 진한 오줌을 소량만 배설하여 물을 거의 마시지 않고도 살 수 있는 것(㉡)은 건조한 환경에 적응하고 진화한 결과이다.

**06** 답 ④  
 새끼 펭귄이 자라서 성체 펭귄이 되는 것(A)은 성장, 강아지가 어미 개를 닮는 것(B)은 생식을 통해 아버지의 유전물질이 자손에게 전달되어 일어나는 유전, C는 적응과 진화이다.  
 ㄱ. 성장(A)은 어린 개체가 세포분열을 하여 세포 수를 늘리면서 성체로 자라는 과정이다.  
 ㄷ. 단풍나무 열매에 날개가 달려 있어 바람에 쉽게 날아갈 수 있는 것은 환경에 적응하고 진화한 결과이므로 C의 예에 해당한다.  
**오답 피하기** ㄴ. 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않으므로 성장(A)하지 않는다. 따라서 '바이러스에서 나타나는가?'는 ㉠에 해당하지 않는다.

**07** 답 ③  
 학생 (가): 생명과학은 화학, 물리학, 정보학 등 다른 학문 분야의 영향을 받아 발달하기도 한다.  
 학생 (나): 생명과학은 생명을 유지하는 원리를 이해함으로써 생명의 본질을 과학적으로 밝히는 학문이다.  
**오답 피하기** 학생 (다): 분자생물학에서는 생명 현상을 DNA, 단백질 등의 분자 수준에서 연구한다. 생물이 가진 유전체의 구조와 기능을 연구하는 생명과학의 분야는 유전체학이다.

**08** 답 ②  
 ㄷ. 세포소기관(㉠)은 핵, 미토콘드리아, 엽록체와 같이 고유한 기능이 있는 세포 내의 구조이다.  
**오답 피하기** ㄱ. ㉠은 물리학, ㉡은 화학, ㉢은 정보학이다.  
 ㄴ. 바이러스는 세포(㉣)로 이루어져 있지 않고, 핵산과 단백질을 이루어져 있다.

**09** 답 ②  
 생물과 그 생물을 둘러싼 환경이 영향을 주고받는 생명 시스템은 생태계이며, 생태계를 연구하는 생명과학의 분야는 생태학이다.

**10** 답 ㄱ, ㄴ  
 ㄱ. 세포는 생물의 몸을 구성하는 구조적 단위이면서 생명활동이 일어나는 기능적 단위이다.  
 ㄴ. 개체는 여러 종류의 기관이 상호작용 하여 독립적으로 생명 활동을 하는 하나의 생명체이다.  
**오답 피하기** ㄷ. 생태계는 일정한 지역에서 상호작용 하는 생물들과, 이 생물들과 영향을 주고받는 빛, 물, 공기 등의 주변 환경을 모두 포함한다.

**11** 답 ②  
 (가)는 개체, (나)는 개체군, (다)는 군집이다.  
 ㄷ. (다)는 일정한 지역에서 생활하는 여러 개체군이 모인 군집이다.  
**오답 피하기** ㄱ. (가)는 하나의 생명체인 개체이다.  
 ㄴ. (나)는 같은 종의 개체들이 무리 지어 이룬 개체군이다.

**12**  
 박테리오파지는 살아 있는 대장균 안에서 자신의 DNA를 복제하고 단백질을 깎아서 증식한다.  
**예시 답안** 박테리오파지는 살아 있는 세포 안에서 물질대사를 할 수 있다. 박테리오파지는 살아 있는 세포 안에서 증식하며 돌연변이가 일어나 환경 변화에 적응할 수 있다. 등

채점 기준	배점(%)
박테리오파지가 나타내는 생물의 특성을 한 가지만 옳게 설명한 경우	100
박테리오파지가 증식할 수 있다고만 설명한 경우	20

**13**

**자료 분석** 적응과 진화



사막여우



북극여우

- 사막여우가 몸집이 작고 몸의 말단부가 큰 것은 열을 발산하여 더운 곳에서 체온을 유지하는 데 유리하기 때문이다.
- 북극여우가 몸집이 크고 몸의 말단부가 작은 것은 열의 발산을 막아 추운 곳에서 체온을 유지하는 데 유리하기 때문이다.

→ 사막여우와 북극여우의 모습이 차이 나는 것은 환경 변화에 적응하면서 진화한 결과이다.

사막여우와 북극여우는 서로 기온이 다른 환경에서 체온을 유지하는 데 유리하게 몸의 구조가 변했으므로 생물의 특성 중 적응과 진화에 해당한다.  
**예시 답안** 사막여우는 더운 환경에, 북극여우는 추운 환경에 적응하고 진화한 결과 각 환경에 적합한 모습을 가지게 되었다.

채점 기준	배점(%)
두 여우의 모습이 차이 나는 까닭을 생물의 특성과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
생물의 특성만 옳게 쓴 경우	30

## 14

동물인 사람은 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체의 단계로 구성되고, 식물인 은행나무는 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체의 단계로 구성된다.

**예시 답안** • 공통점: 사람과 은행나무는 모두 생명 시스템의 기본 단위인 세포로 구성된다. 사람과 은행나무는 모두 구성 단계에 세포, 조직, 기관이 포함된다. 등

• 차이점: 동물인 사람은 조직이 모여 기관을 이루고, 기관이 모여 기관계를 이루며, 기관계가 모여 개체를 이룬다. 식물인 은행나무는 조직이 모여 조직계를 이루고, 조직계가 모여 기관을 이루며, 기관이 모여 개체를 이룬다.

채점 기준	배점(%)
사람과 은행나무의 생명 시스템의 구성 단계에서 공통점과 차이점을 한 가지씩 옳게 설명한 경우	100
사람과 은행나무의 생명 시스템의 구성 단계에서 공통점과 차이점 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

## 02 생명활동과 에너지

### 03 강 물질대사와 에너지전환

기본 **탄탄** 문제 25 쪽

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) ×    02 (가) 동화작용, (나) 이화작용  
 03 (1) 이 (2) 이 (3) 동 (4) 이 (5) 동    04 (1) 미토콘드리아  
 (2) 방출 (3) 이산화 탄소    05 (1) ○ (2) ○ (3) ×    06 ㉠ 화학,  
 ㉡ 화학

01 **답** (1) ○ (2) ○ (3) ×  
 (1), (2) 생물에서 일어나는 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응인 물질대사에는 효소가 관여하며, 에너지 출입이 함께 일어난다.  
 (3) 작고 단순한 물질을 결합하여 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화작용에서는 에너지가 흡수되고, 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 이화작용에서는 에너지가 방출된다.

## 02

**답** (가) 동화작용, (나) 이화작용  
 (가)는 에너지가 흡수되므로 동화작용, (나)는 에너지가 방출되므로 이화작용이다.

## 03

**답** (1) 이 (2) 이 (3) 동 (4) 이 (5) 동  
 (1), (2), (4) 글라이코젠 분해, 알코올 분해, 세포호흡은 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 이화작용의 예이다.  
 (3), (5) 소화효소 합성, 광합성은 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화작용의 예이다.

## 04

**답** (1) 미토콘드리아 (2) 방출 (3) 이산화 탄소  
 (1) 세포호흡은 세포소기관인 미토콘드리아를 중심으로 일어난다.  
 (2), (3) 세포호흡은 포도당과 같은 영양소가 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지를 방출하는 과정이다.

## 05

**답** (1) ○ (2) ○ (3) ×  
 (1) ATP는 생명활동에 직접 사용되는 에너지 저장 물질이며, ADP와 무기인산이 세포호흡에서 방출되는 에너지를 흡수하여 ATP가 합성된다.  
 (2) ATP에 저장된 에너지는 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때(가) 방출된다.  
 (3) ATP를 ADP와 무기인산으로 분해하는 (가) 과정은 이화작용이고, ADP와 무기인산을 ATP로 합성하는 (나) 과정은 동화작용이다.

## 06

**답** ㉠ 화학, ㉡ 화학  
 세포호흡 과정에서 포도당이 분해되면서 방출된 에너지는 ATP의 화학 에너지로 전환된다. ATP의 화학 에너지는 기계적 에너지, 소리 에너지, 화학 에너지, 열에너지 등으로 전환되어 발생, 성장, 근육 운동, 정신 활동 등 다양한 생명활동에 사용된다.

실력 **뚝뚝** 문제 26 쪽~27 쪽

- 01 ④    02 ⑤    03 ㄱ, ㄷ    04 ④    05 ④    06 ②  
 07 ③    08 ③

### 단답형·서술형 문제

- 09 해설 참조    10 해설 참조    11 해설 참조

## 01

**답** ④  
 ㄱ, ㄷ. 물질대사는 생물에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응으로, 효소가 관여한다.

**오답 피하기** ㄴ. 물질대사가 일어날 때에는 반드시 에너지의 출입이 함께 일어난다.

02 답 ⑤  
 ㄱ, ㄴ. (가)는 아미노산을 결합하여 단백질을 합성하는 과정이므로 에너지가 흡수되는 동화작용이다. (나)는 녹말을 엿당으로 분해하는 과정이므로 에너지가 방출되는 이화작용이다.  
 ㄷ. 물질대사에는 모두 효소가 관여한다.

03 답 ㄱ, ㄷ  
 ㄱ, ㄷ. 이화작용은 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 화학 반응이므로, 세포에서 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포호흡과 간세포에서 알코올을 이산화 탄소와 물로 분해하는 알코올 분해가 이화작용의 예에 해당한다.

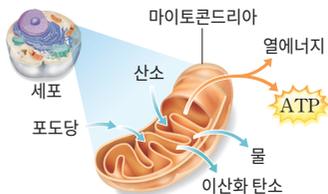
오답 피하기 ㄴ. 간세포에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 글라이코젠 합성은 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 동화작용의 예이다.

04 답 ④  
 ㄱ, ㄷ. 세포호흡은 세포에서 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되는 과정이며, 세포호흡 과정에서 에너지가 방출된다.

오답 피하기 ㄴ. 세포호흡에서 생성된 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

05 답 ④  
 ㄱ. 세포호흡은 미토콘드리아를 중심으로 일어나므로, 세포소기관 (가)는 미토콘드리아이다.  
 ㄷ. 포도당에 저장된 에너지의 일부는 세포호흡 과정에서 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.  
 오답 피하기 ㄴ. 세포호흡 과정에서는 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되므로 ㉠은 산소, ㉡은 이산화 탄소이다.

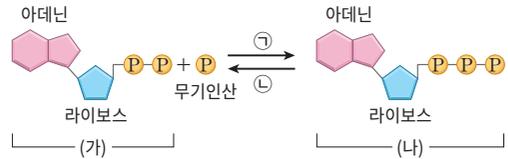
개념 더하기+ 세포호흡과 ATP 생성



- 세포호흡은 미토콘드리아를 중심으로 일어난다.
- 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출된다.
- 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

06 답 ②  
 ② 삼투는 세포막을 통한 물질의 이동으로, 농도 차이에 의해 물질이 이동하므로 이 과정에서 ATP의 화학 에너지를 사용하지 않는다.  
 오답 피하기 ①, ③, ④, ⑤ 발성, 성장, 근육 운동, 정신 활동 등은 ATP에 저장된 화학 에너지를 사용하는 생명활동이다.

07 답 ③  
 주요 분석 세포호흡과 에너지전환



- (가)는 ADP, (나)는 ATP이다.
- ㉠은 에너지를 흡수하여 ADP와 무기인산이 ATP로 합성되는 과정이다. → ㉠은 동화작용에 해당한다.
- ㉡은 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해되면서 에너지를 방출하는 과정이다. → ㉡은 이화작용에 해당한다.

ㄷ. ATP(나)는 생명활동에 직접 사용되는 에너지 저장 물질이다.  
 오답 피하기 ㄱ. ㉠은 에너지를 흡수하여 ADP(가)와 무기인산이 ATP(나)로 합성되는 동화작용이고, ㉡은 ATP(나)가 ADP(가)와 무기인산으로 분해되면서 에너지를 방출하는 이화작용이다.  
 ㄴ. 인산기 사이에는 많은 에너지가 저장되어 있으므로 ATP(나)에는 ADP(가)보다 에너지가 많이 저장되어 있다.

08 답 ③  
 ㄱ. 세포호흡을 통해 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되므로 세포호흡은 이화작용에 해당한다.  
 ㄴ. 세포호흡 과정에서 방출된 열에너지의 일부는 체온 유지에 사용된다.

오답 피하기 ㄷ. 세포호흡 과정에서 포도당이 분해되어 생성된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고 나머지는 열에너지로 방출된다.

09  
 동화작용과 이화작용은 모두 물질대사에 해당하며, 동화작용은 에너지를 흡수하는 흡열 반응, 이화작용은 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

예시 답안 동화작용은 작고 단순한 물질을 결합하여 크고 복잡한 물질로 합성하고, 에너지를 흡수하는 과정이지만, 이화작용은 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하고, 에너지를 방출하는 과정이다.

채점 기준	배점(%)
동화작용과 이화작용의 차이점을 에너지 출입, 물질의 합성 및 분해와 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
동화작용과 이화작용의 차이점을 에너지 출입, 물질의 합성 및 분해 중 하나만 관련지어 옳게 설명한 경우	40

10  
 세포호흡에서 포도당이 분해되면서 방출된 에너지의 일부를 공급받아 ADP와 무기인산이 ATP로 합성된다.  
 예시 답안 ㉠ ADP, ㉡ ATP, 세포호흡에서 포도당이 분해될 때 방출된 에너지의 일부가 ADP(㉠)과 무기인산의 결합에 이용되어 ATP(㉡)가 합성되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡이 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡이 무엇인지만 각각 옳게 쓴 경우	30

### 11

발성에 사용되는 소리 에너지, 체온 유지에 사용되는 열에너지, 근육 운동에 사용되는 기계적 에너지는 모두 ATP의 화학 에너지가 전환된 것이다. 따라서 생명활동에 사용되는 에너지는 세포 호흡으로 생성된 ATP에 저장된 에너지이다.

**예시 답안** 세포호흡으로 합성된 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출된 에너지가 소리 에너지, 열에너지, 기계적 에너지 등 여러 형태로 전환되어 발성, 체온 유지, 근육 운동과 같은 생명활동에 사용된다.

채점 기준	배점(%)
생명활동에 사용되는 에너지를 얻는 방법을 세포호흡, ATP와 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
생명활동에 사용되는 에너지를 얻는 방법을 세포호흡과 ATP 중 하나만 관련지어 옳게 설명한 경우	40

### 04강 기관계의 통합적 작용과 건강

31 쪽

#### 탐구 확인문제

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×    02 ㉠ 크다, ㉡ 아밀레이스, ㉢ 작은  
03 ㄱ, ㄷ    04 해설 참조

### 01

답 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×

- (1) 침 속에는 녹말을 분해하는 소화효소인 아밀레이스가 들어 있다.
- (2) 시험관 ㉠과 ㉡에서 베네딕트 반응 결과 황적색이 나타났으므로 비커 A와 B의 용액에 엿당이 들어 있다는 것을 알 수 있다. 이를 통해 엿당은 녹말보다 분자의 크기가 작아 셀로판 튜브를 통과할 수 있다는 것을 알 수 있다.
- (3) 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액은 녹말과 반응하면 청람색으로 변한다.
- (4) 엿당이 들어 있는 용액에 베네딕트 용액을 떨어뜨린 뒤 가열하면 황적색으로 변한다.

### 02

답 ㉠ 크다, ㉡ 아밀레이스, ㉢ 작은

분자의 크기가 큰 녹말은 셀로판 튜브를 통과할 수 없지만, 녹말이 아밀레이스에 의해 분자의 크기가 작은 엿당으로 분해되면 엿당은 셀로판 튜브를 통과할 수 있으므로 시험관 ㉠과 ㉡에서 베네딕트 반응 결과 황적색이 나타난다. 이를 통해 우리가 먹은 음식물에 들어 있는 녹말은 분자의 크기가 커서 소화효소인 아밀레이스에 의해 크기가 작은 분자로 분해되어야 세포막을 통해 몸속으로 흡수될 수 있음을 알 수 있다.

### 03

답 ㄱ, ㄷ

7. 소화효소인 아밀레이스는 녹말을 엿당으로 분해한다.
  - ㄷ. 녹말과 같이 분자의 크기가 큰 영양소는 분자의 크기가 작은 영양소로 분해되어야 세포막을 통과해 몸속으로 흡수될 수 있으며, 소화계에서 영양소의 분해는 소화효소의 작용으로 일어난다.
- 오답 피하기** ㄴ. 소화효소에 의한 소화 작용은 소화계에서 일어난다.

### 04

**예시 답안** (가), 침 속의 소화효소인 아밀레이스에 의해 녹말이 분해되어 청람색이 없어졌기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나) 중 침 용액을 넣은 것의 기호를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 중 침 용액을 넣은 것의 기호만 옳게 쓴 경우	30

### 기본 탄탄 문제

32 쪽

- 01 (1) ○ (2) × (3) ○    02 (1) 호흡계 (2) 순환계 (3) ㉠ 모세혈관, ㉡ 허파파리    03 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×    04 (가) 소화계, (나) 호흡계, (다) 배설계    05 (1) ㄷ (2) ㄴ (3) ㄱ    06 (1) ○ (2) ○ (3) ×

### 01

답 (1) ○ (2) × (3) ○

- (1) 사람의 소화계는 입, 식도, 위, 작은창자, 큰창자로 이어지는 소화관과 소화액을 생성하거나 분비하는 기관으로 구성된다.
- (2) 소화관에서 분해된 영양소는 작은창자에서 흡수되며, 흡수된 영양소는 순환계에 의해 온몸의 세포로 운반된다.
- (3) 음식물에 들어 있는 녹말, 단백질, 지방과 같은 영양소는 소화관을 지나는 동안 소화효소의 작용으로 분해된다.

### 02

답 (1) 호흡계 (2) 순환계 (3) ㉠ 모세혈관, ㉡ 허파파리

- (1), (2) 세포호흡에 필요한 산소는 호흡계를 통해 흡수되고, 흡수된 산소는 순환계를 통해 온몸의 세포로 운반된다.
- (3) 세포호흡 결과 생성된 혈액 속 이산화 탄소는 모세혈관에서 허파파리로 이동하여 몸 밖으로 나간다.

### 03

답 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ×

- (1) 단백질이 세포호흡에 이용되면 물, 이산화 탄소, 암모니아가 생성되며, 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된다.
- (2) 오줌은 배설계의 콩팥에서 혈액을 걸러 생성되며, 방광에 모였다가 몸 밖으로 나간다.
- (3) 탄수화물, 단백질, 지방은 공통적으로 탄소, 수소, 산소로 이루어져 있어 탄수화물, 단백질, 지방이 분해되면 공통적으로 물과 이산화 탄소가 생성된다.

(4) 세포호흡 결과 생성된 물의 일부와 이산화 탄소는 호흡계에서 날숨을 통해 몸 밖으로 나간다.

**04** **답** (가) 소화계, (나) 호흡계, (다) 배설계  
(가)는 음식물에 들어 있는 영양소를 작은 분자의 영양소로 분해하여 몸속으로 흡수하는 소화계이다. (나)는 산소와 이산화 탄소의 가스교환이 일어나는 호흡계이다. (다)는 혈액을 걸러 요소와 같은 노폐물과 여분의 물 등을 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보내는 배설계이다.

**05** **답** (1) ㄷ (2) ㄴ (3) ㄱ  
혈액 속에 콜레스테롤, 중성지방이 정상보다 많은 질환은 고지질혈증(ㄷ), 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되는 질환은 당뇨병(ㄴ), 혈압이 정상 범위보다 높은 만성 질환은 고혈압(ㄱ)이다.

**06** **답** (1) ○ (2) ○ (3) ×  
(1), (2) 대사성 질환은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환이다. 대사성 질환은 유전적 요인이나 노화뿐만 아니라 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관으로 발생하기도 하므로 올바른 생활 습관을 가지면 예방할 수 있다.  
(3) 대사성 질환은 치료하는 데 많은 시간과 노력이 필요하며, 합병증을 유발할 수 있다.

**입력 목록 문제**

33 쪽 ~ 35 쪽

- 01 ⑤    02 ④    03 ④    04 ㄱ, ㄷ    05 ④    06 ④  
07 ③    08 ⑤    09 ③    10 ④

**단답형·서술형 문제**

- 11 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조    12 (1) A: 순환계, B: 소화계, C: 호흡계 (2) 해설 참조  
13 (1) (가) 당뇨병, (나) 고혈압 (2) 해설 참조

**01** **답** ⑤  
⑤ 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소는 호흡계에서 날숨을 통해 몸 밖으로 나간다.

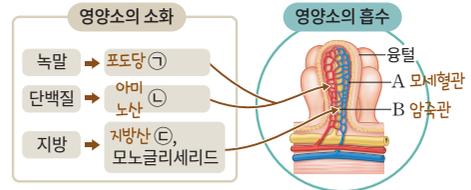
**오답 피하기** ① 소화계는 음식물에 들어 있는 분자의 크기가 큰 영양소를 분자의 크기가 작은 영양소로 분해하여 몸속으로 흡수한다.

② 호흡계에서 세포호흡에 필요한 산소를 흡수하며, 흡수된 산소는 순환계를 통해 온몸의 세포로 운반된다.

③ 순환계, 소화계와 같은 기관계에서는 모두 물질대사인 동화작용과 이화작용이 일어난다.

④ 순환계는 세포호흡에 필요한 영양소와 산소를 세포로 운반하는 역할을 한다.

**다양 분석** 영양소의 소화와 흡수



- 섭취한 음식물이 소화관을 지나는 동안 녹말은 포도당으로, 단백질은 아미노산으로, 지방은 지방산과 모노글리세리드로 분해된다. → ㉠은 포도당, ㉡은 아미노산, ㉢은 지방산이다.
- 분해된 영양소는 작은창자 용털의 모세혈관(A)과 암죽관(B)으로 흡수된다. → 포도당(㉠), 아미노산(㉡) 등의 수용성영양소는 용털의 모세혈관(A)으로, 지방산(㉢), 모노글리세리드 등의 지용성영양소는 용털의 암죽관(B)으로 흡수된 뒤 순환계의 혈액을 따라 온몸의 세포로 운반된다.

ㄴ. 아미노산(㉡)이 세포호흡에 이용되면 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

ㄷ. 포도당(㉠), 아미노산(㉡)과 같은 수용성영양소가 흡수되는 A는 모세혈관이고, 지방산(㉢), 모노글리세리드와 같은 지용성영양소가 흡수되는 B는 암죽관이다. 모세혈관(A)으로 흡수된 수용성영양소는 순환계를 통해 온몸의 세포로 운반된다.

**오답 피하기** ㄱ. ㉠은 포도당이고, 지방산은 ㉢이다.

ㄱ. 칩 용액을 넣은 셀로판 튜브 A의 청람색이 없어졌으므로 칩 용액 속 아밀레이스에 의해 녹말이 분해되었음을 알 수 있다.

ㄴ. 셀로판 튜브 A와 B에서 청람색이 없어지거나 사라졌으므로 녹말이 엷당으로 분해되었음을 알 수 있다.

**오답 피하기** ㄷ. 엷당 용액에 베네딕트 용액을 떨어뜨린 뒤 가열하면 황적색으로 변한다. 셀로판 튜브 A와 B에서는 녹말이 엷당으로 분해되었으므로 분자의 크기가 작은 엷당은 셀로판 튜브를 통과하지만, C에서는 녹말이 분해되지 않았으므로 분자의 크기가 큰 녹말은 셀로판 튜브를 통과하지 못한다. 따라서 (나)에서 시험관 ㉠과 ㉡의 용액은 황적색으로 변하고, 시험관 ㉢의 용액은 색깔 변화가 없다.

ㄱ. 사람의 기관계 중 허파파리와 모세혈관 사이에서 가스교환이 일어나는 곳은 호흡계(가)이다.

ㄷ. 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소(㉡)는 순환계를 통해 호흡계(가)로 운반된 뒤 몸 밖으로 나간다.

**오답 피하기** ㄴ. 숨을 들이쉴 때 폐로 들어온 공기 중의 산소는 허파파리에서 모세혈관으로 이동하고, 혈액 속 이산화 탄소는 허파파리로 이동하여 몸 밖으로 나간다. 따라서 ㉠은 산소, ㉡은 이산화 탄소이다.

**05** 답 ④

ㄴ. 배설계를 구성하는 콩팥에서는 혈액을 걸러 오줌을 생성하며, 오줌에는 요소와 여분의 물이 포함된다.

ㄷ. 콩팥에서는 콩팥으로 들어온 혈액을 걸러 여분의 물과 요소가 포함된 오줌을 생성한다. 따라서 단위 부피당 요소의 양은 콩팥으로 들어오는 혈액인 혈액 A에서 콩팥에서 나가는 혈액인 혈액 B에서보다 많다.

**오답 피하기** ㄱ. 콩팥은 배설계에 속하는 기관이다.

**06** 답 ④

(가)는 소화계, (나)는 호흡계이고, A는 간, B는 큰창자, C는 폐이다.

④ 소화계(가)에서 분해된 영양소는 주로 작은창자에서 흡수된다. 큰창자(B)는 흡수되지 못한 찌꺼기를 걸러 항문을 통해 몸 밖으로 배출한다.

**오답 피하기** ① (가)는 소화계, (나)는 호흡계이다.

② 소화계(가)에서 흡수된 영양소 중 일부는 호흡계(나)를 이루는 세포에서 세포호흡에 사용되거나 세포의 구성 물질로 사용된다.

③ 독성이 강한 암모니아는 간(A)에서 독성이 약한 요소로 전환된다.

⑤ 폐(C)를 이루는 세포에서는 생명활동을 유지하기 위해 이화작용인 세포호흡이 일어난다.

**07** 답 ③

ㄱ. A는 소화계, B는 배설계이며, 소화계(A)와 배설계(B)에서는 모두 물질대사가 일어난다.

ㄷ. 단백질의 세포호흡 결과 생성된 암모니아는 간에서 요소로 전환된 뒤 순환계를 거쳐 배설계(B)로 이동한다. 따라서 ㉠에는 요소의 이동이 포함된다.

**오답 피하기** ㄴ. 오줌을 생성하여 몸 밖으로 내보내는 B는 배설계이다.

**08** 답 ⑤

영양소, 산소, 요소를 온몸의 세포로 운반하는 기관계는 순환계이고, 영양소를 분해하여 흡수하는 기관계는 소화계, 산소를 흡수하는 기관계는 호흡계이고, 혈액 속 요소를 걸러 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보내는 기관계는 배설계이다. 따라서 ㉠은 순환계, ㉡은 소화계, ㉢은 호흡계, ㉣은 배설계이다.

⑤ 소화계(㉡)에서 흡수되지 않은 물질은 소화계(㉡)를 구성하는 항문을 통해 몸 밖으로 나간다.

**오답 피하기** ① 심장은 순환계(㉠)에 속하는 기관이다.

② 소화계(㉡)에서 소화효소의 작용으로 음식물에 들어 있는 영양소가 분해된다.

③ 단백질이 세포호흡에 이용되었을 때 생성되는 암모니아는 독성이 강해 간에서 독성이 약한 요소(㉡)로 전환된다.

④ 세포호흡 결과 생성된 노폐물인 이산화 탄소는 호흡계(㉢)를 통해 몸 밖으로 나간다.

**09** 답 ③

학생 (가), (나): 대사성 질환은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환으로, 고혈압, 당뇨병, 고지질혈증은 모두 대사성 질환에 속한다.

**오답 피하기** 학생 (다): 대사성 질환은 유전적 요인으로 발생하기도 하지만, 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관으로 발생하기도 한다.

**10** 답 ④

ㄴ. 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성지방이 정상보다 많은 경우, 고지질혈증(가)에 걸릴 수 있다.

ㄷ. ㉠은 콜레스테롤 등이 동맥의 안쪽 벽에 쌓여 혈관 내부가 좁아져 혈액이 거의 흐르지 못하는 상태이다. 혈액이 원활하게 흐르지 못하면 심장마비, 뇌졸중 등에 걸릴 수 있다.

**오답 피하기** ㄱ. 고지질혈증(가)에 걸리면 동맥경화에 걸릴 가능성이 크다.

**11**

음식물 속 녹말이 포도당으로 분해되는 과정(가)은 소화계에서 일어나며, 아미노산이 세포호흡에 이용되면 암모니아(㉠)가 생성된다. 독성이 강한 암모니아(㉠)는 간에서 독성이 약한 요소로 전환되어 콩팥을 통해 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

(1) **예시 답안** 소화계, 소화계에서 녹말이 소화효소에 의해 포도당으로 분해되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(가) 과정이 일어나는 기관계를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
(가) 과정이 일어나는 기관계만 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** 암모니아, 독성이 강한 암모니아(㉠)는 소화계의 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 뒤 순환계를 통해 배설계로 운반되어 배설계의 콩팥에서 걸러져 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

채점 기준	배점(%)
㉠이 무엇인지 쓰고, ㉠이 요소로 전환되어 몸 밖으로 나가는 과정을 기관계와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
㉠이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**12**

(1) 심장이 속한 기관계 A는 순환계, 위가 속한 기관계 B는 소화계, 폐가 속한 기관계 C는 호흡계이다.

(2) **예시 답안** 세포호흡에 필요한 산소는 호흡계(C)에서 흡수되어 순환계(A)를 통해 세포로 운반되고, 영양소는 소화계(B)에서 소화 및 흡수된 뒤 순환계(A)를 통해 세포로 운반된다.

채점 기준	배점(%)
세포호흡에 필요한 산소와 영양소가 세포로 운반되기까지의 과정을 A~C를 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	100
세포호흡에 필요한 산소와 영양소가 세포로 운반되기까지의 과정을 A~C 중 일부만 포함하여 옳게 설명한 경우	40

13

- (1) 오줌으로 포도당이 빠져나가는 대사성 질환 (가)는 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되는 당뇨병이며, 혈압이 정상 범위보다 높은 만성 질환인 (나)는 고혈압이다.
- (2) **예시 답안** 영양소가 골고루 포함된 식사를 한다. 운동을 규칙적으로 꾸준히 한다. 등

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)를 예방하기 위한 생활 습관을 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)를 예방하기 위한 생활 습관을 한 가지만 옳게 설명한 경우	40

중간  
**일전 문제**

36 쪽 ~ 39 쪽

- 01 ⑤   02 ③   03 ①   04 ④   05 ②   06 ③   07 ③  
08 ①   09 ③   10 ⑤   11 ④   12 ③   13 ⑤

**단답형·서술형 문제**

- 14 해설 참조   15 해설 참조   16 해설 참조  
17 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조   18 (1) 고지질혈증 (2) 해설 참조

01 **답 ⑤**  
⑤ 여러 개의 아미노산이 결합하여 단백질로 합성될 때에는 에너지가 흡수되며, 이는 동화작용에 해당한다.

**오답 피하기** ①, ③, ④ 물질대사는 생물에서 일어나는 모든 화학 반응이며, 효소가 관여하고 물질이 합성되거나 분해될 때 에너지 출입이 함께 일어난다.

② 세포호흡은 세포에서 포도당과 같은 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 과정이며, 이화작용에 해당한다.

02 **답 ③**  
가, 다. 물질대사는 생물에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응이다. 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 것은 생물에서 일어나는 물질대사 중 이화작용의 예이고, 물과 이산화 탄소로부터 포도당이 합성되는 광합성은 동화작용의 예이다.

**오답 피하기** 나. 혈액의 순환을 통해 포도당이 이동할 때에는 포도당이 다른 물질로 분해되거나 합성되지 않으므로 혈액을 통한 포도당의 이동은 물질대사에 해당하지 않는다.

03 **답 ①**  
가. (가)에서 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 과정은 세포호흡을 통해 일어난다.

**오답 피하기** 나, 다. (가)는 이화작용, (나)는 동화작용의 예이다. 이화작용에서는 에너지가 방출되며, 동화작용에서는 에너지가 흡수된다.

04 **답 ④**

(가)는 동화작용인 광합성, (나)는 이화작용인 세포호흡이고, ㉠은 이산화 탄소, ㉡은 산소이다.

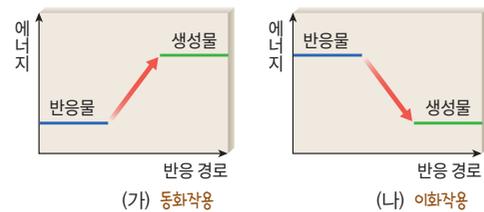
가. 광합성(가)은 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소(㉠)와 물을 포도당으로 합성하는 과정이며, 이때 빛에너지가 포도당의 화학에너지로 전환되고 산소(㉡)가 생성된다.

다. 사람의 몸에서 산소(㉡)는 주로 적혈구(헤모글로빈)에 의해 운반된다.

**오답 피하기** 나. 세포호흡(나)은 세포에서 포도당과 같은 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 과정이므로 이화작용에 해당한다.

05 **답 ②**

**자료 분석** 물질대사와 에너지 출입



- 동화작용은 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응이며, 이화작용은 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 반응이다.
- 물질대사에서 물질의 변화가 일어날 때에는 에너지의 출입이 함께 일어난다. 동화작용은 에너지가 흡수되는 반응(흡열 반응)이고, 이화작용은 에너지가 방출되는 반응(발열 반응)이다.
- (가)는 반응 과정에서 에너지가 흡수되어 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 크다. → 동화작용에서의 에너지 변화이다.
- (나)는 반응 과정에서 에너지가 방출되어 생성물의 에너지가 반응물의 에너지보다 작다. → 이화작용에서의 에너지 변화이다.

나. (나)는 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 작으므로 발열 반응에서의 에너지 변화이다.

**오답 피하기** 가, 다. 알코올이 물과 이산화 탄소로 분해되는 과정은 이화작용이므로 에너지가 방출되는 (나)와 같은 에너지 변화가 나타나며, 세포를 구성하는 물질이 합성되는 과정은 동화작용이므로 에너지가 흡수되는 (가)와 같은 에너지 변화가 나타난다.

06 **답 ③**

가. 세포호흡 결과 생성되는 최종 분해 산물은 이산화 탄소와 물이므로 ㉠은 물이다. 물(㉠)의 일부는 호흡계로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 나간다.

다. ATP가 ADP와 무기인산으로 분해되는 과정(가)에서 방출된 에너지는 화학 에너지, 기계적 에너지, 열에너지, 소리 에너지 등 여러 형태의 에너지로 전환되어 물질 합성, 근육 운동, 체온 유지 등 다양한 생명활동에 사용된다.

**오답 피하기** 나. 생명활동에 직접 사용되는 에너지는 ATP에 저장된 화학 에너지이다.

07

답 ③

㉠은 폐, ㉡은 간, ㉢은 콩팥이다.

㉠. 폐(㉠)는 호흡계에 속하는 기관이며, 산소와 이산화 탄소의 가스교환이 일어난다.

㉡. 간(㉡)에서 독성이 강한 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환된다.

오답 피하기 ㉢. 세포호흡 결과 생성된 노폐물 중 요소와 여분의 물은 콩팥(㉢)으로 이동하여 오줌의 형태로 몸 밖으로 나가며, 이산화 탄소와 물의 일부는 폐(㉠)로 이동하여 몸 밖으로 나간다.

08

답 ①

온몸의 세포로 물질을 운반하는 (가)는 순환계, 소화효소의 작용이 일어나는 (나)는 소화계, 요소를 몸 밖으로 내보내는 (다)는 배설계이다.

㉠. 순환계(가)는 영양소와 산소를 세포에 공급하고, 노폐물을 호흡계나 배설계(다)로 운반한다.

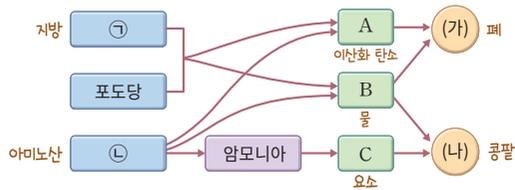
오답 피하기 ㉡. 숨관과 숨관가지는 호흡계에 속하는 기관이다. 소화계(나)는 입, 식도, 위, 작은창자, 큰창자 등으로 구성된다.

㉢. 소화계(나)에서 흡수되지 않은 물질은 소화계(나)의 항문을 통해 몸 밖으로 나간다.

09

답 ③

자료 분석 ● 노폐물의 생성과 배설



- 세포호흡 결과 노폐물로 암모니아가 생성되는 ㉢은 아미노산이므로 ㉠은 지방이다.
- C는 암모니아가 전환되어 생성된 요소이다. → 요소(C)를 몸 밖으로 내보내는 (나)는 콩팥이므로 (가)는 폐이다.
- 폐(가)를 통해서만 몸 밖으로 나가는 A는 이산화 탄소이고, 폐(가)와 콩팥(나)을 통해 몸 밖으로 나가는 B는 물이다.

㉠. A는 폐(가)를 통해 몸 밖으로 나가는 이산화 탄소이다.

㉡. C는 간에서 암모니아가 전환되어 생성된 요소이다. 요소(C)는 질소를 포함하는 질소 노폐물이다.

오답 피하기 ㉢. 세포호흡 결과 노폐물로 암모니아가 생성되는 ㉢은 아미노산이다. 아미노산(㉢)은 수용성영양소이므로 작은창자 용털의 모세혈관으로 흡수된다.

10

답 ⑤

(가)는 소화계, (나)는 순환계, (다)는 호흡계, (라)는 배설계이다.

㉠. 소화계(가)에서 흡수한 영양소는 순환계(나)를 통해 온몸의 세포로 운반된다.

㉡. 세포호흡 결과 생성된 물의 일부는 순환계(나)를 통해 호흡계(다)로 이동하여 날숨을 통해 몸 밖으로 나가고, 다른 일부는 순환계(나)를 통해 배설계(라)로 이동하여 오줌의 형태로 몸 밖으로 나간다.

㉢. 콩팥, 오줌관, 방광 등은 배설계(라)를 구성하는 기관이다.

11

답 ④

숨관가지는 호흡계, 방광은 배설계, 큰창자는 소화계에 속하는 기관이다. 따라서 (가)와 C는 소화계, (나)와 A는 호흡계, (다)와 B는 배설계이다.

㉠. 물질대사는 생물에서 일어나는 모든 화학 반응이므로 (가)~(다)에서 모두 일어난다.

㉢. 이자는 소화계(C)에 속하는 기관이다.

오답 피하기 ㉡. 호흡계(A)를 통해 이산화 탄소와 물이 몸 밖으로 나가며, 배설계(B)를 통해 요소와 물이 몸 밖으로 나간다.

12

답 ③

A는 고지질혈증, B는 당뇨병, C는 고혈압이다.

㉠. 고지질혈증(A)은 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성지방이 정상보다 많은 질환이며, 혈액 속에 콜레스테롤이 많아져 혈관벽에 쌓이면 동맥경화를 일으킬 수 있다.

㉢. 고혈압(C)은 혈압이 정상 범위보다 높은 만성 질환으로, 심혈관계 질환의 원인이 될 수 있다.

오답 피하기 ㉡. 당뇨병(B)은 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되는 질환이다. 당뇨병(B)은 혈당량 조절에 필요한 인슐린이 충분히 생성되지 못하거나, 세포가 인슐린에 적절하게 반응하지 못할 때 나타날 수 있다.

13

답 ⑤

㉠, ㉡, ㉢. 대사성 질환은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환이며, 유전적 요인이나 노화, 잘못된 생활 습관에 의해 발생할 수 있다. 대사성 질환은 합병증을 유발할 수 있고 치료에 오랜 시간이 걸리므로 영양소가 골고루 포함된 식사를 하고, 규칙적으로 운동하는 등 올바른 생활 습관으로 예방하는 것이 중요하다.

14

(가)는 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포호흡이고, (나)는 글라이코젠 합성이다. 세포호흡(가)은 이화작용, 글라이코젠 합성(나)은 동화작용의 예이며, 물질대사가 일어날 때 반드시 에너지 출입이 일어나고, 효소가 관여한다.

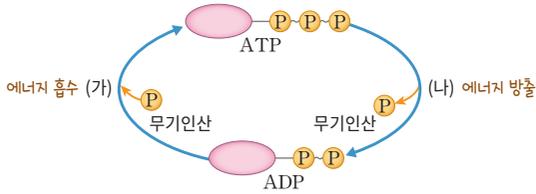
예시 답안 (가)는 물질의 분해가 일어나는 이화작용으로 에너지가 방출되며, (나)는 물질의 합성이 일어나는 동화작용으로 에너지가 흡수된다.

(가)와 (나)에는 모두 효소가 관여한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 공통점과 차이점을 효소, 에너지, 물질의 합성과 분해와 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 공통점과 차이점을 효소, 에너지, 물질의 합성과 분해 중 일부만 관련지어 옳게 설명한 경우	40

15

다요 분석 ATP와ADP의전환



- (가) 과정: ADP와 무기인산이 세포호흡 과정에서 방출된 에너지를 흡수하여 ATP로 합성된다.
- (나) 과정: ATP가 ADP와 무기인산으로 분해되면서 에너지를 방출하며, 방출된 에너지가 생명활동에 사용된다.
- ATP의 인산기 사이의 결합에는 다량의 에너지가 저장되어 있다.

**예시 답안** (나), ATP의 인산기 사이의 결합에는 다량의 에너지가 저장되어 있어 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 에너지가 방출되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나) 중 생명활동에 필요한 에너지가 방출되는 과정의 기호를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 중 생명활동에 필요한 에너지가 방출되는 과정의 기호만 옳게 쓴 경우	30

16

**예시 답안** 소화계에서 흡수한 알코올은 혈액으로 들어가고, 혈액으로 들어간 알코올의 일부는 순환계를 통해 호흡계로 이동하여 이산화 탄소와 함께 몸 밖으로 나간다. 따라서 음주 측정기로 사람이 내쉬는 공기 속에 들어 있는 알코올의 양을 측정하여 혈액 속 알코올 농도를 알아낼 수 있다.

채점 기준	배점(%)
알코올의 흡수와 배출 과정을 기관계의 통합적 작용과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
알코올의 흡수와 배출 과정을 기관계의 일부만 언급하여 설명한 경우	30

17

녹말 용액은 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액에 의해 청람색으로 변하고, 침 속의 소화효소인 아밀레이스는 녹말을 엷당으로 분해한다. 셀로판 튜브 A에서 청람색이 사라진 것은 침 속의 아밀레이스에 의해 녹말이 엷당으로 분해되었기 때문이다. A에 생긴 엷당은 녹말 분자보다 크기가 작아서 셀로판 튜브를 통과할 수 있으므로 비커 ㉑에는 엷당이 있다. 따라서 시험관 ㉒에서 베네딕트 반응이 일어나 용액의 색이 황적색으로 변한다. 이처럼 우리가 먹은 음식물 속의 크기가 큰 영양소가 세포막을 통과해 몸속으로 흡수하려면 소화효소가 작용하여 크기가 작은 영양소로 분해되는 소화가 일어나야 한다.

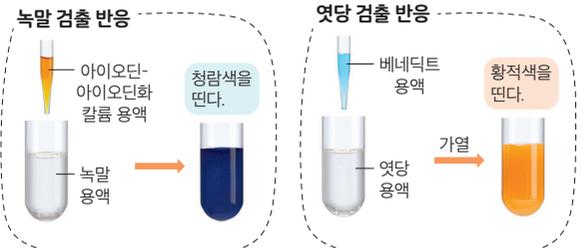
(1) **예시 답안** 황적색으로 변한다. 셀로판 튜브 A에서는 침 속의 소화효소에 의해 녹말이 엷당으로 분해되었고, 엷당이 셀로판 튜브를 통과하여 비커로 이동해 시험관 ㉒에서 베네딕트 반응이 일어났기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
시험관 ㉒에서의 색깔 변화를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
시험관 ㉒에서의 색깔 변화만 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** 분자의 크기가 큰 녹말은 셀로판 튜브를 통과할 수 없지만, 셀로판 튜브 A에서 침 속의 소화효소에 의해 녹말이 분자의 크기가 작은 엷당으로 분해되면 셀로판 튜브를 통과할 수 있다. 이처럼 우리 몸에서 크기가 큰 영양소가 세포막을 통과하여 몸속으로 흡수하려면 소화효소가 작용해 크기가 작은 영양소로 분해되는 소화가 일어나야 한다.

채점 기준	배점(%)
우리 몸에서 소화가 일어나야 하는 까닭을 실험 결과와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
우리 몸에서 소화가 일어나야 하는 까닭을 실험 결과와 관련짓지 않고 설명한 경우	40

개념 더하기 영양소 검출 반응



- 녹말 용액에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 떨어뜨리면 청람색으로 변한다.
- 포도당이나 엷당에 베네딕트 용액을 떨어뜨리고 가열하면 황적색으로 변한다.

18

(1) (나)는 혈액 속에 콜레스테롤이 정상보다 많아 혈관 안쪽 벽에 쌓여 있는 상태이므로, 대사성 질환 A는 고지질혈증에 걸린 사람의 혈관 모습이다. (나)와 같이 혈관 안쪽 벽에 콜레스테롤이 쌓이면 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어져 동맥경화에 걸릴 가능성이 커진다.

(2) **예시 답안** 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어져 동맥경화에 걸릴 가능성이 커지고, 동맥경화를 치료하지 않으면 심장이나 뇌에 영양소와 산소가 제대로 공급되지 않아 심장마비, 뇌졸중 등을 일으킬 수 있다.

채점 기준	배점(%)
동맥경화에 걸렸을 때 나타나는 건강상의 문제점을 모두 옳게 설명한 경우	100
동맥경화에 걸린다고만 설명한 경우	30

**03 생태계와 상호작용**

**05 강 생태계에서의 물질순환과 에너지흐름**



43 쪽

**01** (1) ○ (2) × (3) ○    **02** (1) 비 (2) 생 (3) 비    **03** (1) ⊕  
 (2) ⊖ (3) ⊖    **04** (1) 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (2) 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)  
 (3) 탈질산화세균    **05** (1) × (2) ○ (3) ×    **06** (1) A: 3차 소비  
 자, B: 2차 소비자, C: 1차 소비자, D: 생산자 (2) 1차 소비자의 에  
 너지효율: 10 %, 3차 소비자의 에너지효율: 20 %    **07** (가) →  
 (라) → (나) → (다)

**01**    **답** (1) ○ (2) × (3) ○  
 (1) 비생물요소는 생물요소를 둘러싸고 있는 빛, 물, 공기, 온도, 토양 등의 환경요인이다.  
 (2) 분해자는 생산자와 소비자의 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻는다.  
 (3) 생물요소는 생태계에서의 역할에 따라 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생산자, 스스로 유기물을 만들지 못해 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는 소비자, 생산자나 소비자의 사체나 배설물 속 유기물을 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻는 분해자로 구분된다.

**02**    **답** (1) 비 (2) 생 (3) 비  
 (1) 비생물요인 온도가 생물요인 활엽수에 영향을 미치는 예이다.  
 (2) 생물요인 지렁이가 비생물요인 토양에 영향을 미치는 예이다.  
 (3) 비생물요인 빛이 생물요인 식물에 영향을 미치는 예이다.

**03**    **답** (1) ⊕ (2) ⊖ (3) ⊖  
 ⊕은 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)가 생산자의 광합성을 통해 포도당으로 합성되는 과정이고, ⊖은 소비자의 호흡으로 탄소 화합물이 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기로 되돌아가는 과정이다. ⊕은 생산자의 탄소 화합물이 먹이사슬을 따라 소비자로 이동하는 과정이다.

**04**    **답** (1) 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (2) 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (3) 탈질산화세균  
 (1) 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 토양 속 뿌리혹세균 등의 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환되거나, 번개의 공중 방전에 의해 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환되며, 이를 질소고정이라고 한다.  
 (2) 식물은 토양 속 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이나 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)을 뿌리로 흡수하여 핵산, 단백질과 같은 질소 화합물을 합성하고, 이 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 이동한다.  
 (3) 토양 속 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)은 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환되는 탈질산화작용을 거쳐 대기로 되돌아간다.

**05**    **답** (1) × (2) ○ (3) ×

(1) 생태계에서 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환하지만, 에너지는 태양에서 생물요소를 거쳐 비생물요소로 한 방향으로만 흐른다.  
 (2) 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물 속 화학에너지 형태로 전환되고, 이 중 일부가 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달된다.  
 (3) 각 영양단계가 가진 에너지 중 일부는 호흡을 통해 생명활동에 이용되거나 열에너지로 방출되고, 남은 일부 에너지가 다음 영양단계로 전달된다. 따라서 상위 영양단계로 갈수록 각 생물이 이용할 수 있는 에너지량은 감소한다.

**06**    **답** (1) A: 3차 소비자, B: 2차 소비자, C: 1차 소비자, D: 생산자  
 (2) 1차 소비자의 에너지효율: 10 %, 3차 소비자의 에너지효율: 20 %  
 (1) 에너지피라미드는 먹이사슬에서 각 영양단계에 속하는 생물의 에너지량을 하위 영양단계에서부터 상위 영양단계로 차례로 쌓아 올린 것이므로, A는 3차 소비자, B는 2차 소비자, C는 1차 소비자, D는 생산자이다.  
 (2) 에너지효율은 생태계의 한 영양단계에서 다음 영양단계로 이동하는 에너지의 비율이다. 따라서 1차 소비자의 에너지효율은  $\frac{100}{1000} \times 100 = 10(\%)$ , 3차 소비자의 에너지효율은  $\frac{3}{15} \times 100 = 20(\%)$ 이다.

**07**    **답** (가) → (라) → (나) → (다)  
 1차 소비자의 개체수가 일시적으로 증가하면(가), 먹이가 되는 생산자의 개체수는 감소하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다(라). 이로 인해 1차 소비자의 개체수는 다시 감소하고(나), 생산자의 개체수는 증가, 2차 소비자의 개체수는 감소하여(다) 생태계평형이 회복된다.



44 쪽 ~ 47 쪽

**01** ③    **02** ④    **03** ④    **04** ②    **05** ⑤    **06** ⑤  
**07** ㄱ, ㄴ, ㄷ    **08** ③    **09** ②    **10** ③    **11** ③    **12** ⑤  
**13** ④

**단답형·서술형 문제**

**14** (1) ㉠ 광합성, ㉡ 호흡, ㉢ 연소 (2) 해설 참조    **15** (1) 해설 참조  
 (2) 해설 참조    **16** 해설 참조    **17** 해설 참조  
**18** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

01 답 ③  
 ㄱ. 빛, 물, 공기, 온도, 토양 등은 모두 생물요소를 둘러싸고 있는 환경요인인 비생물요소이다.

ㄷ. 생물요소 중 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 광합성을 하는 생물은 생산자이다.

오답 피하기 ㄴ. 안정된 생태계에서는 생물요소와 비생물요소가 영향을 주고받아 물질의 순환과 에너지흐름이 끊임없이 일어난다.

02 답 ④  
 ㄱ. (가)의 메뚜기, 고라니는 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는 소비자이다.

ㄴ. (나)의 민들레와 느티나무는 광합성과 호흡을 모두 하는 생산자이다.

오답 피하기 ㄷ. (다)의 표고버섯과 푸른곰팡이는 생산자나 소비자의 사체나 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 환경으로 돌려보내는 분해자이다.

03 답 ④  
 ㉠은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 것이고, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것이다. ㉢은 생물요소인 소비자가 다른 생물요소인 생산자에 영향을 미치는 것이다.

ㄱ. 부레옥잠의 잎자루에 공기주머니가 발달해 있는 것은 물 위에 떠서 살 수 있도록 적응한 결과이므로 이는 비생물요소(물)가 생물요소(부레옥잠)에 영향을 미치는 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 고라니가 풀을 먹는 것은 소비자가 다른 생산자에 영향을 미치는 ㉢에 해당한다.

오답 피하기 ㄴ. 비생물요소인 공기가 생물요소인 붉은여우의 호흡에 이용되는 것은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 ㉠에 해당한다.

04 답 ②  
 (가)는 온도, (나)는 토양, (다)는 물이다.  
 ㄷ. 선인장에 물을 저장하는 조직이 발달한 것은 건조한 환경에 적응한 것이다. 따라서 ㉠은 비생물요소인 물이 생물요소인 선인장에게 영향을 미친 예이다.

오답 피하기 ㄱ. 가을이 되어 온도가 내려가면 온대 지방의 활엽수가 단풍이 들고 낙엽이 지므로 (가)는 온도이다.

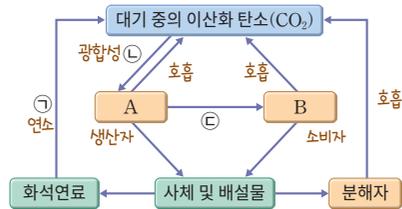
ㄴ. 민들레가 비옥한 토양에서 잘 자라는 것은 비생물요소인 토양(나)이 생물요소인 민들레에 영향을 미친 예이다.

05 답 ⑤  
 ㄴ. (가)는 음엽, (나)는 양엽이다. 음엽(가)은 양엽(나)에 비해 나무의 안쪽과 같이 약한 빛을 받는 곳에서 만들어진다.

ㄷ. 빛의 세기에 따라 한 식물에서 잎의 두께가 달라졌으므로 비생물요소인 빛이 생물요소인 식물에 영향을 미친 예이다.

오답 피하기 ㄱ. 양엽(나)은 빛을 충분히 받고 자라 음엽(가)보다 울타리조직이 발달하여 잎이 두껍다.

06 답 ⑤  
 자료 분석 탄소순환



- A는 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)를 흡수하여 광합성을 하는 생산자이다.
- B는 다른 생물을 먹어 유기물을 얻는 소비자이다.
- ㉠은 연소, ㉡은 광합성, ㉢은 생산자에서 소비자로 유기물 형태의 탄소 화합물이 이동하는 것이다.

⑤ ㉢은 생산자의 체내에 저장된 탄소 화합물이 먹이사슬을 따라 소비자로 이동하는 과정이며, 이때 탄소 화합물은 유기물의 형태로 이동한다.

오답 피하기 ①, ④ A는 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)를 흡수하여 광합성(㉠)을 통해 무기물로부터 유기물을 합성하는 생산자이다.

② 생산자(A)로부터 탄소가 이동하고, 사체나 배설물이 생성되므로 B는 소비자이다.

③ ㉠은 화석연료의 연소 과정이며, 화석연료의 사용이 증가하면 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>) 농도가 증가하여 지구 온난화, 해양 산성화의 원인이 된다.

07 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ  
 ㄱ, ㄴ. 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 식물의 광합성을 통해 포도당과 같은 유기물로 합성된 뒤 다양한 탄소 화합물로 전환되어 탄소가 군집 내로 유입된다.

ㄷ. 생산자와 소비자의 호흡으로 분해된 탄소 화합물은 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다.

08 답 ③  
 ③ 토양 속 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)의 일부는 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환되어 대기로 되돌아가며, 이를 탈질산화작용이라고 한다.

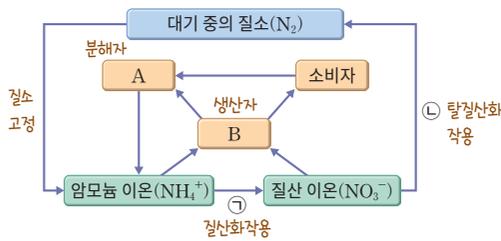
오답 피하기 ① 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 대기에 풍부하지만 매우 안정적인 상태이므로 생물은 대부분 이를 직접 이용할 수 없다.

② 질소는 단백질과 같은 질소 화합물의 형태로 먹이사슬을 따라 이동한다.

④ 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 토양 속 뿌리혹세균 등의 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환되거나, 번개의 공중 방전에 의해 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환된 뒤 식물의 뿌리를 통해 흡수된다.

⑤ 식물이 토양 속 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이나 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)을 뿌리로 흡수하여 핵산, 단백질과 같은 질소 화합물을 합성한다.

자료 분석 질소순환



- 질소고정: 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 토양 속 뿌리혹세균 등의 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환된다.
- 질산화작용(Ⓢ): 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)은 질산화세균에 의해 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환된다.
- 탈질산화작용(Ⓣ): 토양 속 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)은 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환되어 대기로 되돌아간다.

ㄷ. Ⓣ은 토양 속 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)이 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환되어 대기로 되돌아가는 탈질산화작용이다.

오답 피하기 ㄱ. 생산자가 합성한 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 이동하며, 사체나 배설물 속의 질소 화합물은 분해자에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 분해되어 토양으로 되돌아간다. 따라서 A는 분해자이다.

ㄴ. Ⓢ은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환되는 질산화작용으로 질산화세균에 의해 일어난다.

10

자료 분석 물질순환



- 뿌리혹세균은 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)를 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환하며, 생산자인 식물은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)을 흡수하여 핵산, 단백질과 같은 질소 화합물을 합성한다. 식물이 합성한 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달된다. → B는 질소 기체(N<sub>2</sub>), Ⓢ은 생산자, Ⓣ은 소비자이다.
- 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 생산자(Ⓢ)의 광합성을 통해 유기물인 포도당으로 합성된 뒤 다양한 탄소 화합물로 전환되며, 이는 먹이사슬을 따라 이동한다. 생산자와 소비자의 호흡으로 분해된 탄소 화합물은 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다. → A는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)이다.

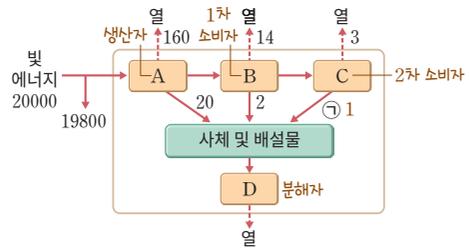
ㄱ. B는 뿌리혹세균의 질소고정에 이용되므로 질소 기체(N<sub>2</sub>)이다. 따라서 A는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)이다.

ㄷ. 뿌리혹세균은 질소고정세균으로, 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)를 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환하는 질소고정에 관여한다.

오답 피하기 ㄴ. Ⓣ은 소비자이다.

11

자료 분석 에너지흐름



- 생태계에서 에너지는 생산자를 거쳐 소비자로 이동하므로, A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다.
- 사체나 배설물 속 유기물은 분해자에 의해 분해되므로 D는 분해자이다.
- 생태계로 유입된 빛에너지는 200(=20000-19800)이므로 생산자(A)의 에너지량은 200이다.
- 생산자(A)의 에너지량(200) 중 1차 소비자(B)로 전달된 에너지량은 20(=200-180)이고, 1차 소비자(B)의 에너지량(20) 중 2차 소비자(C)로 전달된 에너지량은 4(=20-16)이다.

ㄱ. A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자, D는 분해자이다.

ㄴ. 에너지효율은 한 영양단계에서 다음 영양단계로 이동하는 에너지의 비율이다. 1차 소비자(B)의 에너지효율은  $\frac{20}{200} \times 100 = 10(\%)$ , 2차 소비자(C)의 에너지효율은  $\frac{4}{20} \times 100 = 20(\%)$ 이다. 따라서 에너지효율은 2차 소비자(C)가 1차 소비자(B)의 2배이다.

오답 피하기 ㄷ. 생산자(A)는 광합성을 통해 빛에너지 20000 중 200을 화학 에너지 형태로 저장했고, 1차 소비자(B)는 생산자(A)로부터 20의 에너지를 전달받아 이 중 열에너지로 14, 사체나 배설물로 2만큼 방출했으므로 C는 4의 에너지를 전달받았다. 따라서 Ⓢ은 1(=4-3)이다.

12

ㄱ. 총생산량은 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 하여 만든 유기물의 총량이므로 광합성량이 증가하면 총생산량도 증가한다.

ㄴ. 총생산량에서 순생산량을 뺀 나머지 유기물량이 생산자의 호흡량(A)이다.

ㄷ. 순생산량에서 생산자의 성장에 이용되는 성장량을 뺀 나머지는 초식동물에게 먹히는 피식량(B)과 말라 죽거나 낙엽으로 떨어진 고사·낙엽량이다.

13

ㄱ. 일시적으로 1차 소비자의 개체수가 증가하면, 먹이가 되는 생산자의 개체수는 감소하고 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다. 따라서 Ⓢ은 감소, Ⓣ은 증가이다.

나. 생태계평형은 먹이사슬에 의해 유지되며, 먹이사슬이 복잡한 먹이그물을 형성할수록 생태계평형이 잘 유지된다.

**오답 피하기** 다. (다)에서 먹이 부족과 천적의 증가로 1차 소비자의 개체수가 감소함에 따라 생산자의 개체수는 증가하고 2차 소비자의 개체수는 감소하여 생태계평형이 회복된다. 따라서 ㉓는 생산자, ㉔는 2차 소비자이다. 생태계에서 에너지는 먹이사슬을 따라 이동하므로 1차 소비자의 에너지 중 일부가 2차 소비자(㉔)에게 전달된다.

14

(1) 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 생산자의 광합성을 통해 포도당으로 합성된 뒤 다양한 탄소 화합물로 전환된다. 탄소 화합물은 먹이사슬을 따라 이동하면서 생산자와 소비자의 호흡 결과 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기로 되돌아간다. 생물의 사체 중 분해되지 않은 유기물은 오랜 기간 퇴적되어 화석연료가 되고, 화석연료는 연소되어 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기로 되돌아간다. 따라서 ㉠은 광합성, ㉡은 호흡, ㉢은 연소이다.

(2) **예시 답안** 광합성(㉠)은 동화작용이며, 빛에너지를 흡수하여 무기물로부터 유기물을 합성하지만, 호흡(㉡)은 이화작용이며, 유기물이 분해되어 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기로 되돌아가고, 이 과정에서 에너지가 방출된다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡의 차이점을 단어를 모두 이용하여 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡의 차이점을 일부 단어만 이용하여 설명한 경우	40

15

대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 뿌리혹세균에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환된 뒤 식물이 이를 흡수하여 단백질과 같은 질소 화합물을 합성한다. 식물의 사체나 배설물 속의 질소 화합물은 분해자인 곰팡이에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 분해되어 토양으로 되돌아가 식물이 다시 이용할 수 있게 된다. 따라서 A는 뿌리혹세균, B는 곰팡이, ㉠은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ㉡은 단백질이다.

(1) **예시 답안** 질소순환 과정에서 식물은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)을 흡수하여 단백질과 같은 질소 화합물을 합성하므로 ㉠은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이고, ㉡은 단백질이다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡이 무엇인지 그렇게 판단한 까닭을 들어 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡이 무엇인지만 각각 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** 뿌리혹세균, 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 뿌리혹세균(A)에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
A가 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 질소순환에서 A의 역할과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
A가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

16

생태계에서 에너지가 먹이사슬을 따라 이동하면서 상위 영양단계로 갈수록 생물들이 사용할 수 있는 에너지양은 줄어들며, 각 영양단계의 에너지양을 차례로 쌓아 올리면 피라미드 형태가 된다.

**예시 답안** 생태계에서 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계로 전달된 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 전달되어 상위 영양단계로 갈수록 에너지양이 줄어들기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
에너지피라미드의 모양이 나타나는 까닭을 먹이사슬, 영양단계와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
에너지피라미드의 모양이 나타나는 까닭을 먹이사슬과 영양단계 중 한 가지만 관련지어 옳게 설명한 경우	40

17

생태계에 공급되는 에너지는 태양으로부터 오며, 생산자의 광합성을 통해 유기물에 저장되어 먹이사슬을 따라 이동한다. 이 과정에서 에너지의 일부는 열에너지로 전환되어 외부로 방출되지만, 유기물은 분해되어 환경으로 돌아간다. 이와 같이 에너지는 한 방향으로만 흐르며, 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환한다. 따라서 A는 에너지, B는 물질이다.

**예시 답안** A: 에너지, B: 물질, 생태계에서 에너지는 태양에서 생물요소를 거쳐 비생물요소로 한 방향으로만 흐르고, 물질은 생물요소와 비생물요소 사이를 순환하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
A와 B가 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
A와 B가 무엇인지만 각각 옳게 쓴 경우	30

18

생태계평형은 먹이사슬에 의해 유지되며, 이 지역의 먹이사슬은 풀 → 사슴 → 늑대이다. 늑대(2차 소비자)의 개체수 감소로 사슴(1차 소비자)의 개체수가 증가했고, 사슴의 개체수 증가로 풀(생산자)의 개체수가 감소하게 되어 초원이 황폐해졌다.

(1) **예시 답안** 늑대의 개체수가 감소하여 늑대의 먹이인 사슴의 개체수가 증가했고, 사슴의 개체수가 증가하여 사슴의 먹이인 풀의 개체수가 감소했기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
초원이 황폐해진 까닭을 먹이사슬과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
풀의 개체수가 감소했기 때문이라고만 설명한 경우	30

(2) **예시 답안** 생태계평형이 깨지면 이를 회복하는 데 오랜 시간이 걸리거나 회복하지 못할 수 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
생태계를 보전해야 하는 까닭을 옳게 설명한 경우	100
그 외의 경우	0

06 장 개체군

기본 탄탄 문제

50 쪽

- 01 (1) ○ (2) × (3) ○ 02 (1) ㉠ J 자 모양의 성장곡선, ㉡ S 자 모양의 성장곡선 (2) ① ㉢ ② ① ③ ㉣ 03 (1) III형 (2) II형 (3) I형 04 (1) ○ (2) ○ (3) × 05 (1) □ (2) □ (3) ㄱ (4) ㄴ (5) ㄹ 06 (1) 가족생활 (2) 세력권 (3) 순위제

01 **답** (1) ○ (2) × (3) ○ 개체군밀도는 일정 공간에 서식하는 단위 면적당 개체수이다. 출생과 이입에 의해 개체군을 구성하는 개체수가 증가하면 개체군 밀도가 증가하고, 사망과 이출에 의해 개체군을 구성하는 개체수가 감소하면 개체군밀도가 감소한다.

02 **답** (1) ㉠ J 자 모양의 성장곡선, ㉡ S 자 모양의 성장곡선 (2) ① ㉢ ② ① ③ ㉣ 개체군이 번식하기 이상적인 환경에서는 환경저항이 없으므로, 개체군은 계속 성장하여 J 자 모양의 성장곡선(㉠)을 나타낸다. 실제 환경에서는 개체수가 증가할수록 질병, 노폐물의 축적, 먹이와 서식 공간의 부족 등과 같은 환경저항이 커져 개체군이 일정 크기 이상으로 성장하지 않아 S 자 모양의 성장곡선(㉡)을 나타낸다. 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기는 환경수용력(㉢)이다.

03 **답** (1) III형 (2) II형 (3) I형 (1) 자손을 많이 낳지만 초기 사망률이 높은 생물의 개체군생존곡선은 III형이다. (2) 출생 이후 개체수가 일정한 비율로 줄어드는 생물의 개체군 생존곡선은 II형이다. (3) 사람, 코끼리와 같은 대형 포유류에서 나타나는 개체군생존곡선은 자손을 적게 낳지만 초기 사망률이 낮은 I형이다.

04 **답** (1) ○ (2) ○ (3) × (1), (2) 계절에 따라 환경요인이 변하면 개체군의 크기가 주기적으로 달라질 수 있다. 예를 들어 달걀 개체군의 크기는 수온, 빛의 세기, 영양염류의 양 같은 계절에 따른 환경요인의 변화에 의해 주기적으로 달라진다. (3) 눈신토끼 개체군과 스라소니 개체군은 포식과 피식의 관계에 따라 개체수가 주기적으로 변동한다.

05 **답** (1) □ (2) □ (3) ㄱ (4) ㄴ (5) ㄹ 우두머리 아프리카코끼리가 무리를 이끄는 것은 리더제, 흰개미 개체군에서 각 개체가 역할을 나누고 협력하는 것은 사회생활, 암탉들이 서로 쪼아 가며 싸워 모이를 먹는 순위를 정하는 것은 순위제, 암컷 불곰이 새끼가 독립할 때까지 돌보고 사냥하는 방법을 가르치는 것은 가족생활, 수컷 물개가 짝짓기를 위해 바다가에 일정 공간을 독점하는 것은 텃세의 예이다.

06

**답** (1) 가족생활 (2) 세력권 (3) 순위제

- (1) 혈연관계에 있는 개체들이 모여 생활하면서 새끼를 함께 돌보거나 먹이를 공동으로 사냥하는 것은 가족생활이다. (2) 개체군에서 각 개체가 먹이, 배우자 등을 독점하기 위해 확보한 일정한 서식 공간을 세력권이라고 한다. (3) 순위제에서는 모든 개체의 순위가 정해지지만, 리더제에서는 리더를 제외한 나머지 개체 사이에 순위가 없다.

실력 꼭꼭 문제

51 쪽 ~ 53 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 11 (1) 600 (2) 해설 참조 12 해설 참조 13 해설 참조

01 **답** ④ ㄴ. 먹이와 서식 공간이 부족해지면 종내경쟁이 심해져 개체군생장이 둔화된다. 따라서 먹이와 서식 공간은 개체군밀도에 영향을 미치는 환경요인이다.

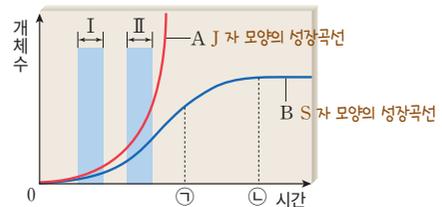
ㄷ. 개체군밀도는 일정 공간에 서식하는 단위 면적당 개체수이므로, 개체의 출생과 이입으로 증가하고 사망과 이출로 감소한다.

**오답 피하기** ㄱ. 개체군밀도가 증가하면 먹이와 서식 공간의 부족, 노폐물의 축적 등과 같은 환경저항이 커진다.

02

**답** ②

자료 분석 개체군성장곡선



- A: 개체군이 번식하기 이상적인 환경 조건에서 개체군이 계속 증가하는 J 자 모양의 성장곡선이다.
- B: 실제 환경에서 개체수가 증가할수록 환경저항이 커져 개체군이 일정 크기 이상으로 성장하지 않고 일정하게 유지되는 S 자 모양의 성장곡선이다.

ㄱ. 개체군이 번식하기 이상적인 환경에서는 환경저항이 작용하지 않아 개체수가 계속 증가하여 J 자 모양의 성장곡선(A)이 나타난다.

르. 실제 환경에서는 개체수가 증가할수록 질병, 노폐물의 축적, 먹이와 서식 공간의 부족 등과 같은 환경저항이 커져 개체군이 일정 크기 이상으로 성장하지 않아 S 자 모양의 성장곡선(B)이 나타난다.

**오답 피하기** 나. 이상적인 환경에서는 환경저항이 작용하지 않아 J 자 모양의 성장곡선(A)이 나타난다.

드. B에서 ㉠일 때 개체수보다 ㉡일 때의 개체수가 더 많으므로 개체군밀도는 ㉠일 때가 ㉡일 때보다 작다.

**03** 답 ④

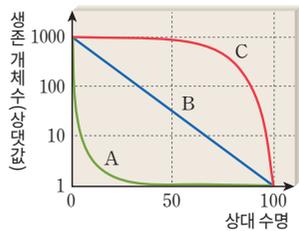
ㄱ. 환경수용력은 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이다. A의 환경수용력은 140, B의 환경수용력은 70이므로 환경수용력은 A가 B보다 크다.

ㄴ. 구간 I에서 그래프의 기울기는 A가 B보다 크므로 구간 I에서 증가한 ㉠의 개체수는 A에서 B에서보다 많다.

**오답 피하기** 드. B의 구간 I에서는 개체수가 증가하고 있지만, 구간 II에서는 개체수가 일정하므로 구간 I에서보다 구간 II에서 환경저항이 크다.

**04** 답 ②

**자료 분석** 개체군생존곡선



- A: 초기 사망률이 높은 III형으로, 굴과 같은 해양 무척추동물, 고등어와 같은 어류에서 볼 수 있다.
- B: 출생 이후 개체수가 일정한 비율로 줄어드는 II형으로, 다람쥐와 같은 설치류, 참새와 같은 조류, 히드라에서 볼 수 있다.
- C: 자손을 적게 낳지만 초기 사망률이 낮고, 수명이 길어 태어난 개체들이 대부분 성체로 성장하는 I형으로, 사람, 코끼리와 같은 대형 포유류에서 볼 수 있다.

② 어류는 자손을 많이 낳지만, 초기 사망률이 높고 성체로 성장하는 개체수가 적어 A 유형의 생존곡선을 나타낸다.

**오답 피하기** ① 초기 사망률은 A 유형의 개체군에서 가장 높고, C 유형의 개체군에서 가장 낮다.

③ 사람, 코끼리와 같은 대형 포유류는 자손을 적게 낳지만 부모의 보호를 받아 어린 개체의 사망률이 낮고, 노년에 사망률이 높아 C 유형의 생존곡선을 나타낸다.

④ A 유형의 생존곡선을 나타내는 생물은 자손을 많이 낳지만, C 유형의 생존곡선을 나타내는 생물은 자손을 적게 낳는다.

⑤ 생존곡선은 한 개체군에서 같은 시기에 태어난 개체들 중 살아남은 개체수를 연령에 따라 나타낸 것이다.

**05** 답 ①

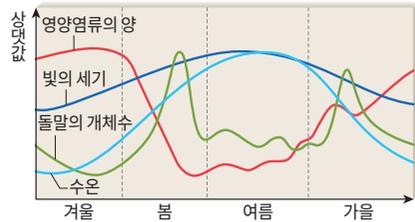
ㄱ. A의 개체수 증감에 따라 B의 개체수가 증감하므로 A는 피식자인 눈신토끼이고, B는 포식자인 스라소니이다.

**오답 피하기** 나. 피식자인 눈신토끼(A)의 개체수가 증가하면 먹이 증가로 포식자인 스라소니(B)의 개체수도 증가한다.

드. 눈신토끼와 스라소니의 개체군 크기는 포식과 피식의 관계에 따라 약 10 년을 주기로 변동한다.

**06** 답 ④

**자료 분석** 들말 개체군 크기의 주기적 변동



- 겨울: 영양염류의 양은 많지만 빛의 세기가 약하고 수온이 낮아 들말의 개체수가 증가하지 않는다.
- 봄: 영양염류의 양이 많은 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아져 들말의 개체수가 급격히 증가한다.
- 여름: 빛의 세기가 강하고 수온이 높아도 영양염류가 부족하여 들말의 개체수가 증가하지 않는다.
- 가을: 영양염류의 양이 증가하여 들말의 개체수가 약간 증가하지만, 이후 빛의 세기가 약해지고 수온이 낮아져 들말의 개체수는 다시 감소한다.

→ 계절에 따라 수온, 빛의 세기, 영양염류의 양 등이 변하여 들말 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다.

나. 봄에 영양염류의 양이 많은 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아져 들말의 개체수가 증가한다.

드. 겨울에 영양염류의 양이 많지만 빛의 세기가 약하고 수온이 낮아 들말의 개체수가 증가하지 않는다.

**오답 피하기** ㄱ. 여름에 빛의 세기가 강하고 수온이 높지만 영양염류의 양이 적어 들말의 개체수가 증가하지 않는다. 따라서 영양염류의 양이 증가한다면 들말의 개체수는 증가할 것이다.

**07** 답 ③

③ 하마 개체군에서는 텃세가 나타난다.

**오답 피하기** ①, ②, ④, ⑤ 일본원숭이 개체군에서는 순위제, 큰기러기 개체군에서는 리더제, 사자 개체군에서는 가족생활, 양봉꿀벌 개체군에서는 사회생활이 나타난다.

**08** 답 ④

(가)는 순위제, (나)는 텃세, (다)는 리더제이다.

나. 텃세(나)에서는 각 개체가 자신의 서식 공간을 확보하여 다른 개체의 접근을 막아 개체들을 분산해 개체군밀도를 조절하고, 지나친 경쟁을 줄일 수 있다.

ㄷ. 순위제(가)에서는 모든 개체의 순위가 정해지지만, 리더제(다)에서는 개체를 통솔하는 한 개체인 리더(㉓)를 제외한 나머지 개체 사이에는 순위가 없다.

**오답 피하기** ㄱ. 아프리카코끼리 개체군에서는 우두머리를 따라 무리가 이동하는 리더제(다)가 나타난다.

**09** **답** ④

수컷 물개가 일정한 공간을 차지하는 것은 텃세이다.

④ 까치가 자신의 영역을 확보하여 다른 개체의 접근을 막는 것은 텃세이다.

**오답 피하기** ① 큰뿔양이 뿔의 크기로 순위를 정하는 것은 순위제이다.

② 우두머리 늑대가 무리를 이끄는 것은 리더제이다.

③ 여왕개미와 수개미가 역할을 분담하여 생활하는 것은 사회생활이다.

⑤ 짐작이하이에나가 혈연관계의 개체들과 모여 생활하는 것은 가족생활이다.

**10** **답** ⑤

(가)는 순위제, (나)는 사회생활이다.

ㄴ. 사회생활(나)이 나타나는 개체군에서는 각 개체가 역할을 나누고 협력하는 체계를 형성한다.

ㄷ. 개체군 내에서 개체들은 종내경쟁을 피하고 질서를 유지하기 위해 다양한 상호작용을 한다.

**오답 피하기** ㄱ. 세력권은 개체군 내에서 텃세가 일어날 때 한 개체가 먹이, 배우자, 생활 공간 등을 독점하기 위해 확보한 서식 공간이다.

**11**

(1) 환경수용력은 실제 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이므로, 이 개체군의 환경수용력은 600이다. ㉠은 이상적인 환경에서의 J 자 모양의 성장곡선, ㉡은 실제 환경에서의 S 자 모양의 성장곡선이다.

(2) **예시 답안** 환경저항, 환경저항에는 질병, 개체 간의 경쟁, 노폐물의 축적, 서식 공간과 먹이의 부족 등이 있다.

채점 기준	배점(%)
A와 B의 차이가 나타나게 하는 요인을 쓰고, 그 예를 세 가지 이상 설명한 경우	100
A와 B의 차이가 나타나게 하는 요인을 쓰고, 그 예를 두 가지만 설명한 경우	80
A와 B의 차이가 나타나게 하는 요인을 쓰고, 그 예를 한 가지만 설명한 경우	60
A와 B의 차이가 나타나게 하는 요인만 쓴 경우	30

**12**

어류는 많은 수의 자손을 낳지만, 초기 사망률이 높고 태어난 개체들 중 성체로 성장하는 개체수가 적다. 조류는 출생 이후 개체수가 일정한 비율로 줄어든다. 대형 포유류는 적은 수의 자손을 낳지만,

부모의 보호를 받아 어린 개체의 사망률이 낮고 노년에 사망률이 높다. 따라서 A는 어류, B는 조류, C는 대형 포유류이다.

**예시 답안** A는 초기 사망률이 높으므로 어류, B는 사망률이 일정하므로 조류, C는 초기 사망률이 낮으므로 대형 포유류이다.

채점 기준	배점(%)
A~C가 무엇인지 사망률과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
A~C가 무엇인지 사망률과 관련지어 두 가지만 옳게 설명한 경우	60
A~C가 무엇인지 사망률과 관련지어 하나만 옳게 설명한 경우	30

**13**

혈연관계에 있는 개체들이 모여 생활하면서 새끼를 함께 돌보거나 보호하고 먹이를 공동으로 사냥하는 것은 가족생활이다.

**예시 답안** 가족생활, 암컷 불곰은 새끼가 독립할 때까지 돌보고, 사냥하는 방법을 가르친다. 등

채점 기준	배점(%)
상호작용의 이름을 쓰고, 예를 한 가지 옳게 설명한 경우	100
상호작용의 이름만 옳게 쓴 경우	30

**07강** **군집**

85 쪽

**탐구 확인문제**

**01** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ×    **02** ㉠ 밀도, ㉡ 상대밀도, ㉢ 우점종    **03** ㉠ 0.28, ㉡ 0.12, ㉢ 0.12    **04** ㉠ 53.8, ㉡ 33.3, ㉢ 23.1, ㉣ 23.1, ㉤ 20.0, ㉥ 23.1    **05** A: 154.3, B: 79.5, C: 66.2, 우점종: A

**01** **답** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○ (5) ×  
 (1), (2), (3) 우점종은 군집에서 개체수가 가장 많거나 차지하는 면적이 가장 넓어 군집을 대표하는 개체군이며, 중요치가 가장 큰 개체군이 그 군집의 우점종이다. 중요치는 특정 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합한 값이다.

(4) 피도는  $\frac{\text{특정 종이 차지한 면적(m}^2\text{)}}{\text{전체 방형구의 면적(m}^2\text{)}}$  으로 구한다.

(5) 특정 종의 밀도는 특정 종의 개체수를 전체 방형구의 면적으로 나눈 값이다.

**02** **답** ㉠ 밀도, ㉡ 상대밀도, ㉢ 우점종  
 방형구법으로 식물군집을 조사할 때에는 조사하고자 하는 곳에 방형구를 설치하고 방형구 안에 있는 식물의 종류와 개체수, 차지하는 면적을 조사하여 식물 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 계산해 중요치를 구한다. 중요치가 가장 큰 식물 종이 그 군집의 우점종이다.

**03**                      ㉠ 0.28, ㉡ 0.12, ㉢ 0.12  
 방형구에 출현한 A의 개체수는 7, B의 개체수는 5, C의 개체수는 3이고, 방형구의 면적은 25 m<sup>2</sup>이므로

$$A \text{의 밀도}(/m^2) = \frac{A \text{의 개체수}}{\text{전체 방형구의 면적}(m^2)} = \frac{7}{25} = 0.28 \text{이다.}$$

전체 방형구 25 개 중 A는 7 개, B는 3 개, C는 3 개에 출현했으므로 B의 빈도 =  $\frac{B \text{가 출현한 방형구 수}}{\text{전체 방형구의 수}} = \frac{3}{25} = 0.12$ 이다. 방형구 1 개의 면적은 1 m<sup>2</sup>이므로 C가 차지한 면적은 3 m<sup>2</sup>이다. 따라서 C의 피도 =  $\frac{C \text{가 차지한 면적}(m^2)}{\text{전체 방형구의 면적}(m^2)} = \frac{3}{25} = 0.12$ 이다.

**04**                      ㉠ 53.8, ㉡ 33.3, ㉢ 23.1, ㉣ 23.1, ㉤ 20.0, ㉥ 23.1

$$\text{상대밀도}(\%) = \frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{모든 종의 밀도 총합}} \times 100,$$

$$\text{상대빈도}(\%) = \frac{\text{특정 종의 빈도}}{\text{모든 종의 빈도 총합}} \times 100,$$

$$\text{상대피도}(\%) = \frac{\text{특정 종의 피도}}{\text{모든 종의 피도 총합}} \times 100 \text{으로 구한다.}$$

$$A \sim C \text{ 밀도의 총합이 } 0.6 \text{이므로 B의 상대밀도} = \frac{0.2}{0.6} \times 100 \approx 33.3(\%),$$

$$C \text{의 상대밀도} = \frac{0.12}{0.6} \times 100 = 20.0(\%) \text{이다. } A \sim C$$

$$\text{빈도의 총합이 } 0.52 \text{이므로 A의 상대빈도} = \frac{0.28}{0.52} \times 100 \approx 53.8(\%),$$

$$B \text{의 상대빈도} = \frac{0.12}{0.52} \times 100 \approx 23.1(\%) \text{이다. } A \sim C$$

$$\text{피도의 총합이 } 0.52 \text{이므로 B의 상대피도} = \frac{0.12}{0.52} \times 100 \approx 23.1(\%),$$

$$C \text{의 상대피도} = \frac{0.12}{0.52} \times 100 \approx 23.1(\%) \text{이다.}$$

**05**                      ㉠ A: 154.3, B: 79.5, C: 66.2, 우점종: A  
 A의 중요치는 154.3(=46.7+53.8+53.8), B의 중요치는 79.5(=33.3+23.1+23.1), C의 중요치는 66.2(=20.0+23.1+23.1)이고, 식물 중 A의 중요치가 가장 크므로 이 식물 군집의 우점종은 A이다.

기본 탄탄 문제

59 쪽

- 01** (1) × (2) ○ (3) × (4) ○                      **02** (1) 적은 (2) 강한 (3) 목본  
 (4) 담수군집 (5) ㉠ 고도, ㉡ 기온                      **03** (1) 개체수 (2) 빈도  
 (3) ㉠ 중요치, ㉡ 우점종                      **04** (1) 경쟁 (2) 상리공생 (3) ㉠  
 기생자, ㉡ 숙주                      **05** (1) L (2) D (3) B (4) M (5) R (6) T  
**06** (라) → (가) → (나) → (다)

**01**                      ㉠ (1) × (2) ○ (3) × (4) ○  
 (1) 군집을 이루는 개체군들은 포식과 피식의 관계에 따라 먹이사슬을 형성한다.

(2) 핵심종은 개체수나 점유 면적이 적어 우점종은 아니지만 군집의 구조에 큰 영향을 미치는 개체군이다.

(3) 희소종은 군집을 이루는 개체군 중 개체수가 가장 적은 개체군이다.

(4) 먹이사슬의 각 영양단계를 이루는 개체군이 다양할수록 복잡한 먹이그물이 형성되어 군집이 안정적으로 유지된다.

**02**                      ㉠ (1) 적은 (2) 강한 (3) 목본 (4) 담수군집 (5) ㉠ 고도, ㉡ 기온

(1) 초원은 삼림보다 강수량이 적은 건조한 지역에 형성되며, 초본이 우점종이다.

(2) 사막은 강수량이 매우 적고 바람이 강한 지역에 형성되며, 환경에 적응한 몇 종류의 식물만 자란다.

(3) 삼림은 강수량이 많고 식물이 자라기에 온도가 적당한 지역에 형성되며, 다양한 목본과 초본이 함께 자라며 목본이 우점종이다.

(4) 담수군집은 강, 하천, 호수에 형성되며, 염도가 낮고 수생식물이 광합성을 하며 계절에 따라 환경이 변한다.

(5) 수직분포는 고도에 따른 식물군집의 분포이며, 기온의 차이로 나타난다.

**03**                      ㉠ (1) 개체수 (2) 빈도 (3) ㉠ 중요치, ㉡ 우점종

(1) 개체군의 밀도는 조사한 전체 방형구에서 단위 면적당 특정 개체군의 개체수를 측정하여 구한다.

(2) 개체군의 빈도는 조사한 전체 방형구 중에서 특정 개체군의 개체가 출현한 방형구 수를 측정하여 구한다.

(3) 중요치는 각 개체군의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합한 값이며, 중요치가 가장 큰 개체군이 그 군집의 우점종이다.

**04**                      ㉠ (1) 경쟁 (2) 상리공생 (3) ㉠ 기생자, ㉡ 숙주

(1) 생태적 지위가 비슷한 두 개체군 사이에서 한정된 자원이나 서식 공간을 차지하기 위해 경쟁이 일어난다.

(2) 군집 내 서로 다른 두 개체군이 함께 생활할 때 두 개체군이 모두 이익을 얻는 상호작용은 상리공생이다.

(3) 기생 관계에서 이익을 얻는 생물을 기생자, 손해를 보는 생물을 숙주라고 한다.

**05**                      ㉠ (1) L (2) D (3) B (4) M (5) R (6) T

(1) 진드기는 개의 몸 표면에 살면서 양분을 흡수하여 이익을 얻지만, 개는 손해를 보므로 기생의 예에 해당한다.

(2) 북아메리카의 솔새가 한 나무에서 생활 공간을 달리하여 경쟁을 피하는 것이므로 분서의 예에 해당한다.

(3) 흰둥가리와 향아리말미잘이 함께 생활하면서 모두 이익을 얻으므로 상리공생의 예이다.

(4) 빨판상어는 거북의 보호를 받는 이익을 얻지만, 거북은 이익도 손해도 없으므로 편리공생의 예이다.

(5) 두 개체군 사이에 먹이를 차지하려고 경쟁이 일어나 경쟁에서 이긴 애기짚신벌레만 살아남는 것이므로 중간경쟁의 예이다.

(6) 말은 포식자이고 풀은 피식자로 말과 풀이 먹고 먹히는 관계에 있으므로 포식과 피식의 예이다.

**06** **답** (라) → (가) → (나) → (다)  
1차 천이 중 건성천이는 척박한 땅에 개척자인 지의류가 들어오면서 시작되며, 토양에 수분 함량이 높아지면 이끼류가 자란다(라). 이후 초본류(가) → 관목류 → 양수림(나) → 혼합림을 거쳐 음수림(다)이 극상을 이룬다.

**실력 꼭꼭 문제** 60 쪽 ~ 63 쪽

**01** ④ **02** ② **03** ⑤ **04** ① **05** ③ **06** ⑤ **07** ③  
**08** ① **09** ④ **10** ④ **11** ③ **12** ③ **13** ④

**단답형·서술형 문제**

**14** 해설 참조 **15** (1) A: 사막, B: 열대우림, C: 툰드라 (2) 해설 참조  
**16** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조  
**17** 해설 참조 **18** (1) (가) 중간경쟁, (나) 분서, (다) 포식과 피식 (2) 해설 참조  
**19** (1) 음수림 (2) 해설 참조

**01** **답** ④  
나. 먹이사슬의 각 영양단계를 이루는 개체군이 다양할수록 복잡한 먹이그물이 형성되어 군집이 안정적으로 유지된다.  
 다. 군집을 이루는 각 개체군은 비생물요소나 다른 개체군과 상호작용 하며 서로 영향을 주고받는다.  
**오답 피하기** 가. 식물군집에서 중요치가 가장 큰 개체군은 우점종이고, 핵심종은 개체수나 점유 면적이 적어 우점종은 아니지만 군집의 구조에 큰 영향을 미치는 개체군이다.

**02** **답** ②  
유럽비버는 군집을 이루는 개체군의 구성에 큰 영향을 미치므로 핵심종(가)이고, 금강초롱꽃은 개체수가 매우 적으므로 희소종(나)이다. 따라서 (다)는 지표종이며, 지표종은 군집의 특징을 나타내는 개체군이다.  
 다. 청개구리는 습지가 오염되면 개체수가 감소하기 때문에 서식지인 습지의 환경 파괴 정도를 알 수 있게 해 준다. 따라서 청개구리는 지표종(다)의 예에 해당한다.

**오답 피하기** 가. 군집에서 개체수가 가장 많은 개체군은 우점종이다. 나. (나)는 희소종이다.

**03** **답** ⑤  
⑤ 담수군집에 속하는 호수는 바다보다 염도가 낮고, 수생식물이 광합성을 하며 계절에 따라 환경이 변한다.

**오답 피하기** ① 초원은 강수량이 적은 지역에 형성되며, 초본이 우점종이다.

②, ④ 군집은 생물의 서식 환경에 따라 육상군집과 수생군집으로 구분하며, 사막, 삼림, 초원은 모두 육상군집에 속한다.

③ 삼림은 초원보다 강수량이 많은 지역에 형성되며, 목본이 우점종이다.

**04** **답** ①  
수평분포는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이로 나타나는 식물군집의 분포이다. 위도가 가장 높아 기온이 낮은 지역에 형성된 군집은 한대 사막에 해당하는 툰드라이다.

**05** **답** ③  
가, 다. 식물군집의 수직분포는 고도에 따른 기온의 차이로 나타난다. 고도가 높아지면 기온이 낮아지며, 한 지역에서 고도에 따라 기온이 낮아질수록 활엽수림 → 침엽수림으로 변한다. ㉠은 관목대, ㉡은 침엽수림대, ㉢은 낙엽활엽수림대이다.

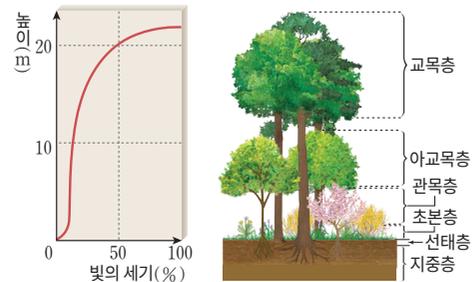
**오답 피하기** 나. 소나무는 기온이 낮은 곳에서도 잘 자라는 침엽수로, 침엽수림대(㉡)를 이루는 식물 중 하나이다.

**06** **답** ⑤  
가. 지중층은 부식질이 많은 층이며, 균류, 세균류, 지렁이, 두더지 등이 서식한다.

나, 다. 삼림을 형성하는 식물군집에서 아래로 내려갈수록 빛의 세기가 감소하므로 여러 유형의 식물들이 햇빛을 최대한 활용할 수 있는 층상구조가 나타난다. 따라서 교목층에서 초본층으로 갈수록 약한 빛을 이용하여 광합성을 하며, 교목층에서 광합성이 가장 활발하게 일어난다.

**개념 더하기** 삼림의 층상구조

삼림 군집에서는 빛의 세기와 양, 온도 등에 따라 수직적인 몇 개의 층으로 구성된 층상구조가 나타난다.



- 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층: 물질 생산에 관여하는 식물이 주로 서식하여 광합성층이라고 하며, 조류와 곤충류가 서식한다.
- 선태층: 낙엽이나 썩은 나무가 있는 층으로, 생산자인 이끼류, 분해자인 균류, 소비자인 지네, 딱정벌레와 같은 일부 곤충류가 서식한다.
- 지중층: 부식질이 많은 층으로, 분해자인 균류, 세균류, 소비자인 두더지, 지렁이 등이 서식한다.

**자료 분석** 방형구법에 의한 식물군집 조사

식물 종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)
A	10	15	㉠ 20
B	㉡ 50	? 35	40
C	40	50	40

- 각 식물 종의 상대밀도를 더한 값, 상대빈도를 더한 값, 상대피도를 더한 값은 각각 100 %이다. → ㉠은  $100 - (40 + 40) = 20$ , ㉡은  $100 - (10 + 40) = 50$ , B의 상대빈도는  $100 - (15 + 50) = 35$ 이다.
- 각 식물 종의 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 합한 값이다. → A의 중요치는  $45 (= 10 + 15 + 20)$ , B의 중요치는  $125 (= 50 + 35 + 40)$ , C의 중요치는  $130 (= 40 + 50 + 40)$ 이다.
- 우점종은 중요치가 가장 큰 식물 종이다. → C가 우점종이다.

㉢. 이 지역에서 중요치가 가장 큰 식물 종은 C이므로, C가 우점종이다.

**오답 피하기** ㉣. 상대밀도, 상대빈도, 상대피도의 합은 각각 100 %이므로 ㉠은 20, ㉡은 50이다. 따라서  $20(㉠) + 50(㉡) = 70$ 이다.

㉤. B의 중요치는  $125 (= 50 + 35 + 40)$ 이다.

**08** **답 ①**

㉣. (가)에서 조사한 모든 종의 밀도 합은  $25/m^2$ 이고, 개망초의 밀도는  $7/m^2$ 이므로 개망초의 상대밀도는  $\frac{7/m^2}{25/m^2} \times 100 = 28$  (%)이다.

**오답 피하기** ㉤. 개체군은 같은 지역에서 생활하는 같은 종의 개체 무리이므로 참나물과 패랭이꽃은 서로 다른 개체군을 이룬다.

㉢. (가)와 (나)에 서식하는 식물은 참나물, 개망초, 패랭이꽃으로 식물의 종 수는 3 종으로 같다.

**09** **답 ④**

㉣. 기생은 열대열말라리아원충이 사람의 몸속에 살면서 적혈구에서 양분을 얻는 것처럼 한 개체군이 다른 개체군에 피해를 주면서 함께 생활하는 것이다. 까치가 나무에 둥지를 틀어 새끼를 기르고 보호하는 이익을 보고, 나무는 이익도 손해도 없는 것은 편리공생의 예이다.

**오답 피하기** ① 사자와 점박이하이에나가 먹이를 두고 다투는 것은 중간경쟁이다.

② 사자는 포식자이고 얼룩말은 피식자이므로 포식과 피식의 예이다. 포식자와 피식자는 먹이사슬로 연결되어 있어 포식자가 피식자 개체군의 크기를 조절하는 요인으로 작용한다.

③ 피라미가 은어와 먹이와 서식지를 분리하는 것이므로 분서의 예이다.

⑤ 지의류의 균류와 조류가 서로 살 곳과 양분을 제공하여 이익을 얻으므로 상리공생의 예이다.

**10** **답 ④**

㉢. 실제 환경에서는 질병, 개체 간의 경쟁, 먹이와 서식 공간의 부족 등의 환경저항이 작용한다.

㉣. (나)에서 혼합 배양 시 A는 살아남고 B는 사라졌으므로 두 종 사이에 종간경쟁이 일어나 경쟁배타원리가 적용되었다.

**오답 피하기** ㉣. 구간 I에서 A와 B 모두 개체수가 증가하므로 A와 B 모두 출생률이 사망률보다 크다.

**11** **답 ③**

상리공생 관계에 있는 두 개체군은 모두 이익을 얻으므로, 상리공생은 (나)에 해당한다. 따라서 (가)는 편리공생이다.

㉣. 흰둥가리는 향아리말미잘의 보호를 받고, 향아리말미잘은 흰둥가리가 유인한 먹이를 먹는다. 흰둥가리와 향아리말미잘은 모두 이익을 얻으므로 흰둥가리와 향아리말미잘 사이의 상호작용은 상리공생(나)에 해당하는 상호작용이다.

**오답 피하기** ㉣. (가)는 두 개체군 중 한쪽은 이익을 얻지만 다른 한쪽은 이익도 손해도 없는 편리공생이다.

㉢. 기생 관계에서 손해를 보는 개체군 A는 숙주, 이익을 얻는 개체군 B는 기생자이다.

**12** **답 ③**

**자료 분석** 1차 천이



- 용암 대지와 같이 생물이 없던 지역에서 시작하는 군집의 변화를 1차 천이라고 한다.
- 1차 천이의 개척자는 지의류이고, 초본류 → 관목류 → 양수림 → 혼합림 → 음수림 순으로 식물군집이 나타난다. → A는 초본류, B는 양수림, C는 음수림이다.
- 극상은 천이의 마지막 단계에서 식물군집이 안정적으로 유지되는 상태이다. 대부분의 온대 지방에서는 음수림이 극상을 이룬다.

㉢. 지의류가 개척자로 들어와 토양이 형성되면 성장이 빠른 초본류가 유입된다. 따라서 A는 초본류이고, A의 우점종은 초본이다.

㉣. B는 양수림이다.

**오답 피하기** ㉣. 이 지역에서는 식물이 전혀 살지 못하는 용암 대지에서 천이가 시작되었으므로 1차 천이가 일어났다.

㉣. 양수림(B)의 상층에서 많은 빛이 흡수되어 하층으로 도달하는 빛의 세기가 감소하면서 양수림 아래에 약한 빛에서도 잘 자라는 음수가 들어와 혼합림을 형성하고, 음수가 자라 음수림(C)을 형성하면서 극상을 이룬다. 따라서 양수림(B)에서 음수림(C)으로의 천이 과정에서 가장 중요한 환경요인은 빛의 세기이다.

**13** 답 ④

산불이 난 뒤 일어나는 (가)는 2차 천이 과정이고, 영양염류가 적은 빈영양호에서 시작되는 (나)는 1차 천이 중 습성천이 과정이다. ④ (가)와 (나)에서 천이 마지막의 안정된 군집은 음수림이므로 음수림이 극상을 이룬다.

- 오답 피하기** ① (가)는 2차 천이 과정이다.  
 ② (나)는 습성천이 과정이다.  
 ③ 2차 천이는 기존의 식물군집이 훼손되어 대부분 사라졌지만 다른 곳에서 유입되거나 토양 내 살아남은 식물의 뿌리나 종자가 자라면서 시작되므로 1차 천이보다 빠르게 진행된다. 따라서 (나)보다 (가)에서 천이의 진행 속도가 빠르다.  
 ⑤ 천이가 진행되면서 양수가 자라 그늘이 생기면 약한 빛에서도 잘 자라는 음수가 자라 혼합림이 되고, 결국 지표면에 도달하는 빛의 세기가 감소하면서 음수림이 극상을 이룬다.

**14** (가)는 목본이 우점종인 삼림이고, (나)는 초본이 우점종인 초원이다. 삼림은 강수량이 많고 식물이 자라기에 온도가 적당한 지역에 형성되고, 초원은 삼림보다 강수량이 적은 건조한 지역에 형성된다.

**예시 답안** (가)는 강수량이 많고 기온이 높은 곳에 형성되는 삼림이고, (나)는 삼림보다 강수량이 적고 건조한 곳에 형성되는 초원이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)를 형성된 지역의 환경요인과 관련지어 초원과 삼림으로 구분하여 설명한 경우	100
(가)와 (나)를 초원과 삼림으로만 구분하여 설명한 경우	40

**15** 수평분포는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이로 나타나는 식물 군집의 분포이다. A는 기온이 높고 강수량이 적은 지역에 형성되는 사막이고, B는 기온이 높고 강수량이 많은 지역에 형성되는 열대우림이다. C는 기온이 낮고 강수량이 적은 지역에 형성되는 툰드라이다.

(2) **예시 답안** 위도에 따라 기온과 강수량이 차이 나기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
위도에 따라 기온과 강수량이 차이 나기 때문이라고 설명한 경우	100
기온과 강수량 중 하나만 언급하여 설명한 경우	40

**16** 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 더한 값이므로 A의 상대밀도는 12(%)=(29.5-(10+7.5))이다. A의 상대밀도 =  $\frac{A의 개체 수}{모든 종의 개체 수} \times 100 = \frac{㉠}{㉠+4+8+20+12} \times 100 = 12(\%)$  이므로 A의 개체수(㉠)는 6이다. 식물 A~E의 전체 개체수는 50이므로, 각 식물 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도는 표와 같다.

식물 종	개체수	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치
A	㉠(6)	12	10	7.5	29.5
B	4	8	㉡(10)	5	23
C	8	16	20	?(15)	51
D	20	40	40	50	130
E	12	24	?(20)	22.5	66.5

B의 중요치는 23이므로 B의 상대빈도(㉡)는 10(%)=(23-(8+5))이다.

(1) **예시 답안** A의 상대밀도는 29.5-(10+7.5)=12(%)이고,  $\frac{A의 개체 수}{모든 종의 개체 수} \times 100 = \frac{㉠}{㉠+4+8+20+12} \times 100 = 12(\%)$  이므로 ㉠은 6이다.

채점 기준	배점(%)
㉠이 얼마인지 계산 과정을 포함하여 옳게 설명한 경우	100
㉠이 얼마인지만 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** B의 상대밀도는  $\frac{4}{50} \times 100 = 8(\%)$ 이므로 B의 상대빈도(㉡)는 23-(8+5)=10(%)이다.

채점 기준	배점(%)
㉡이 얼마인지 계산 과정을 포함하여 옳게 설명한 경우	100
㉡이 얼마인지만 옳게 쓴 경우	30

**17** 종 A와 종 B는 모두 단독 배양했을 때보다 혼합 배양했을 때 개체수가 증가했다.

**예시 답안** 상리공생, 두 종을 각각 단독 배양했을 때보다 혼합 배양했을 때 두 종 모두 개체수가 증가했으므로 두 종이 모두 이익을 얻는 상리공생이 일어났다.

채점 기준	배점(%)
상호작용이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 두 종의 개체수 증가와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
상호작용이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

**18** (1) (가)는 중간경쟁, (다)는 포식과 피식이므로, (나)는 분서이다. (2) **예시 답안** 물가에 사는 새들이 종에 따라 먹이를 잡는 공간과 방식을 달리한다. 등

채점 기준	배점(%)
분서의 예를 한 가지만 옳게 설명한 경우	100
그 외의 경우	0

**19** (1) 극상은 천이의 마지막 단계로, 식물군집이 안정적으로 유지되는 상태이다.

(2) 예시답안 1차 천이는 생물이 없던 곳에서 시작하고 2차 천이는 토양이 이미 형성되어 있고 생물이 살던 곳에서 시작하므로, 이 지역에서 일어난 2차 천이는 1차 천이보다 빠르게 진행된다.

채점 기준	배점(%)
1차 천이와 2차 천이의 진행 속도를 비교하여 그렇게 판단한 까닭과 함께 옳게 설명한 경우	100
1차 천이와 2차 천이의 진행 속도만 비교한 경우	50

**실전 문제**

64 쪽 ~ 67 쪽

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

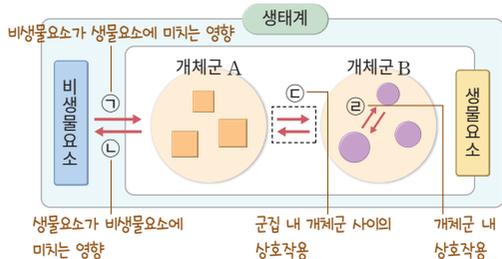
**단답형·서술형 문제**

- 13 해설 참조    14 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조  
 15 해설 참조    16 해설 참조    17 해설 참조  
 18 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

01

답 ①

**자료 분석** 생태계구성요소



- 생태계는 생물요소와 비생물요소로 이루어진다.
- 생태계에서 생물요소와 비생물요소는 영향을 주고받는다.

ㄱ. 세균이 배설물 속의 유기물을 무기물로 분해하여 토양 속 무기물이 증가하는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것(⊖)이다.

오답 피하기 ㄴ. 텃새는 개체군 내 상호작용(⊕)이다.

ㄷ. 흰둥가리와 말미잘의 상리공생은 군집 내 개체군 사이의 상호작용(⊕)이다.

02

답 ④

대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 생산자의 광합성을 통해 유기물로 합성된 뒤 탄소 화합물로 전환되며, 탄소 화합물은 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동한다. 따라서 ㉠은 생산자, ㉡은 소비자이고, ㉢는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>), ㉣는 탄소 화합물이다.

ㄴ. 식물은 탄소 화합물(㉣)의 일부를 호흡에 이용하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.

ㄷ. 분해자는 생물의 사체나 배설물 속의 탄소 화합물을 분해하고, 그 결과 탄소 화합물 속 탄소는 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다.

오답 피하기 ㄱ. 토끼는 소비자(㉡)에 해당한다.

03

답 ④

(가)는 질소고정, (나)는 질산화작용, (다)는 탈질산화작용이다.

ㄱ. 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)는 질소고정세균에 의해 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환되고, 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)은 질산화세균에 의해 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환되며, 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)은 탈질산화세균에 의해 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환된다. 따라서 ㉠은 질소 기체(N<sub>2</sub>), ㉡은 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)이다.

ㄷ. (다)는 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)이 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환되는 과정이므로 탈질산화작용이다.

오답 피하기 ㄴ. 뿌리혹세균은 대기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)를 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 고정하는 질소고정세균이므로 질소고정(가)에 관여한다.

04

답 ②

$$\text{에너지 효율}(\%) = \frac{\text{현 영양단계가 보유한 에너지 총량}}{\text{전 영양단계가 보유한 에너지 총량}} \times 100$$

이다. 따라서 3차 소비자의 에너지효율은  $\frac{3}{15} \times 100 = 20(\%)$ 이다.

오답 피하기 ㄱ. (나)에서 A는 생산자의 호흡량이고, B는 피식량, 고사·낙엽량이다. 따라서 1차 소비자의 호흡량은 피식량, 고사·낙엽량(B)에 포함된다.

ㄷ. 에너지피라미드(가)에서 상위 영양단계로 갈수록 에너지양은 감소한다.

**개념 더하기** 유기물의 생산과 소비



- 총생산량: 생산자가 일정 기간 동안 광합성을 하여 만든 유기물의 총량이다.
- 순생산량: 총생산량 중 호흡량을 뺀 나머지 유기물량이다.
- 성장량: 순생산량 중 초식동물에게 먹히는 피식량과 말라 죽거나 낙엽으로 떨어진 고사·낙엽량을 뺀 나머지도. → 식물의 성장에 이용되는 유기물양이다.

05

답 ①

ㄱ. 생태계에서 물질은 이동하고 에너지는 순환한다. 따라서 (가)는 에너지, (나)는 물질이다.

오답 피하기 ㄴ. A는 1차 소비자, B는 2차 소비자이다. 각 영양단계에서 에너지는 호흡을 통해 생명활동에 이용되고 열에너지로 전환되어 방출되거나 사체 및 배설물의 형태로 방출되고 남은 에너지가 상위 영양단계로 전달된다.

ㄷ. C는 분해자이다. 분해자(C)가 가진 에너지 중 일부는 열에너지로 방출(㉗)되므로 분해자(C)가 가진 에너지는 ㉗보다 크다.

**06** 답 ⑤

ㄱ. (가)는 J 자 모양의 성장곡선으로, 개체군이 번식하기 이상적인 환경에서 환경저항을 받지 않을 때 나타난다.

ㄷ. (나)는 S 자 모양의 성장곡선이다. (나)의 구간 I에서는 개체수가 증가하지만 구간 II에서는 개체수가 거의 일정하게 나타나므로 단위 시간당 개체수 증가 속도는 구간 I에서가 구간 II에서보다 크다.

**오답 피하기** ㄴ. A는 환경수용력이다. 환경저항은 개체군성장을 억제하는 환경요인이므로 환경저항이 커지면 환경수용력(A)은 작아질 것이다.

**07** 답 ⑤

ㄱ. ㉗ 시기에는 전체 개체 1000 마리 중 16 마리가 생존했으므로 생존율이 1.6 %이고, ㉘ 시기에는 16 마리 중 4 마리가 생존했으므로 생존율이 25 %이다. 따라서 A의 생존율은 ㉗ 시기보다 ㉘ 시기에 높다.

ㄴ. 개체군 A는 어린 개체의 사망률이 높아 성체로 성장하는 개체수가 적으므로 개체군 A의 생존곡선 유형은 (나)이다.

ㄷ. (가) 유형의 동물은 적은 수의 자손을 낳지만 부모가 자손을 보호하는 능력이 커 대부분 성체로 성장하며, (나) 유형의 동물은 많은 수의 자손을 낳지만 어린 개체의 사망률이 높아 성체로 성장하는 개체가 적다.

**08** 답 ④

(가)는 혈연관계의 개체들이 모여서 개체군을 형성하고 생활하는 가족생활, (나)는 개체군 내의 각 개체가 자신의 서식 공간을 확보하여 먹이, 배우자 등을 독점하는 텃새, (다)는 개체군 내의 각 개체가 역할을 나누어 수행하는 사회생활의 예이다.

**09** 답 ④

I에서 A~C의 상대빈도의 합은 100 %이므로 A의 상대빈도는 20 % (=100 - (40 + 40))이다. I에서 B의 중요치가 90이므로 B의 상대밀도는 25 % (=90 - (40 + 25))이고, A의 개체수가 B의 개체수의 2 배이므로 A의 상대밀도는 50 %, C의 상대밀도는 25 %이다. II에서 A~C의 상대빈도의 합은 100 %이므로 C의 상대빈도는 30 % (=100 - (40 + 30))이고, II에서 C의 중요치가 75이므로 C의 상대밀도는 10 % (=75 - (30 + 35))이다. II에서 A와 B의 상대밀도의 합은 90 %이고, A의 개체수가 B의 개체수의 2 배이므로 A의 상대밀도는 60 %, B의 상대밀도는 30 %이다. II에서 A의 중요치는 125이므로 A의 상대피도는 25 % (=125 - (60 + 40))이고, B의 상대피도는 40 % (=100 - (25 + 35))이다. 따라서 I에서 A의 중요치는 100 (=50 + 20 + 30), II에서 B의 중요치는 100 (=30 + 30 + 40)이다. 각 식물종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도는 표와 같다.

지역	종	개체수	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치
I	A	10	50	20	30	100
	B	5	25	40	25	90
	C	5	25	40	45	110
II	A	30	60	40	25	125
	B	15	30	30	40	100
	C	5	10	30	35	75

ㄴ. 상대피도가 클수록 지표면을 덮고 있는 면적이 크므로 II에서 지표를 차지한 면적이 가장 큰 종은 A~C 중 상대피도가 가장 큰 B이다.

ㄷ. 식물군집에서 우점종은 중요치가 가장 큰 종이다. 따라서 I에서의 우점종은 C이고, II에서의 우점종은 A이므로 I에서의 우점종과 II에서의 우점종은 서로 다르다.

**오답 피하기** ㄱ. I에서 C의 상대밀도는 25 %이다.

**10** 답 ③

ㄱ. (가)는 상리공생, (나)는 분서의 예이다.

ㄷ. 여러 종의 솔새 사이에서 일어나는 경쟁이므로 종간경쟁에 해당한다.

**오답 피하기** ㄴ. 북아메리카의 솔새가 분서를 통해 서식 공간을 분리하여 경쟁을 피한다고 해도 천적, 먹이 부족 등 다양한 환경저항이 있으므로 환경저항은 항상 작용한다.

**11** 답 ④

리더제와 순위제는 개체군 내의 상호작용이고, 포식과 피식, 종간경쟁은 군집 내 개체군 사이의 상호작용이다. 또, 종간경쟁은 두 집단이 모두 손해를 보지만, 포식과 피식은 한 집단은 손해를 보고, 다른 한 집단은 이익을 얻는다. 따라서 A는 종간경쟁, B는 포식과 피식, C는 순위제이다.

ㄱ. 경쟁배타원리는 두 개체군 사이에 종간경쟁(A)이 심하게 일어난 결과 경쟁에서 이긴 개체군은 살아남아 성장하지만, 경쟁에서 진 개체군은 군집에서 사라지는 것이다.

ㄷ. 순위제(C)는 개체군 내 모든 개체의 순위가 정해지지만, 리더제는 리더를 제외한 나머지 개체들 사이에는 순위가 없다. 따라서 '개체군 내 모든 개체의 순위가 정해지는가?'는 ㉗에 해당한다.

**오답 피하기** ㄴ. 눈신토끼(피식자)와 스라소니(포식자)는 먹고 먹히는 관계로, 포식과 피식(B)에 해당한다.

**12** 답 ①

A는 지의류, B는 초본류, C는 양수림이다.

ㄱ. 산불 이후 시작되는 2차 천이에서 개척자 B는 초본류이다.

**오답 피하기** ㄴ. (가)는 산불 이후 일어나는 2차 천이 과정이다.

ㄷ. 극상은 천이의 마지막 단계에서 식물군집이 안정적으로 유지되는 상태이며, 이 식물군집은 혼합림 이후 음수림이 나타났다. 따라서 혼합림에서 극상을 이루지 않는다.

13

1차 소비자의 개체수가 일시적으로 증가하면 1차 소비자의 먹이인 생산자의 개체수는 감소하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다.

**예시 답안** 1차 소비자가 증가하면 먹이인 생산자는 감소하고 1차 소비자를 먹는 2차 소비자는 증가한다. 이로 인해 1차 소비자는 다시 감소하고, 1차 소비자의 감소로 생산자는 증가하고 2차 소비자는 감소하여 생태계평형을 회복한다.

채점 기준	배점(%)
생태계평형 회복 과정을 각 영양단계의 개체수 변화를 중심으로 옳게 설명한 경우	100
생태계평형 회복 과정 중 일부만 옳게 설명한 경우	50

14

(가)는 포식과 피식의 관계에 따른 개체군의 주기적 변동을, (나)는 계절에 따른 개체군의 주기적 변동을 나타낸 것이다.

(1) **예시 답안** 개체군밀도가 주기적으로 변한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에 나타나는 개체군 특성의 공통점을 옳게 설명한 경우	100
개체군밀도가 변한다고만 설명한 경우	30

(2) **예시 답안** (가)에서는 포식과 피식의 관계에 따라, (나)에서는 계절에 따른 환경요인의 변화에 따라 개체군밀도가 주기적으로 변한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에 나타나는 개체군 특성의 차이점을 옳게 설명한 경우	100
그 외의 경우	0

15

(가)는 한 개체군의 피라미가 자신의 서식 공간을 확보하는 텃세이고, (나)는 생태적 지위가 비슷한 서로 다른 종인 새가 생활 공간을 달리하여 경쟁을 피하는 분서이다.

**예시 답안** (가) 텃세, (나) 분서, (가)와 (나)는 모두 불필요한 경쟁을 피할 수 있지만, (가)는 개체군 내에서 일어나는 상호작용이며, (나)는 군집 내 개체군 사이에서 일어나는 상호작용이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에 나타나는 상호작용이 무엇인지 쓰고, 공통점과 차이점을 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)에 나타나는 상호작용이 무엇인지 쓰고, 공통점과 차이점 중 하나만 옳게 설명한 경우	70
(가)와 (나)에 나타나는 상호작용이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

16

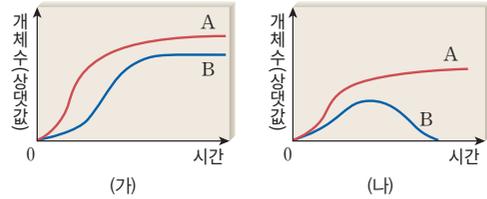
먹이사슬의 각 영양단계를 이루는 개체군이 다양할수록 복잡한 먹이그물이 형성되어 군집이 안정적으로 유지된다.

**예시 답안** (나), 군집은 각 영양단계를 이루는 개체군이 다양할수록 안정적으로 유지되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
안정적으로 유지되는 군집의 기호를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
안정적으로 유지되는 군집의 기호만 옳게 쓴 경우	30

17

**자료 분석** 군집 내 개체군 사이의 상호작용



- (가) 종 A와 종 B를 단독 배양하면 모두 환경저항을 받아 S 자 모양의 성장곡선을 나타낸다.
- (나) 종 A와 종 B를 혼합 배양하면 종 A와 종 B 사이에 중간 경쟁이 일어나 경쟁에서 이긴 종 A만 살아남고, 경쟁에서 진 종 B는 사라진다. → 경쟁배타원리가 적용된다.

**예시 답안** 중간경쟁, 혼합 배양 시 한 종은 살아남고 한 종은 사라지는 경쟁배타원리가 적용되었으므로 종 A와 종 B 사이에 중간경쟁이 일어났다.

채점 기준	배점(%)
상호작용이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
상호작용이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

18

(가)의 양수림은 소나무와 같은 양수가 우점종인 식물군집이다. 천이가 진행되면 떡갈나무와 같은 어린 음수가 양수의 아래쪽 그늘에서 자라고, 음수가 자라서 음수림을 이루게 된다. 천이가 진행되면 숲을 이루므로 지표면에 도달하는 빛의 세기는 감소한다.

(1) **예시 답안** A: 떡갈나무(음수), B: 소나무(양수), 양수림에서 B의 크기가 더 크므로 B는 햇빛을 받는 곳에서 잘 자라는 소나무(양수)이며, A는 크기가 작은 개체가 많으므로 그늘에서 잘 자라는 떡갈나무(음수)이다.

채점 기준	배점(%)
A와 B를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
A와 B만 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** 천이가 진행될수록 숲을 이루어 상층에서 많은 빛이 흡수되므로 지표면에 도달하는 빛의 세기는 감소한다.

채점 기준	배점(%)
천이가 진행되면서 지표면에 도달하는 빛의 세기가 어떻게 변하는지 옳게 설명한 경우	100
지표면에 도달하는 빛의 세기가 감소한다고만 설명한 경우	60

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

단답형·서술형 문제

- 17 (1) 자극에 대한 반응 (2) 해설 참조 18 해설 참조  
 19 해설 참조 20 (1) (가) ADP, (나) ATP (2) 해설 참조  
 21 해설 참조 22 해설 참조 23 해설 참조  
 24 해설 참조 25 해설 참조 26 (1) ㉠ 30, ㉡ 20,  
 ㉢ 23, ㉣ 16 (2) 해설 참조 27 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

01 답 ④

ㄱ. 플레밍푸른곰팡이(㉠)는 생물이므로 스스로 물질대사를 할 수 있다.

ㄴ. 플레밍푸른곰팡이(㉠)와 인플루엔자바이러스(㉡)는 모두 유전물질인 핵산을 가진다.

**오답 피하기** ㄷ. 플레밍푸른곰팡이(㉠)는 세포로 이루어져 있지만, 인플루엔자바이러스(㉡)는 세포로 이루어져 있지 않고 핵산과 단백질로 이루어져 있다.

02 답 ④

ㄴ. ㉠은 생식, ㉡은 유전이다.

ㄷ. 사람은 유전물질(㉢)로 DNA를 가진다.

**오답 피하기** ㄱ. 개구리의 수정란이 올챙이를 거쳐 성체가 되는 것은 발생과 성장의 예이다.

03 답 ⑤

A는 유전체학, B는 세포학, C는 생명공학이다.

ㄱ. 유전체학(A)은 생물이 가진 유전정보 전체인 유전체의 구조와 기능을 연구하는 생명과학의 분야이다.

ㄴ. 광학 현미경 및 전자 현미경을 개발한 물리학, 세포의 구성 물질의 구조와 기능 및 세포 내의 화학 반응을 연구한 화학, 원심 분리기를 개발한 공학 등 여러 학문 분야의 지식과 과학자들 사이의 정보 교환을 토대로 생명과학 분야에서 세포소기관의 구조와 기능 및 상호 관계를 연구하여 세포에서 일어나는 생명 현상을 밝혀냈다.

ㄷ. 생물의 기능과 특성을 공학적으로 응용하여 인류에게 유용한 것을 만드는 방법과 기술 등을 연구하는 생명과학의 분야는 생명공학이다.

04 답 ③

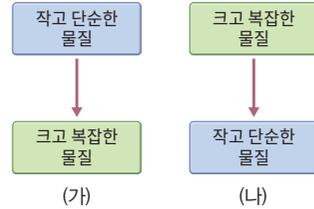
학생 (다): 여러 종류의 기관이 모여 독립된 구조와 기능을 가지고 생활하는 하나의 생명체인 개체를 이룬다.

**오답 피하기** 학생 (가): 같은 종의 개체들이 무리를 지어 개체군을 이룬다.

학생 (나): 세포에서부터 생태계에 이르기까지 생명 시스템의 구성 단계는 구조적 체계를 이루고 있으며, 각각은 하나의 생명 시스템으로서 고유한 기능을 한다.

05 답 ④

자료 분석 물질대사



- 생물은 물질대사로 생명활동에 필요한 에너지를 얻고, 몸을 구성하거나 생리작용을 조절하는 물질 등을 합성한다.
- 물질대사는 동화작용과 이화작용으로 구분하며, 효소가 촉매로 작용한다.
- (가) 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응이다. → 동화작용이며, 에너지가 흡수된다.
- (나) 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 반응이다. → 이화작용이며, 에너지가 방출된다.

ㄴ. 광합성은 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하므로 동화작용(가)에 해당한다.

ㄷ. 이화작용(나)에서는 크고 복잡한 물질이 작고 단순한 물질로 분해되면서 에너지가 방출되므로 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크다.

**오답 피하기** ㄱ. 동화작용(가)에서는 에너지가 흡수된다.

06 답 ②

ATP는 생명활동에 직접 사용되는 에너지 저장 물질이다.

ㄷ. ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 에너지가 방출되며, 이 에너지는 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 과정(나)에 이용된다.

**오답 피하기** ㄱ. (가)는 세포호흡이며, 세포호흡(가)은 미토콘드리아를 중심으로 일어난다.

ㄴ. 세포호흡(가)에서 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되면서 방출되는 에너지 중 일부를 공급받아 ADP와 무기인산이 결합하여 ATP가 합성되고, 일부는 열에너지로 방출된다.

07 답 ④

(가)는 콩팥, (나)는 심장, (다)는 작은창자이다.

ㄴ. 혈관은 순환계(A)에 속한다.

ㄷ. 분해된 영양소는 작은창자의 용털을 통해 몸속으로 흡수된다. 용털의 모세혈관으로는 수용성영양소(포도당, 아미노산, 무기염류 등)가 흡수되고, 암죽관으로는 지용성영양소(지방산, 모노글리세리드 등)가 흡수된다.

**오답 피하기** ㄱ. (가)는 콩팥이다.

08 **답 ③**

7. 혈액 속에 콜레스테롤이 정상보다 많은 질환인 ㉠은 고지질혈증이다. 고지질혈증(㉠)은 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 대사성 질환이다.

㉡. 고지질혈증(㉠)에 걸리면 콜레스테롤 등이 동맥의 안쪽 벽에 쌓여 혈관 내부가 좁아지고 혈관벽의 탄력이 떨어지는 동맥경화에 걸릴 가능성이 커진다.

**오답 피하기** ㉢. 대사성 질환은 유전적 요인으로 발생하기도 하지만, 과도한 영양 섭취, 운동 부족 등 잘못된 생활 습관으로 발생하기도 한다.

09 **답 ②**

㉠은 생물요소가 다른 생물요소와 영향을 주고받는 것, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것, ㉢은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 것이다.

㉣. 매가 등줄쥐를 잡아먹는 것은 생물요소가 다른 생물요소에 영향을 미치는 ㉠에 해당한다.

**오답 피하기** ㉠. 개체군은 같은 종의 개체들로 구성된다. ㉡. 공기 중의 산소가 민들레의 호흡에 이용되는 것은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 ㉢에 해당한다.

10 **답 ③**

(가)는 광합성, (나)는 피식과 포식, (다)는 화석연료의 연소이다. 7. 생산자인 식물이나 조류는 대기나 물속의 이산화 탄소( $CO_2$ )를 흡수하여 광합성(가)을 통해 유기물의 형태로 전환한다. 광합성(가)은 동화작용에 해당한다.

㉡. 화석연료의 연소(다)가 증가하면 대기 중의 이산화 탄소( $CO_2$ ) 농도가 증가하여 지구 온난화가 심각해질 수 있다.

**오답 피하기** ㉢. 생물군집에서 탄소는 탄소 화합물의 형태로 먹이사슬을 따라 이동한다.

11 **답 ①**

7. (가)는 대기 중의 질소 기체( $N_2$ )를 생물이 이용할 수 있는 암모늄 이온( $NH_4^+$ )으로 만드는 과정인 질소고정이며, 뿌리혹세균과 같은 질소고정세균에 의해 일어난다. 뿌리혹세균은 콩과식물의 뿌리에 뿌리혹을 만들어 식물과 공생하면서 대기 중의 질소 기체( $N_2$ )를 고정하여 식물에 제공하고, 식물에게서 서식지와 양분을 공급받는다.

**오답 피하기** ㉢. (나)는 질산화작용으로, 질산화세균에 의해 일어난다. 콩과식물과 공생하는 세균은 질소고정세균인 뿌리혹세균이다. ㉣. (다)는 탈질산화작용으로, 탈질산화세균에 의해 일어난다. 공중 방전에 의해 대기 중의 질소 기체( $N_2$ )가 산소와 결합하여 질산 이온( $NO_3^-$ )으로 고정된다.

12 **답 ⑤**

7. A는 순환하지 않고 한 방향으로만 흐르므로 에너지의 이동 경로를 나타낸 것이고, B는 순환하므로 물질의 이동 경로를 나타낸 것이다.

㉢. 생산자의 에너지 중 일부는 탄소 화합물의 형태로 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달된다.

㉣. 태양의 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 포도당의 화학에너지로 전환되고, 탄소 화합물이 먹이사슬을 따라 이동한 뒤 각 영양단계에서 생물의 생명활동에 이용되거나 열에너지로 방출된다. 따라서 생태계가 유지되려면 태양의 빛에너지가 계속 유입되어야 한다.

13 **답 ⑤**

㉢. 구간 III에서 B는 환경저항을 받아 개체수가 늘어나지 않는다. ㉣. 개체군의 개체수 증가는 성장곡선 그래프에서 접선의 기울기에 해당한다. B에서 접선의 기울기가 가장 큰 구간 II에서 개체수 증가율이 가장 크고, 구간 III에서는 개체수 증가율이 0이다. 따라서 B에서 개체군의 개체수 증가는 구간 III < 구간 I < 구간 II이다.

**오답 피하기** 7. A는 개체군이 번식하기 이상적인 환경에서 나타나는 J자 모양의 성장곡선이고, B는 실제 환경에서 나타나는 S자 모양의 성장곡선이다.

14 **답 ①**

7. (가)는 위도에 따른 식물군집의 분포인 수평분포, (나)는 고도에 따른 식물군집의 분포인 수직분포이다.

**오답 피하기** ㉢. 고위도에서 저위도로 갈수록 기온이 높아지므로 저위도의 습한 지역에서는 강수량이 많고 식물이 자라기에 온도가 적당한 지역에 형성되는 열대우림이 발달한다.

㉣. 한 지역에서 고도가 높아질수록 기온이 낮아지므로 고도가 높은 곳일수록 낮은 온도에서 잘 자라는 식물이 군집을 이룬다.

15 **답 ④**

7. 상리공생을 하는 두 종은 모두 이익을 얻고, 포식과 피식 관계인 두 종에서는 한 종은 이익을 얻지만 다른 한 종은 손해를 본다. 따라서 ㉠은 상리공생, ㉡은 포식과 피식이므로, ㉢은 이익이다.

㉣. 먹이사슬을 따라 다시마 → 성게 → 해달로 에너지가 이동한다.

**오답 피하기** ㉢. 다시마는 피식자이고, 성게는 포식자이다. 따라서 다시마와 성게 사이의 상호작용은 포식과 피식(㉣)에 해당한다.

16 **답 ①**

7. 이 천이 과정은 식물이 없는 척박한 땅에서 시작하므로 1차 천이이다. 1차 천이는 지의류가 개척자로 들어온 뒤 초본류, 관목류(가), 양수림(나), 혼합림, 음수림(다)의 순으로 식물군집이 나타난다.

**오답 피하기** ㉢. 극상은 천이의 마지막 단계로 식물군집이 안정적으로 유지되는 상태이다. 따라서 이 식물군집은 양수림(나)에서 극상을 이루지 않는다.

㉣. 산사태로 식물군집이 훼손된 지역에서 일어나는 천이는 2차 천이이다.

17

(1) 낯선 사람이 다가오는 것을 보면 짓는 것(㉠)은 낯선 사람이 다가오는 것을 본 자극에 대해 짓는 반응을 나타낸 것이므로 생물의 특성 중 자극에 대한 반응에 해당한다.  
 (2) 강아지는 세포로 이루어진 생물이며, 강아지 로봇은 금속과 플라스틱으로 이루어진 비생물이다.

**예시 답안** 강아지는 생물이고, 강아지 로봇은 비생물이다. 강아지는 세포로 이루어져 있고 스스로 물질대사를 하지만, 강아지 로봇은 세포로 이루어져 있지 않고 스스로 물질대사를 하지 못하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
강아지와 강아지 로봇을 생물과 비생물로 구분하여 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 표의 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
강아지와 강아지 로봇을 생물과 비생물로만 구분하여 쓴 경우	30

18

갈라파고스 제도에 사는 다양한 부리 모양을 가진 핀치 집단이 서로 다른 먹이 환경에서 각각의 먹이를 먹기에 적합한 부리를 가진 핀치가 더 많이 살아남는 과정이 반복되었다. 그 결과 갈라파고스 제도에는 서로 다른 모양의 부리를 가진 핀치들이 살게 되었다. 이는 생물이 환경에 적응하고 진화한 결과이다.

**예시 답안** 한 종류의 핀치가 갈라파고스 제도의 각 섬의 먹이 환경에 적응하여 진화했기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
핀치의 부리 모양이 서로 다른 까닭을 적응과 진화와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
핀치의 부리 모양이 서로 다른 까닭을 적응과 진화 중 한 가지만 언급하여 설명한 경우	50

19

**예시 답안** 포도당을 이용한 세포호흡 과정은 크고 복잡한 물질인 포도당이 작고 단순한 물질인 이산화 탄소와 물로 분해되는 과정이므로 물질대사 중 이화작용에 해당하며, 포도당에 저장되어 있던 에너지가 방출되는 발열반응이다.

채점 기준	배점(%)
세포호흡 과정에서 일어나는 물질의 변화와 에너지의 출입을 물질대사와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
세포호흡 과정에서 일어나는 물질의 변화와 에너지의 출입만 설명한 경우	40

20

(1) ATP는 아데닌, 라이보스, 인산기 3 개가 결합한 화합물이고, 인산기와 인산기 사이의 결합이 끊어져 ADP와 무기인산이 될 때 에너지가 방출된다. 따라서 (가)는 ADP, (나)는 ATP이다. ADP(가)와 무기인산이 결합하여 ATP(나)가 생성될 때에는 에너지가 흡수되고, ATP(나)가 ADP(가)와 무기인산으로 분해될 때에는 에너지가 방출된다.

(2) **예시 답안** ㉠에서는 에너지가 흡수되고, ㉡에서는 에너지가 방출된다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡에서의 에너지 출입을 모두 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡의 에너지 출입 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

21

**예시 답안** 각 기관계를 연결하여 물질 운반을 담당하는 기관계는 순환계이므로 (라)는 순환계이며, 오줌을 형성하여 몸 밖으로 내보내는 기관계(다)는 배설계이다. 소화계와 호흡계 중 숨쉬가지가 속한 기관계는 호흡계이므로 (가)는 호흡계, (나)는 소화계이다.

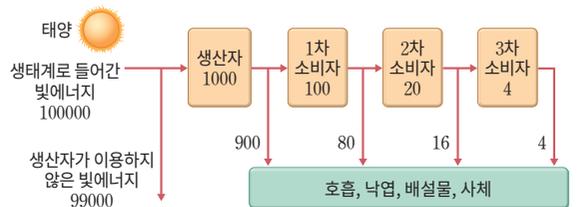
채점 기준	배점(%)
(가)~(라)가 무엇인지 그렇게 판단한 까닭을 들어 옳게 설명한 경우	100
(가)~(라)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

22

**예시 답안** 각 영양단계에서 생물의 생명활동에 이용되거나 사체 및 배설물 등의 형태로 방출되고 남은 에너지가 다음 영양단계로 전달되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
생명활동에 이용되거나 사체 및 배설물 등의 형태로 방출되고 남은 에너지가 다음 영양단계로 전달되기 때문이라고 설명한 경우	100
한 영양단계가 가진 에너지의 일부만 다음 영양단계로 전달되기 때문이라고만 설명한 경우	50

**개념 더하기** 에너지흐름



- 태양에서 오는 빛에너지는 생산자의 광합성을 통해 유기물 속의 화학 에너지로 전환된다.
- 생산자의 화학 에너지 중 일부는 생명활동에 이용되고 열에너지로 방출되며, 일부는 먹이사슬을 따라 소비자에게 전달한다.
- 소비는 먹이사슬을 통해 유기물의 형태로 에너지를 얻고, 분해자는 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻는다.
- 생태계의 먹이사슬에서 각 영양단계마다 에너지의 일부가 호흡을 통해 생명활동에 이용되거나 열에너지로 방출되고, 일부 에너지가 다음 영양단계로 전달된다. → 상위 영양단계로 갈수록 에너지량은 감소한다.
- 생태계에서 먹이사슬을 따라 물질과 함께 이동한 에너지는 순환하지 않고 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다. → 생태계가 유지되려면 태양으로부터 지속적으로 빛에너지가 유입되어야 한다.

23

**예시 답안** 생태계평형은 먹이사슬에 의해 유지되므로 과정 I에서 1차 소비자의 먹이인 생산자의 개체수는 감소하고, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다. 2차 소비자의 개체수가 증가하므로 과정 II에서 2차 소비자의 먹이인 1차 소비자의 개체수는 감소한다.

채점 기준	배점(%)
과정 I에서 생산자, 2차 소비자의 개체수 변화, 과정 II에서 1차 소비자의 개체수 변화를 생태계평형의 유지 원리와 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
과정 I에서 생산자, 2차 소비자의 개체수 변화만 옳게 설명한 경우	50

24

I형을 나타내는 개체군은 자손을 적게 낳지만 초기 사망률이 낮고 수명이 길어 태어난 개체들이 대부분 성체로 성장한다. III형을 나타내는 개체군은 자손을 많이 낳지만 초기 사망률이 높고 태어난 개체들 중 성체로 성장하는 개체수가 적다.

**예시 답안** I형을 나타내는 개체군은 자손을 적게 낳고 초기 사망률이 낮으며, III형을 나타내는 개체군은 자손을 많이 낳지만 초기 사망률이 높다.

채점 기준	배점(%)
I형과 III형을 나타내는 개체군의 차이점을 자손의 수, 초기 사망률과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
I형과 III형을 나타내는 개체군의 차이점을 자손의 수, 초기 사망률 중 한 가지만 관련지어 설명한 경우	50

25

텃세는 개체군 내 상호작용이고, 기생과 상리공생은 군집 내 개체군 사이의 상호작용이다.

**예시 답안** A: 상리공생, B: 텃세, 상호작용 하는 두 개체군이 모두 이익을 얻는다.

채점 기준	배점(%)
A와 B가 무엇인지 각각 쓰고, (가)에 해당하는 특징 한 가지를 옳게 설명한 경우	100
A와 B가 무엇이지만 각각 옳게 쓴 경우	30

26

• 각 식물 종이 4 개 방형구에서 출현한 총개체수, 출현한 방형구 수, 차지하는 면적

식물 종	출현한 총 개체수	출현한 방형구 수	차지하는 면적(m <sup>2</sup> )
A	15	3	0.04 m <sup>2</sup> × 7 = 0.28
B	10	2	0.04 m <sup>2</sup> × 7 = 0.28
C	17	2	0.04 m <sup>2</sup> × 6 = 0.24
D	8	3	0.04 m <sup>2</sup> × 6 = 0.24

• 각 식물 종의 밀도, 빈도, 피도

식물 종	밀도(m <sup>2</sup> )	빈도	피도
A	3.75	0.75	0.07
B	2.5	0.5	0.07
C	4.25	0.5	0.06
D	2	0.75	0.06
합계	12.5	2.5	0.26

• 각 식물 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도, 중요치

식물 종	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치
A	ⓐ(30)	30	27	87
B	20	ⓑ(20)	27	67
C	34	20	Ⓒ(23)	77
D	Ⓓ(16)	30	23	69

- (1) 상대밀도, 상대빈도, 상대피도의 총합은 각각 100 %이다.
- (2) **예시 답안** 각 식물 종의 중요치는 A가 87, B가 67, C가 77, D가 69이므로, 이 식물군집의 우점종은 중요치가 가장 큰 A이다.

채점 기준	배점(%)
이 식물군집의 우점종을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 각 식물 종의 중요치를 구한 값과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
이 식물군집의 우점종만 옳게 쓴 경우	30

27

총생산량은 생산자의 호흡량과 순생산량을 합한 값이다. 천이 과정은 초본류, 관목류, 양수림, 혼합림, 음수림 순으로 진행된다. 초본류나 관목류의 우점종은 각각 초본과 관목이고 음수림의 우점종은 떡갈나무와 같은 음수이므로, 우점종의 평균 키는 초본류나 관목류일 때( $t_1$ )가 음수림( $t_2$ )일 때보다 작다.

- (1) **예시 답안**  $t_1$ 일 때 우점종의 평균 키는  $t_2$ 일 때보다 작다. 천이 과정에서  $t_1$ 일 때에는 초본류나 관목류,  $t_2$ 일 때에는 음수가 우점종이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
$t_1$ 일 때와 $t_2$ 일 때 우점종의 평균 키를 비교하고, 그렇게 판단한 까닭을 천이 과정과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
$t_1$ 일 때와 $t_2$ 일 때 우점종의 평균 키만 옳게 비교한 경우	40

- (2) **예시 답안** 감소한다. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이며, 구간 I에서 시간에 따라 총생산량이 크게 감소하고 호흡량은 조금 증가했으므로 순생산량은 감소한다.

채점 기준	배점(%)
구간 I에서 식물군집의 순생산량 변화를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
구간 I에서 식물군집의 순생산량 변화만 옳게 쓴 경우	40

## II 항상성과 몸의 조절

### 01 신경자극전도와 시냅스전달

#### 08강 신경자극의 발생

#### 기본 탄탄 문제

81 쪽

- 01 A: 신경세포체, B: 가지돌기, C: 말미집, D: 랭비에결절, E: 축삭돌기 02 (1) ○ (2) ○ (3) × 03 (1) ㉠ 안, ㉡ 밖, ㉢ 밖, ㉣ 안 (2) ㉠ 활동전위, ㉡ 상승 04 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × 05 (1) ㉡ (2) ㉠ 06 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×

01 ㉡ A: 신경세포체, B: 가지돌기, C: 말미집, D: 랭비에결절, E: 축삭돌기

A는 핵이 있는 신경세포체, B는 신경세포체에서 짧게 뻗어 나온 돌기인 가지돌기, C는 절연체 역할을 하는 말미집, D는 말미집으로 싸여 있지 않은 랭비에결절, E는 신경세포체에서 길게 뻗어 나온 돌기인 축삭돌기이다.

02 ㉡ (1) ○ (2) ○ (3) × 뉴런은 축삭돌기를 통해 다른 뉴런이나 세포로 신호를 전달하며, 일부 뉴런의 축삭돌기는 절연체 역할을 하는 말미집으로 싸여 있다. 연합뉴런은 구심성뉴런으로부터 받아들인 신호를 통합하여 원심성뉴런으로 명령을 내린다.

03 ㉡ (1) ㉠ 안, ㉡ 밖, ㉢ 밖, ㉣ 안 (2) ㉠ 활동전위, ㉡ 상승 뉴런에서  $\text{Na}^+$ 의 농도는 항상 세포 안보다 밖이 더 높고,  $\text{K}^+$ 의 농도는 항상 세포 밖보다 안이 더 높다. 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 막전위가 급격하게 상승했다가 다시 휴지전위로 돌아가는 활동전위가 발생한다.

04 ㉡ (1) ○ (2) × (3) ○ (4) × (5) × 휴지전위는 뉴런이 휴지 상태일 때 막전위이므로  $-70\text{mV}$ 이다. 뉴런에서  $\text{K}^+$ 의 농도는 항상 세포 밖보다 안이 더 높다. 구간 II에서 자극을 받아 열린  $\text{Na}^+$  통로를 통해  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 확산하므로 탈분극이 일어난다. 구간 III에서  $\text{Na}^+$  통로가 닫히고  $\text{K}^+$  통로가 열려  $\text{K}^+$ 이 세포 밖으로 확산하므로 재분극이 일어난다.

05 ㉡ (1) ㉡ (2) ㉠ 뉴런이 자극을 받으면  $\text{Na}^+$ 의 확산에 의해 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난 뒤  $\text{K}^+$ 의 확산에 의해 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

06 ㉡ (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도가 높아지면  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프는  $\text{Na}^+$ 을 세포 안에서 밖으로,  $\text{K}^+$ 을 세포 밖에서 안으로 이동시키며,  $\text{K}^+$ 의 확산은 농도 차에 의해 세포 안에서 밖으로만 일어난다.

## 일격 뚝뚝 문제

82 쪽 ~ 83 쪽

- 01 ㉡ 02 ㉡ 03 ㉠ 04 ㉢ 05 ㉤ 06 ㉡

#### 단답형·서술형 문제

- 07 해설 참조 08 해설 참조 09 (1) ㉠  $\text{Na}^+$ , ㉡  $\text{K}^+$  (2) 해설 참조

01 ㉡ A는 신경세포체, B는 가지돌기, C는 말미집, D는 랭비에결절, E는 축삭돌기이다.

㉡ 가지돌기(B)는 다른 뉴런이나 세포로부터 신호를 받아들이는 부분이다.

오답 피하기 ㉠ 신경세포체(A)는 핵이 있어 뉴런의 생명활동을 조절한다.

㉢ 말미집(C)은 축삭돌기를 감싸고 있으며, 전기를 잘 전달하지 않는 절연체 역할을 한다.

㉣ 랭비에결절(D)은 말미집으로 싸여 있지 않아 축삭돌기가 노출된 부분이다.

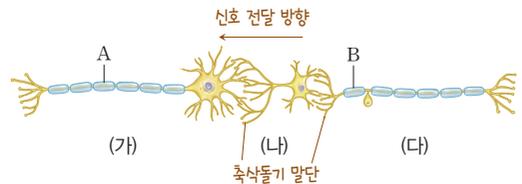
㉤ 이 뉴런은 원심성뉴런이므로 축삭돌기(E)를 통해 반응기관으로 신호를 전달한다.

02 ㉡ ㉣. (가)는 감각기관에서 생성된 신호를 받아들여 연합뉴런으로 전달하는 구심성뉴런이다.

오답 피하기 ㉠, ㉡. (나)는 구심성뉴런(가)으로부터 받아들인 신호를 통합하여 원심성뉴런으로 명령(㉢)을 내리는 연합뉴런이다.

03 ㉡ ㉠

#### 자료 분석 뉴런의 종류



- 뉴런은 가지돌기를 통해 신호를 받아들이고, 축삭돌기를 통해 신호를 전달하므로 신호는 (다) → (나) → (가) 순으로 전달된다.
- 연합뉴런, 구심성뉴런, 원심성뉴런 사이에서 신호는 구심성뉴런 → 연합뉴런 → 원심성뉴런 순으로 전달되므로 (가)는 원심성뉴런, (나)는 연합뉴런, (다)는 구심성뉴런이다.

㉠. A와 B는 모두 말미집이며, 말미집은 슈반세포가 축삭돌기를 여러 겹으로 싸고 있는 구조이다.

오답 피하기 ㉡. 신호는 구심성뉴런(다) → 연합뉴런(나) → 원심성뉴런(가) 순으로 전달된다.

㉢. 구심성뉴런(다)의 축삭돌기 말단은 연합뉴런(나)과 연결되어 있다.

04 답 ③

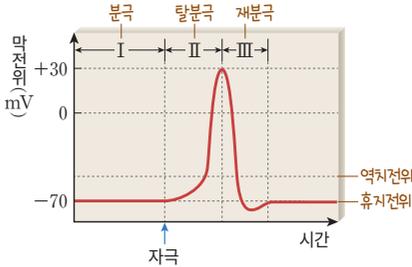
(다) 뉴런이 휴지 상태일 때 나타나는 막전위는 약  $-70\text{ mV}$ 이다.

**오답 피하기** (가) 뉴런이 자극을 받지 않은 휴지 상태일 때 나타나는 막전위를 휴지전위라고 하며, 휴지전위는 약  $-70\text{ mV}$ 이다.

(나) 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 막전위가 급격하게 상승했다가 다시 휴지전위로 돌아가는 활동전위가 발생한다.

05 답 ⑤

**자료 분석** 뉴런의 막전위 변화



- 구간 I: 막전위가 일정하게 유지된다. → 자극을 받지 않은 분극 상태이며, 휴지전위를 나타낸다.
- 구간 II: 막전위가 상승한다. →  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 확산하여 탈분극이 일어나고 있다.
- 구간 III: 막전위가 하강한다. →  $\text{K}^+$ 이 세포 밖으로 확산하여 재분극이 일어나고 있다.

ㄱ. 자극을 받은 뒤 뉴런의 막전위가 급격하게 상승했다가 하강하는 활동전위가 발생했으므로 뉴런에 주어진 자극의 세기는 역치 이상이다.

ㄴ. 구간 II에서 막전위가 상승하는 탈분극이 일어났으며, 구간 III에서는 막전위가 하강하는 재분극이 일어났다.

ㄷ.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프는 자극의 여부에 관계없이 항상 작동하면서 세포막을 경계로  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$ 의 불균등 분포를 형성한다. 따라서 구간 I ~ III에서 모두  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프가 작동한다.

06 답 ②

㉠은  $\text{K}^+$ , ㉡은  $\text{Na}^+$ 이다.

ㄷ. 뉴런에서  $\text{K}^+$ (㉠)의 농도는 항상 세포 밖보다 안이 더 높고,  $\text{Na}^+$ (㉡)의 농도는 항상 세포 안보다 밖이 더 높다.

**오답 피하기** ㄱ.  $\text{K}^+$ (㉠)의 막 투과도가 높아지면  $\text{K}^+$ (㉠)이  $\text{K}^+$  통로를 통해 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

ㄴ.  $\text{Na}^+$ (㉡)의 막 투과도가 높아지면  $\text{Na}^+$ (㉡)이  $\text{Na}^+$  통로를 통해 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

07

반응기관과 연결되어 있는 A는 원심성뉴런이며, 원심성뉴런(A)으로 명령을 내리는 B는 연합뉴런이다.

**예시 답안** A: 원심성뉴런, B: 연합뉴런, 원심성뉴런(A)은 연합뉴런(B)에서 내린 명령을 반응기관으로 전달하고, 연합뉴런(B)은 구심성뉴런으로부터 받아들인 신호를 통합하여 원심성뉴런(A)으로 명령을 내린다.

채점 기준	배점(%)
A와 B가 무엇인지 쓰고, A와 B의 기능을 신호의 전달과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
A와 B가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

08

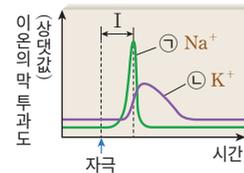
(가)는  $\text{Na}^+$  통로와  $\text{K}^+$  통로가 모두 닫혀 있으므로 자극을 받지 않은 분극 상태이고, (나)는  $\text{K}^+$  통로가 열려  $\text{K}^+$ 이 세포 안에서 밖으로 확산하므로 막전위가 하강하는 재분극 상태이다.

**예시 답안** (가) 분극, (나) 재분극, 분극(가)일 때 막전위는 일정하게 유지되고, 재분극(나)일 때 막전위는 하강한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)일 때와 (나)일 때의 막전위 변화를 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

09

**자료 분석** 이온의 막 투과도



- 휴지 상태일 때 항상 열려 있는 일부  $\text{K}^+$  통로에 의해  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도보다 높다.
- 역치 이상의 자극을 받으면  $\text{Na}^+$  통로가 열려  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도가 증가한다. →  $\text{Na}^+$ 이 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승한다.
- $\text{Na}^+$  통로가 닫히며  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도는 감소하고,  $\text{K}^+$  통로가 열려  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는 증가한다. →  $\text{K}^+$ 이 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강한다.

(1) 역치 이상의 자극을 받은 뒤 막 투과도가 먼저 증가하는 ㉠은 탈분극을 일으키는  $\text{Na}^+$ 이고, 이후에 막 투과도가 증가하는 ㉡은 재분극을 일으키는  $\text{K}^+$ 이다.

(2) 구간 I에서  $\text{Na}^+$ (㉠)의 막 투과도가 증가하므로  $\text{Na}^+$  통로를 통해  $\text{Na}^+$ (㉠)이 세포 밖에서 안으로 확산한다.

**예시 답안**  $\text{Na}^+$  통로가 열려  $\text{Na}^+$ 이 세포 밖에서 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승한다.

채점 기준	배점(%)
구간 I에서 일어나는 막전위의 변화를 주어진 단어를 모두 이용하여 옳게 설명한 경우	100
구간 I에서 일어나는 막전위의 변화를 주어진 단어 중 일부만 이용하여 설명한 경우	40

기본 탄탄 문제

86 쪽

- 01 신경자극전도 02 ㉠ Na<sup>+</sup>, ㉡ 탈분극, ㉢ 탈분극, ㉣ 재분극  
 03 (1)×(2)○(3)×(4)○(5)○ 04 시냅스 05 (가), (나)  
 06 (1)×(2)○(3)○(4)×(5)○

01 **답** 신경자극전도  
 신경자극전도는 자극을 받은 부위에서 발생한 활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하는 현상이다.

02 **답** ㉠ Na<sup>+</sup>, ㉡ 탈분극, ㉢ 탈분극, ㉣ 재분극  
 탈분극이 일어난 부위의 이웃한 부위에서는 옆으로 이동한 양(+)이온에 의해 Na<sup>+</sup>이 유입되어 탈분극이 일어나고, 이전에 탈분극이 일어났던 부위에서는 재분극이 일어나면서 활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하여 신경자극전도가 일어난다.

03 **답** (1)×(2)○(3)×(4)○(5)○  
 (가)는 K<sup>+</sup>이 유출되면서 막전위가 하강하는 재분극 상태, (나)는 Na<sup>+</sup>이 유입되면서 막전위가 상승하는 탈분극 상태, (다)는 분극 상태이므로 자극을 준 부위는 (가)이고, 신경자극전도는 (가)→(나)→(다) 순으로 일어난다.

04 **답** 시냅스  
 시냅스는 한 뉴런의 축삭돌기 말단이 다른 뉴런이나 세포와 좁은 틈을 사이에 두고 접해 있는 부위이며, 전도된 신경자극은 시냅스를 통해 다른 뉴런이나 세포로 전달된다.

05 **답** (가), (나)  
 (나)에 역치 이상의 자극을 주었으므로 (나)에서 활동전위가 발생하며, 시냅스전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기 방향으로만 일어나므로 (가)에서 활동전위가 발생한다.

06 **답** (1)×(2)○(3)○(4)×(5)○  
 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 신경세포체나 가지돌기에만 있으므로 시냅스전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기에서만 일어난다. 시냅스전달을 강화하거나 억제하는 물질은 약물로 쓰이기도 한다.

밀착 꼭꼭 문제

87 쪽~89 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 11 해설 참조 12 해설 참조 13 해설 참조

01 **답** ④

(가)일 때 축삭돌기의 왼쪽 부위에서는 Na<sup>+</sup>이 유입되어 탈분극이 일어나고, 가운데 부위에서는 K<sup>+</sup>이 유출되어 재분극이 일어나고 있으므로 신경자극전도는 오른쪽에서 왼쪽 방향으로 일어났음을 알 수 있다. 따라서 신경자극전도는 (나)→(다)→(가) 순으로 일어난다.

02 **답** ④

ㄴ. t일 때 ㉡에서는 재분극이 일어나고 있으므로 ㉡에서 K<sup>+</sup>이 K<sup>+</sup>통로를 통해 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강한다.  
 ㄷ. Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>펌프는 막전위와 관계없이 항상 Na<sup>+</sup>을 세포 안에서 밖으로 이동시킨다.

**오답 피하기** ㄱ. 신경자극전도가 ㉠→㉡→㉢ 순으로 일어났으며, t일 때 ㉡에서는 재분극이 일어나고 있으므로 ㉠에서는 이미 탈분극이 일어난 이후이다.

03 **답** ②

**자료 분석** 신경자극전도 과정

- (나) Na<sup>+</sup>이 유입된다. → 막전위가 상승하는 탈분극 상태이다.
- (다) K<sup>+</sup>이 유출된다. → 막전위가 하강하는 재분극 상태이다.
- (가)는 분극, (나)는 탈분극, (다)는 재분극, (라)는 분극 상태이다. → 자극을 준 지점은 (라)이고, 신경자극전도는 (라)→(다)→(나)→(가) 순으로 일어난다.

ㄷ. 막전위와 관계없이 뉴런에서 Na<sup>+</sup>의 농도는 항상 세포 안보다 밖이 더 높다.

**오답 피하기** ㄱ. 자극을 준 부위는 (라)이다.

ㄴ. 신경자극전도는 (라)→(다)→(나)→(가) 순으로 일어나고 있으므로 t 이후에도 (라)는 분극 상태이다.

04 **답** ①

ㄱ. Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프의 작용으로 Na<sup>+</sup>의 농도는 항상 세포 안보다 밖이 더 높고, K<sup>+</sup>의 농도는 항상 세포 밖보다 안이 더 높다. 따라서 이온통로를 통한 이온의 이동은 Na<sup>+</sup>은 세포 밖에서 안으로, K<sup>+</sup>은 세포 안에서 밖으로 확산된다. ㉠을 통해 세포 안으로 이온이 확산하므로 ㉠은 Na<sup>+</sup>통로이고, ㉡을 통해 세포 밖으로 이온이 확산하므로 ㉡은 K<sup>+</sup>통로이다. (나)는 Na<sup>+</sup>통로(㉠)를 통해 Na<sup>+</sup>이 유입되는 탈분극 상태이고, (다)는 K<sup>+</sup>통로(㉡)를 통해 K<sup>+</sup>이 유출되는 재분극 상태이다.

**오답 피하기** ㄴ. t일 때 (가)는 분극 상태이므로 막전위는 음(-)의 값이다.

ㄷ.  $t_1$ 일 때 (가)는 분극, (나)는 탈분극, (다)는 재분극 상태이므로 신경자극전도는 (다) → (나) → (가) 순으로 일어난다.

**05** 답 ③

신경자극전도는 A에서 B 방향으로 일어나므로 활동전위는 A에서 먼저 발생한다. 따라서 (나)는 A, (가)는 B의 막전위 변화를 나타낸 것이다.

ㄷ.  $t_2$ 일 때 A(나)는 막전위가 하강하는 재분극 상태이고, B(가)는 막전위가 상승하는 탈분극 상태이다.

**오답 피하기** ㄱ. (가)는 활동전위가 상대적으로 늦게 발생한 B의 막전위 변화를 나타낸 것이다.

ㄴ.  $t_1$ 일 때 A(나)는 막전위가 상승하는 탈분극 상태이고, B(가)는 아직 막전위가 상승하기 전인 분극 상태이므로  $Na^+$ 의 막 투과도는 A(나)에서가 B(가)에서보다 높다.

**06** 답 ①

**자료 분석** ● **신경자극전도**

지점	막전위
탈분극 ㉠	0 mV
재분극 ㉡	0 mV
과분극 ㉢	-80 mV

- ㉢의 막전위는 -80 mV이므로 막전위가 휴지전위보다 아래로 내려간 과분극 상태이다. → ㉢에서는 재분극이 끝나간다.
- 막전위가 0 mV인 ㉠과 ㉡에서는 탈분극 또는 재분극이 일어나고 있으므로 ㉠~㉢ 중 ㉢에서 활동전위가 가장 먼저 발생하였다.
- 자극을 준 지점은 (나)이고, 신경자극전도는 ㉢ → ㉡ → ㉠ 순으로 일어난다. → ㉢은 재분극 상태이고, ㉠은 탈분극 상태이다.

ㄱ. 신경자극전도는 ㉢ → ㉡ → ㉠ 순으로 일어나고 있으며,  $t_1$ 일 때 ㉠과 ㉡의 막전위는 모두 0 mV이므로 ㉠에서는 탈분극, ㉡에서는 재분극이 일어나고 있다.

**오답 피하기** ㄴ.  $t_1$ 일 때 ㉡에서 재분극이 일어나고 있다.  $t$  이후에 ㉡의 막전위는 하강했다가 다시 휴지전위로 돌아가므로,  $Na^+$ 의 막 투과도는  $K^+$ 의 막 투과도보다 높아지지 않는다.

ㄷ.  $t_1$ 일 때 ㉢은 과분극 상태이므로 ㉢에서는 재분극이 끝나간다. 따라서 ㉢과 (나) 사이에는 막전위가 -80 mV에서 휴지전위 사이의 값을 갖는 지점만 있다.

**07** 답 ⑤

(가) 시냅스는 한 뉴런의 축삭돌기 말단이 다른 뉴런이나 세포와 좁은 틈을 사이에 두고 접해 있는 부위로, 시냅스전달은 시냅스를 통해 일어난다.

(나) 시냅스전달은 시냅스에서 신호를 전달하는 화학 물질인 신경전달물질에 의해 일어난다.

(다) 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 신경세포체나 가지돌기에만 있으므로 시냅스전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기에서만 일어난다.

**08** 답 ②

ㄴ. 신경전달물질(㉠)은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 있는 시냅스소포에 들어 있다.

**오답 피하기** ㄱ. 신경자극이 시냅스전뉴런의 축삭돌기(㉡) 말단에 도달하면 시냅스틈으로 신경전달물질이 분비된다.

ㄷ. 신경전달물질(㉠)이 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 수용체와 결합하면 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 이온통로가 열려 이온이 세포 안으로 확산하고, 막전위가 상승하여 활동전위가 발생한다.

**09** 답 ②

**자료 분석** ● **시냅스전달**

(가)에서 X가 분비되고, (나)에 X의 수용체가 있으므로 X는 신경전달물질이고, (가)는 시냅스전뉴런, (나)는 시냅스후뉴런이다. → 시냅스전달은 (가) → (나) 방향으로만 일어난다.

ㄷ. 시냅스전뉴런(가)의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질(X)이 들어 있는 시냅스소포가 있으며, 신경자극이 축삭돌기 말단에 도달하면 시냅스소포가 세포막과 융합하여 시냅스틈으로 신경전달물질(X)이 분비된다.

**오답 피하기** ㄱ. 신경전달물질(X)은 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 수용체에 결합하여 이온통로를 열 뿐 이온통로를 통해 시냅스후뉴런으로 유입되지 않는다.

ㄴ. 신경전달물질(X)이 들어 있는 시냅스소포는 시냅스전뉴런(가)의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 시냅스후뉴런(나)의 신경세포체나 가지돌기에만 있으므로 시냅스전달은 (가) → (나) 방향으로만 일어난다.

**10** 답 ①

(나)의 B와 C 사이의 한 지점에 역치 이상의 자극을 주면 활동전위가 발생하고, 신경자극전도가 일어나 B, C, D에서 모두 활동전위가 발생한다. 시냅스전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기에서만 일어나므로 B에서 발생한 활동전위는 (나)의 축삭돌기 말단으로 전도된 뒤 시냅스전달에 의해 (가)로 전달된다.

ㄱ. (가)는 말이집이 있는 뉴런이므로 도약전도가 일어난다.

**오답 피하기** 나. 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로만 일어나므로, (나)에서 (다)로 시냅스전달이 일어나지 않는다. 따라서 E에서는 활동전위가 발생하지 않으므로 A~E 중 활동전위가 발생하는 지점은 A, B, C, D 총 4 개이다.

다. 시냅스전달은 (나) → (가) 방향으로만 일어나므로 활동전위는 B에서 먼저 발생한다. 따라서 B에서 처음 탈분극이 일어나 활동전위가 발생하는 시점에 A로는 아직 신호가 전달되지 못했으므로 A에서 재분극은 일어나지 않는다.

**11**

㉠ 부위에 역치 이상의 자극을 주었으므로 신경자극전도는 ㉠ → ㉡ → ㉢ 순으로 일어난다. /일 때 ㉡은 상대적으로 세포 안이 양(+)전하를, 밖이 음(-)전하를 띠므로 탈분극 상태이고, ㉢은 막전위가 휴지전위이므로 분극 상태이다. 따라서 ㉠은 재분극 상태이다.

**예시 답안** ㉠에서는 K<sup>+</sup>이 K<sup>+</sup>통로를 통해 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강하며, ㉡에서는 Na<sup>+</sup>이 Na<sup>+</sup>통로를 통해 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승한다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡에서 일어나는 막전위의 변화를 K <sup>+</sup> 와 Na <sup>+</sup> 의 확산과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡에서 일어나는 막전위의 변화만 옳게 설명한 경우	50

**12**

시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스틈으로 분비된 신경전달물질이 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 이온통로가 열리고 이온이 세포 안으로 확산된다.

**예시 답안** 시냅스후뉴런, 시냅스후뉴런(㉠)의 막전위가 상승하여 시냅스후뉴런(㉡)에서 활동전위가 발생한다.

채점 기준	배점(%)
㉠이 무엇인지 쓰고, ㉡에서 일어나는 현상을 막전위와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
㉠이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**13**

신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포는 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 있고, 신경전달물질의 수용체는 시냅스후뉴런의 신경세포체나 가지돌기에만 있으므로 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로만 일어난다.

**예시 답안** (다), (가)에서 발생한 신경자극은 (다)로는 전달되지만, (나)로는 전달되지 않으며, (나)에서 발생한 신경자극은 (가)와 (다)로 모두 전달된다. 따라서 시냅스전달은 (나) → (가) → (다) 순으로 일어나므로 (다)에 역치 이상의 자극을 주었을 때 (다)에서만 활동전위가 발생한다.

채점 기준	배점(%)
활동전위가 발생하는 뉴런을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
활동전위가 발생하는 뉴런만 옳게 쓴 경우	30

**일전 문제**

90 쪽 ~ 93 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

- 12 (1) ㉠ 가지돌기, ㉡ 축삭돌기, ㉢ 랭비에결절 (2) 해설 참조  
13 (1) ㉠ Na<sup>+</sup>, ㉡ K<sup>+</sup> (2) 해설 참조 (3) 해설 참조    14 (1) (가) → (나) (2) 해설 참조    15 해설 참조    16 해설 참조

**01**

답 ⑤

나. 랭비에결절은 말미집이 있는 뉴런의 축삭돌기에서 말미집으로 싸여 있지 않은 부분이며, 말미집은 일반적으로 슈반세포로 이루어져 있다.

다. 뉴런은 신경계를 구성하는 기본 단위로, 자극을 받아들이고 신호를 다른 뉴런이나 세포로 전달한다.

**오답 피하기** ㉠. ㉠은 신경세포체에서 길게 뻗어 나온 돌기인 축삭돌기의 말단이다.

**02**

답 ③

㉠. 축삭돌기 말단이 반응기관과 연결되어 있는 ㉠은 원심성뉴런으로, 연합뉴런에서 내린 명령을 반응기관으로 전달한다.

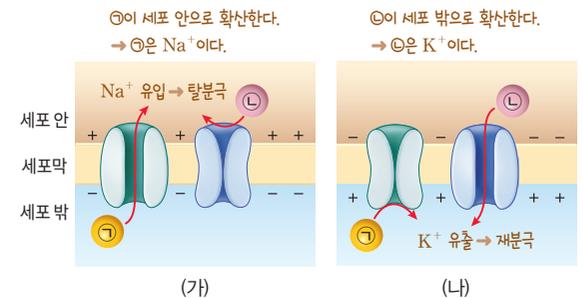
나. ㉡에서 받아들인 신호는 ㉢으로 전달되며, ㉠이 원심성뉴런이므로 ㉢은 연합뉴런, ㉡은 구심성뉴런이다. 연합뉴런(㉢)은 구심성뉴런(㉡)으로부터 받아들인 신호를 통합하여 원심성뉴런(㉠)으로 명령을 내린다.

**오답 피하기** ㉠. 감각기관에서 생성된 신호는 구심성뉴런(㉡) → 연합뉴런(㉢) → 원심성뉴런(㉠) 순으로 전달된다.

**03**

답 ①

**자료 분석** 활동전위의 발생



- ㉠은 세포 안으로 확산하므로 세포 안보다 밖의 농도가 더 높은 Na<sup>+</sup>이다. → (가)에서 Na<sup>+</sup>의 유입으로 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.
- ㉡은 세포 밖으로 확산하므로 세포 밖보다 안의 농도가 더 높은 K<sup>+</sup>이다. → (나)에서 K<sup>+</sup>의 유출로 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

ㄱ. (가)는  $\text{Na}^+$  (㉠)의 유입에 의한 탈분극이 일어날 때이고, (나)는  $\text{K}^+$  (㉡)의 유출에 의한 재분극이 일어날 때이다.

**오답 피하기** ㄴ. (나)에서는 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다. 막전위가 휴지전위에서 역치전위로 변하기 위해서는 막전위가 상승하는 탈분극(가)이 일어나야 한다.

ㄷ. 활동전위가 발생할 때 탈분극(가)이 먼저 일어난 뒤 재분극(나)이 일어난다.

04

ㄱ. ㉠은 활동전위가 발생할 때 막전위가 상승하는 최대값이고, ㉡는 자극을 받지 않은 휴지 상태에서 나타나는 휴지전위이다. 역치 이상의 자극을 받으면 막전위가 휴지전위(㉡)에서 ㉢까지 상승한 뒤, ㉢에 도달하면 급격하게 상승하므로 ㉢는 역치전위이다.

**오답 피하기** ㄴ. 하나의 뉴런에서 자극의 여부와 관계없이 휴지전위(㉡)는 일정하며, 역치 이상의 자극을 받았을 때 자극의 세기와 관계없이 활동전위의 최대값(㉠)도 일정하다. 따라서 이 뉴런에서 역치 이상의 자극에 대해서는 자극의 세기가 강해져도 활동전위의 크기인 ㉠의 값이 일정하다.

ㄷ.  $\text{Na}^+$  통로를 통한  $\text{Na}^+$ 의 확산은 농도 차에 의해 세포 밖에서 안으로만 일어난다. I에서  $\text{Na}^+$ 은  $\text{Na}^+$  통로를 통해 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승한다.

05

ㄴ. 뉴런에 역치 이상의 자극을 주었을 때  $\text{Na}^+$ 의 유입에 의한 탈분극이 일어난 뒤  $\text{K}^+$ 의 유출에 의한 재분극이 일어나므로 ㉠은  $\text{Na}^+$ , ㉡는  $\text{K}^+$ 이고,  $t_1$ 일 때에는 탈분극,  $t_2$ 일 때에는 재분극이 일어난다. 재분극이 일어나는  $t_2$ 일 때  $\text{K}^+$  (㉡)은  $\text{K}^+$  통로를 통해 세포 밖으로 확산한다.

**오답 피하기** ㄱ.  $t_1$ 일 때  $\text{Na}^+$  (㉠)이  $\text{Na}^+$  통로를 통해 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나므로 막전위는 휴지전위보다 높다.

ㄷ. 자극 여부에 관계없이  $\text{Na}^+$  (㉠)의 농도는 항상 세포 밖이 안보다 더 높다.

**개념 더하기** ④ 휴지 상태일 때 이온의 분포

- $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프가 ATP를 사용하여  $\text{Na}^+$ 을 세포 안에서 밖으로,  $\text{K}^+$ 를 세포 밖에서 안으로 이동시켜 세포막을 경계로  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$ 의 불균등 분포가 형성된다. →  $\text{Na}^+$ 의 농도는 세포 안보다 밖이 더 높고,  $\text{K}^+$ 의 농도는 세포 밖보다 안이 더 높다.
- 이온의 불균등 분포로 인해  $\text{Na}^+$ 은 세포 밖에서 안으로 확산하고,  $\text{K}^+$ 은 세포 안에서 밖으로 확산한다.

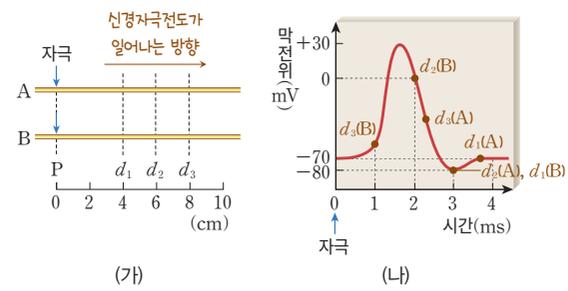
06

ㄷ.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프는 항상 작동하면서  $\text{Na}^+$ 을 세포 안에서 밖으로 이동시키고,  $\text{K}^+$ 을 세포 밖에서 안으로 이동시켜 세포막을 경계로 형성된  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$ 의 불균등 분포를 유지한다. 따라서 구간 I과 II에서 모두  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프에 의해  $\text{K}^+$ 이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

**오답 피하기** ㄱ, ㄴ.  $t_1$ 일 때  $\text{Na}^+$ 이  $\text{Na}^+$  통로를 통해 세포 밖에서 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고,  $t_2$ 일 때  $\text{K}^+$ 이  $\text{K}^+$  통로를 통해 세포 안에서 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다. 따라서  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 높다.

07

**자료 분석** ④ 신경자극전도와 막전위 변화



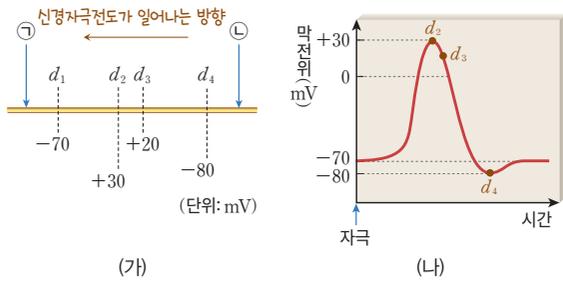
- 축삭돌기의 한 지점에 신경자극이 도달하고 3 ms가 지나야 막전위가  $-80 \text{ mV}$ 가 된다.
- P 지점에 역치 이상의 자극을 1 회 주고 경과된 시간이 5 ms일 때 A의  $d_2$ 와 B의  $d_1$ 에서 막전위가  $-80 \text{ mV}$ 가 되었으므로 P로부터 A의  $d_2$ 와 B의  $d_1$ 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 2 ms이다.
- A의  $d_2$ 는 P로부터 6 cm 떨어져 있으므로 A의 신경자극전도 속도는  $\frac{6 \text{ cm}}{2 \text{ ms}} = 3 \text{ cm/ms}$ 이고, B의  $d_1$ 은 P로부터 4 cm 떨어져 있으므로 B의 신경자극전도 속도는  $\frac{4 \text{ cm}}{2 \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$ 이다.

ㄱ. A의 신경자극전도 속도는  $3 \text{ cm/ms}$ 이다.

ㄴ. A의 신경자극전도 속도는  $3 \text{ cm/ms}$ 이므로 P로부터 8 cm 떨어져 있는 A의  $d_3$ 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은  $\frac{8}{3} \text{ ms}$ 이다. 따라서 A와 B의 P 지점에 역치 이상의 자극을 동시에 1 회 주고 경과된 시간이 5 ms(㉠)일 때 A의  $d_3$ 에서의 막전위(㉡)는 (나)에서 시간이  $5 \text{ ms} - \frac{8}{3} \text{ ms} = \frac{7}{3} \text{ ms}$ 일 때의 막전위이다. B의 신경자극전도 속도는  $2 \text{ cm/ms}$ 이므로 P로부터 8 cm 떨어져 있는 B의  $d_3$ 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 4 ms이다. 따라서 ㉠일 때 B의  $d_3$ 에서의 막전위(㉢)는 (나)에서 시간이  $5 \text{ ms} - 4 \text{ ms} = 1 \text{ ms}$ 일 때의 막전위이다. 따라서 ㉡와 ㉢는 모두 0보다 작다.

ㄷ. A와 B의 P 지점에 역치 이상의 자극을 1 회 주고 경과된 시간이 5 ms(㉠)일 때 P로부터 6 cm 떨어져 있는 B의  $d_2$ 에서의 막전위는 (나)에서 시간이  $5 \text{ ms} - 3 \text{ ms} = 2 \text{ ms}$ 일 때의 막전위이므로  $0 \text{ mV}$ 이며 재분극이 일어나고 있다. 따라서  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는 탈분극이 일어나고 있는 B의  $d_3$ 에서가 재분극이 일어나고 있는 B의  $d_2$ 에서보다 낮다.

자료 분석 ③ 신경자극전도



(가) (나)  
 t일 때 d<sub>4</sub>의 막전위는 휴지전위보다 낮은 -80 mV이고, d<sub>2</sub>의 막전위는 활동전위의 최댓값인 +30 mV이므로 신경자극전도는 d<sub>4</sub>에서 d<sub>1</sub> 방향으로 일어난다. → 자극을 준 지점은 ㉠이다.

7. d<sub>1</sub>~d<sub>4</sub> 중 활동전위가 가장 먼저 발생한 지점은 d<sub>4</sub>이므로 자극을 준 지점은 ㉠이다.

㉡. 자극을 준 지점은 ㉠이므로 활동전위는 d<sub>1</sub>~d<sub>4</sub> 중 d<sub>1</sub>에서 가장 늦게 발생할 것이다. t일 때 d<sub>1</sub>의 막전위는 휴지전위이므로 신경자극전도가 d<sub>1</sub>까지 일어나지 않았다는 것을 알 수 있다. 따라서 t일 때 ㉠과 d<sub>1</sub> 사이에는 신경자극이 전도된 지점이 없으므로 모두 막전위가 음(-)의 값인 휴지전위를 나타낸다.

오답 피하기 ㉢. 신경자극전도는 d<sub>4</sub> → d<sub>3</sub> → d<sub>2</sub> 순으로 일어난다. t일 때 d<sub>4</sub>의 막전위는 -80 mV이고, d<sub>2</sub>의 막전위는 +30 mV이다. d<sub>3</sub>의 막전위는 +20 mV이므로 d<sub>3</sub>에서는 막전위가 하강하는 재분극 일어난다.

09

7. 시냅스전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후 뉴런의 신경세포체나 가지돌기에서만 일어나고, P와 Q 중 한 지점에 자극을 주었을 때 ㉠에서 처음 탈분극이 일어났다. 따라서 자극을 준 지점은 P이다.

㉡. Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>펌프는 자극 여부에 관계없이 항상 작동하므로 ㉢에서 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>펌프에 의해 Na<sup>+</sup>이 세포 안에서 밖으로 이동했다.

오답 피하기 ㉣. 신경자극전도는 ㉠ → ㉡ → ㉢ 순으로 일어난다. t일 때 ㉠에서 처음 탈분극이 일어났으므로 ㉡으로 아직 신경자극이 전도되지 않았다. 따라서 t일 때 ㉡에서 재분극이 일어나지 않았다.

10

㉣. ㉠은 시냅스전뉴런(B)의 축삭돌기 말단으로, 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포가 있다.

㉡. ㉠과 ㉡에 모두 역치 이상의 자극을 주면 말이집이 있는 A에서만 도약전도가 일어나고, 말이집이 없는 C에서는 도약전도가 일어나지 않는다. 또한 시냅스전달은 시냅스전뉴런(B)에서 시냅스후 뉴런(C)으로만 일어나므로 B에서는 활동전위가 발생하지 않는다.

오답 피하기 ㉢. A는 축삭돌기 말단이 근육과 연결되어 있으므로 반응기관(근육)으로 신호를 전달하는 원심성뉴런이다.

11

7. ㉠은 뉴런의 세포막에 있는 단백질이며 신경전달물질과 결합하므로 시냅스후뉴런의 세포막에 있는 신경전달물질의 수용체이다.

㉡. 신경전달물질이 수용체(㉠)에 결합하면 이온통로가 열려 이온이 세포 안으로 확산한다.

오답 피하기 ㉣. 신경전달물질의 수용체(㉠)는 신경세포체나 가지돌기에만 있으므로 시냅스후뉴런의 가지돌기인 ㉠에 있다.

12

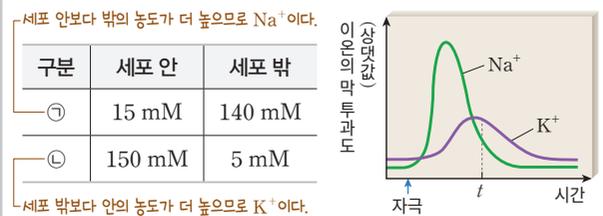
(1) A는 감각기관과 연결되어 있으므로 구심성뉴런이다. ㉠은 감각기관과 연결되어 있는 가지돌기이며, ㉡은 말이집으로 싸여 있는 축삭돌기이다. 말이집이 있는 뉴런에서는 말이집으로 싸여 있지 않은 부위인 랑비에결절(㉢)에서만 활동전위가 발생하는 도약전도가 일어난다.

(2) 예시 답안 구심성뉴런, 감각기관에서 생성된 신호를 받아들여 연합 뉴런으로 전달한다.

채점 기준	배점(%)
A가 무엇인지 쓰고, A의 기능을 신호의 전달과 관련하여 옳게 설명한 경우	100
A가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

13

자료 분석 ④ 이온의 농도와 막 투과도



(1) 역치 이상의 자극을 받은 뒤 막 투과도가 먼저 증가하는 ㉠은 Na<sup>+</sup>이고, 이후에 막 투과도가 증가하는 ㉡은 K<sup>+</sup>이다.

(2) 예시 답안 세포막에 있는 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>펌프가 에너지를 사용하여 Na<sup>+</sup>(㉠)은 세포 안에서 밖으로 이동시키고, K<sup>+</sup>(㉡)은 세포 밖에서 안으로 이동시키기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
Na <sup>+</sup> -K <sup>+</sup> 펌프가 에너지를 사용하여 Na <sup>+</sup> 을 세포 밖으로, K <sup>+</sup> 을 세포 안으로 이동시키기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
Na <sup>+</sup> -K <sup>+</sup> 펌프가 Na <sup>+</sup> 과 K <sup>+</sup> 을 이동시키기 때문이라고만 설명한 경우	50

(3) t일 때 K<sup>+</sup>의 막 투과도가 Na<sup>+</sup>의 막 투과도보다 높으므로 Na<sup>+</sup>의 유입보다 K<sup>+</sup>의 유출이 더 많이 일어난다. 따라서 t일 때 K<sup>+</sup>이 K<sup>+</sup> 통로를 통해 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

**예시 답안**  $K^+$ 이  $K^+$  통로를 통해 세포 안에서 밖으로 이동하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
t일 때 뉴런의 막전위 변화를 세포막을 통한 이온의 이동과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
t일 때 뉴런의 막전위 변화만 옳게 설명한 경우	30

14

(1)  $K^+$ 의 농도는 항상 세포 안(㉠)이 세포 밖(㉡)보다 높다. (가)는 상대적으로 세포 안(㉠)이 양(+전하를, 밖(㉡)이 음(-전하를) 띠므로 처음 탈분극이 일어난 상태이고, (나)는 상대적으로 세포 안(㉠)이 음(-전하를, 밖(㉡)이 양(+전하를) 띠므로 아직 신경자극이 전도되지 않은 분극 상태이다.

(2) 신경자극은 (가)에서 (나)로 전도되므로 t 이후에 옆으로 이동한 양(+이온에 의해 (나)에서 탈분극이 일어난다.

**예시 답안** (나)에서는 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
(나)에서 일어나는 막전위의 변화를 옳게 설명한 경우	100
그 외의 경우	0

15

B에 역치 이상의 자극을 주면 A~D에서 모두 활동전위가 발생하므로 B는 A~D 중 가장 앞에 있는 시냅스전뉴런이다. 따라서 A에 역치 이상의 자극을 주면 B가 아닌 C에서 활동전위가 발생하며, D에서는 활동전위가 발생하지 않으므로 시냅스전달은 B → D → A → C 순으로 일어난다.

**예시 답안** B → D → A → C, D에 역치 이상의 자극을 주면 시냅스전달이 일어나 A와 C에서는 활동전위가 발생하고, B로는 시냅스전달이 일어나지 않아 활동전위가 발생하지 않는다.

채점 기준	배점(%)
시냅스전달이 일어나는 방향을 쓰고, D에 역치 이상의 자극을 1회 주었을 때 A~C에서의 활동전위 발생 여부를 시냅스전달과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
시냅스전달이 일어나는 방향만 옳게 쓴 경우	30

16

긴장과 통증을 완화하는 약물은 시냅스전달을 억제하는 진정제이고, 심장박동과 호흡이 빨라지는 등 긴장 상태를 유지하는 약물은 시냅스전달을 강화하는 각성제이다.

**예시 답안** (가) 진정제, (나) 각성제, 진정제(가)는 시냅스전달을 억제하고, 각성제(나)는 시냅스전달을 강화한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)가 시냅스전달에 미치는 영향을 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

02 신경계와 항상성

10장 사람의 신경계

기본 탄탄 문제

97 쪽

- 01 (1) × (2) ○ (3) ○    02 (1) A: 대뇌, B: 사이뇌, C: 다리뇌, D: 중간뇌, E: 소뇌, F: 숨골 (2) ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢ ④ ㉣ ⑤ ㉤ ⑥ ㉥    03 (1) × (2) × (3) ○    04 (1) ㉠ 백색질, ㉡ 회색질 (2) ㉠ 후근, ㉡ 구심성신경 (3) ㉠ 전근, ㉡ 원심성신경 (4) ㉠ C, ㉡ D    05 (1) ㉠ 대뇌, ㉡ 골격근 (2) 1 (3) 아세틸콜린    06 (1) (가) 교감신경, (나) 부교감신경 (2) A: 노르에피네프린, B: 아세틸콜린 (3) ① (가) ② (나) ③ (나) ④ (나) ⑤ (가)

01    ㉠ (1) × (2) ○ (3) ○  
뇌신경과 척수신경은 각각 뇌와 척수를 운모로 연결하는 신경으로 말초신경계를 구성한다.

02    ㉠ (1) A: 대뇌, B: 사이뇌, C: 다리뇌, D: 중간뇌, E: 소뇌, F: 숨골 (2) ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉢ ④ ㉣ ⑤ ㉤ ⑥ ㉥  
대뇌(A)는 언어, 기억, 상상 등 고등 정신 활동을 담당하고, 사이뇌(B)는 체온, 삼투압 등의 항상성 유지에 관여한다. 다리뇌(C)는 중간뇌와 말초신경계 사이에서 정보를 전달하고, 중간뇌(D)는 동공반사의 중추이다. 소뇌(E)는 골격근 운동과 몸의 균형을 조절하고, 숨골(F)은 심장박동, 소화 운동, 호흡운동의 중추이다.

03    ㉠ (1) × (2) × (3) ○  
대뇌의 겉질은 회색질, 속질은 백색질이고, 겉질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다.

04    ㉠ (1) ㉠ 백색질, ㉡ 회색질 (2) ㉠ 후근, ㉡ 구심성신경 (3) ㉠ 전근, ㉡ 원심성신경 (4) ㉠ C, ㉡ D  
척수의 겉질(A)은 뉴런의 축삭돌기가 모인 백색질이고, 속질(B)은 뉴런의 신경세포체가 모인 회색질이다. 후근(C)은 구심성신경(감각신경) 다발, 전근(D)은 원심성신경(운동신경, 자율신경) 다발로 구성된다.

05    ㉠ (1) ㉠ 대뇌, ㉡ 골격근 (2) 1 (3) 아세틸콜린  
체성신경계는 대부분 대뇌의 지배를 받으며 중추신경계의 명령을 골격근으로 전달하여 의식적인 몸의 움직임에 관여한다. 중추에서 반응기관까지 1개의 뉴런으로 연결되며, 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다.

06    ㉠ (1) (가) 교감신경, (나) 부교감신경 (2) A: 노르에피네프린, B: 아세틸콜린 (3) ① (가) ② (나) ③ (나) ④ (나) ⑤ (가)  
교감신경(가)의 작용이 활성화되면 동공 확대, 숨관까지 이완, 심장박동 촉진, 방광 비움 억제, 소화 작용 억제의 작용이 나타나고, 부교감신경(나)의 작용이 활성화되면 교감신경(가)의 작용과 반대로 동공 축소, 숨관까지 수축, 심장박동 억제, 방광 비움 촉진, 소화 작용 촉진의 작용이 나타난다.

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

단답형·서술형 문제

- 13 (1) (가) 말초신경계, (나) 중추신경계, (다) 말초신경계 (2) 해설 참조 14 (1) A: 사이뇌, B: 중간뇌, C: 숨골, D: 대뇌, E: 척수 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조 15 (1) A → B → C → D → E (2) A → F → E (3) 해설 참조 16 (1) 교감신경 (2) 해설 참조

01 답 ③  
③ 중추신경계는 뇌와 척수로 구성되며, 말초신경계는 뇌에서 뻗어 나온 12 쌍의 뇌신경과 척수에서 뻗어 나온 31 쌍의 척수신경으로 구성된다.

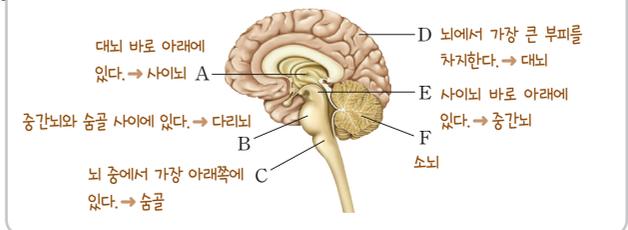
- 오답 피하기** ① 중추신경계는 감각기관으로 받아들인 정보를 종합한 뒤 반응할 수 있도록 명령을 내리며, 뇌와 척수로 구성된다.  
②, ④ 사람의 신경계는 정보를 받아 통합한 뒤 명령을 내리는 중추신경계와 온몸에 퍼져 있어 몸의 각 부분과 중추신경계 사이에서 정보를 전달하는 말초신경계로 구분한다.  
⑤ 신경계는 감각기관으로 들어온 정보를 받아들이고, 이를 통합하여 반응기관에 명령을 전달하는 기관계이다.

02 답 ②  
감각기관으로 정보를 받아들여 (나)로 전달하거나 반응기관으로 명령을 전달하는 (가)는 말초신경계이고, 정보를 통합하여 반응기관으로 명령을 내리는 (나)는 중추신경계이다.  
ㄴ. 중추신경계(나)는 뇌와 척수로 구성되며, 뇌와 척수는 연합뉴런으로 구성된다.

**오답 피하기** ㄱ, ㄷ. 말초신경계(가)는 온몸에 퍼져 있어 감각기관으로 받아들인 정보를 중추신경계(나)에 전달하고, 중추신경계(나)에서 정보를 종합하여 이에 대해 반응할 수 있도록 내린 명령을 반응기관에 전달한다.

03 답 ④

자료 분석 뇌의 구조



- ㄴ. 다리뇌(B), 숨골(C), 중간뇌(E)는 생명을 유지하는 데 필수적인 기능을 하는 뇌줄기에 속한다.  
ㄷ. 대뇌(D)는 언어, 기억 등의 고등 정신 활동을 담당한다.  
**오답 피하기** ㄱ. 심장박동과 소화 작용의 조절 중추는 숨골(C)이다.

04 답 ⑤  
ㄱ. (가)는 뇌에서 가장 큰 부피를 차지하므로 대뇌이다. 대뇌(가)는 걸질이 주요 기능 대부분을 담당하고, 걸질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분된다.

ㄷ. (다)는 몸의 균형을 조절하고, 골격근 운동 조절에 관여하므로 소뇌이다. 소뇌(다)는 대뇌(가)와 마찬가지로 좌우 2 개의 반구로 구성된다.  
**오답 피하기** ㄴ. (나)는 체온, 삼투압 등 항상성 유지에 관여하므로 사이뇌이다.

05 답 ②  
숨골과 다리뇌는 뇌줄기에 속하지만, 척수는 뇌줄기에 속하지 않으므로 C는 척수이며, 하품의 중추는 숨골이므로 A는 숨골이고, B는 다리뇌이다.

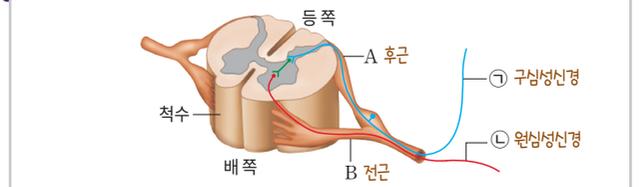
ㄷ. 척수(C)의 속질은 뉴런의 신경세포체가 모여 있어 회색을 띠는 회색질이다.  
**오답 피하기** ㄱ, ㄴ. 호흡운동의 조절 중추는 숨골(A)이다.

06 답 ④  
동공반사의 중추는 중간뇌이므로 (가)는 중간뇌, (나)는 척수이다. 척수(나)는 배뇨, 무릎반사, 회피반사 등과 같은 반사 중추이다.  
ㄱ. 무릎반사의 중추는 척수(나)이다.

ㄷ. 뇌와 말초신경계를 이어 주는 통로 역할을 하는 것은 척수(나)이다.  
**오답 피하기** ㄴ. 교감신경의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수(나)의 속질(회색질)에 있어 척수(나)의 가운데 부분에서 뻗어 나온다.

07 답 ④

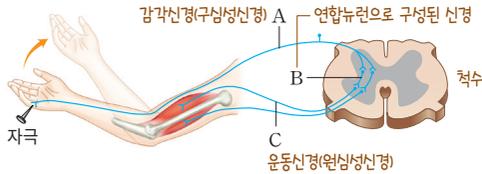
자료 분석 척수의 구조와 기능



- A는 척수의 등 쪽에서 좌우로 1 개씩 나오므로 후근이다. → ㉠은 후근(A)을 구성하므로 구심성신경(감각신경)이다.
- B는 척수의 배 쪽에서 좌우로 1 개씩 나오므로 전근이다. → ㉡은 전근(B)을 구성하므로 원심성신경(운동신경, 자율신경)이다.
- 구심성신경(감각신경)은 감각기관과 연결되어 있고, 원심성신경(운동신경, 자율신경)은 반응기관과 연결되어 있다.

ㄱ, ㄷ. 척수의 등 쪽으로 구심성신경(㉠) 다발이 나와 후근(A)을 이루고, 척수의 배 쪽으로 원심성신경(㉡) 다발이 나와 전근(B)을 이룬다.  
**오답 피하기** ㄴ. ㉠은 후근(A)을 구성하는 구심성신경(감각신경)이므로 감각기관과 연결되어 있다.

**자료 분석** 회피반사의 신호 전달 경로



- 감각기관인 손의 피부와 연결된 A는 감각신경, 척수를 구성하는 B는 연합뉴런으로 구성된 신경, 반응기관인 근육과 연결된 C는 운동신경이다.
- 회피반사의 신호 전달 경로: 자극 → 감각기관 → 감각신경 → 척수 → 운동신경 → 반응기관 → 반응

나. C는 신경세포체가 척수에 있으며, 반응기관에 명령을 전달하는 운동신경이므로 체성신경계에 속한다.

**오답 피하기** ㄱ. 감각신경(A)은 척수의 후근을 구성한다.

ㄷ. 회피반사가 일어날 때의 신호는 감각신경(A) → 연합뉴런으로 구성된 신경(B) → 운동신경(C)의 방향으로 전달된다.

09

ㄱ, ㄷ. (가)는 눈에서 받아들인 시각 정보를 중추인 대뇌로 전달하므로 구심성신경이다. (나)는 중추의 반응 명령을 내분비샘으로 전달하므로 자율신경계를 구성하는 원심성신경이고, (다)는 체성신경계를 구성하는 원심성신경이다. 체성신경계(다)는 중추의 반응 명령을 골격근으로 전달한다.

**오답 피하기** 나. 체성신경계를 구성하는 것은 (다)이다.

10

**자료 분석** 말초신경계



- 체성신경계는 중추에서 반응기관까지 하나의 뉴런으로 연결되고, 자율신경계는 중추에서 반응기관까지 2 개의 뉴런으로 연결된다. → ㉠~㉢은 자율신경계, ㉡은 체성신경계에 해당한다.
- ㉠~㉡의 말단에서는 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다.

ㄱ. A는 자율신경계를 이루는 뉴런이 연결되어 있으므로 눈이고, B는 체성신경계를 이루는 뉴런이 연결되어 있으므로 골격근이다.

ㄷ. 부교감신경의 신경절이후 뉴런(㉢)과 체성신경계를 이루는 뉴런(㉡)에서는 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다.

**오답 피하기** 나. 중추신경계와 눈을 연결하는 부교감신경의 신경절이전 뉴런(㉠)의 신경세포체는 중간뇌에 있고, 교감신경의 신경절이전 뉴런(㉡)의 신경세포체는 척수의 속질에 있다.

ㄷ. ㉡은 중추신경계의 명령을 골격근(B)으로 전달하는 운동뉴런(원심성뉴런)이므로 척수의 전근을 구성한다.

11

(가)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길므로 부교감신경이고, (나)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧으므로 교감신경이다.

ㄱ. 교감신경(나)의 신경절이후 뉴런에서는 신경전달물질로 노르에피네프린(A)이 분비된다.

**오답 피하기** 나. (가)는 부교감신경이다.

ㄷ. 교감신경(나)의 작용이 활성화되면 노르에피네프린(A)이 분비되어 위에서 소화 작용이 억제된다.

12

(가)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧으므로 교감신경이고, (나)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길므로 부교감신경이다.

ㄱ. 교감신경(가)의 작용이 활성화되면 방광 비움이 억제되고, 부교감신경(나)의 작용이 활성화되면 방광 비움이 촉진된다. 따라서 ㉠은 억제, ㉢은 촉진이다.

**오답 피하기** 나. 교감신경(가)의 신경절이전 뉴런에서 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비된다.

ㄷ. 방광에 연결된 교감신경(가)과 부교감신경(나)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 모두 척수에 있다.

13

(1) (나)는 정보를 통합하므로 연합뉴런으로 구성된 중추신경계이다. (가)는 감각기관과 중추를 연결하므로 감각뉴런(구심성뉴런)으로 구성되고, (다)는 중추와 반응기관을 연결하는 운동뉴런(원심성뉴런)으로 구성된다. 따라서 (가)와 (다)는 각각 말초신경계의 구심성신경과 원심성신경을 구성한다.

(2) **예시답안** A 방향으로는 감각기관에서 받아들인 정보가 전달되고, B 방향으로는 중추에서 내린 명령이 반응기관으로 전달된다.

채점 기준	배점(%)
A 방향으로 정보가 전달되는 것과 B 방향으로 반응 명령이 전달되는 것을 모두 옳게 설명한 경우	100
A 방향으로 정보가 전달되는 것과 B 방향으로 반응 명령이 전달되는 것 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

14

(1) A는 사이뇌, B는 중간뇌, C는 숨골, D는 대뇌, E는 척수이다.

(2) **예시답안** D, 고등 정신 활동을 담당한다. 골격근의 운동을 조절한다. 등

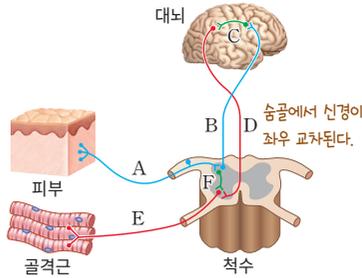
채점 기준	배점(%)
A~E 중 ㉠이 무엇인지 쓰고, ㉠의 기능을 한 가지 옳게 설명한 경우	100
A~E 중 ㉠이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

(3) 예시답안 E, 배뇨, 배변, 무릎반사와 같은 반사의 중추이다.

채점 기준	배점(%)
A~E 중 ㉠이 무엇인지 쓰고, ㉡의 기능을 한 가지 옳게 설명한 경우	100
A~E 중 ㉠이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

15

자료 분석 ① 의식적 반응과 반사



- 시냅스전달은 A → F → E 방향으로 일어난다. → A는 감각신경(구심성신경), E는 운동신경(원심성신경)이다.
- 의식적 반응은 대뇌가 중추이므로 A → B → C → D → E 방향으로 일어난다.
- 반사는 척수가 중추이므로 A → F → E의 경로로 일어난다.

- (1) 의식적 반응은 대뇌의 판단과 명령에 의해 일어난다.
- (2) 척수가 중추인 반사는 척수의 명령에 의해 일어나며, 감각기관에서 들어온 신호가 대뇌로 전달되기 전에 반사 중추의 명령이 바로 운동신경으로 전달되어 일어난다.
- (3) 척수가 중추가 되어 일어나는 반사는 대뇌가 관여하는 의식적 반응보다 반응 경로가 짧아 위급한 상황에서 빠르게 반응하는데 유리하다.

예시답안 반사는 의식적 반응보다 반응 경로가 짧아 빠르게 반응할 수 있어 갑작스러운 위험 상황에서 몸을 보호하는 데 도움이 된다.

채점 기준	배점(%)
반사가 의식적 반응보다 우리 몸을 보호하는 데 도움이 되는 까닭을 옳게 설명한 경우	100
반사가 의식적 반응보다 반응 경로가 짧다고만 설명한 경우	50

16

- (1) 교감신경은 몸을 긴장 상태로 만들어 위기 상황에 대처하도록 조절하고, 부교감신경은 긴장 상태에 있던 몸을 원래의 안정 상태로 회복하도록 조절한다.
- (2) 예시답안 교감신경의 작용이 활성화되면 동공이 확대되고, 심장박동이 촉진된다.

채점 기준	배점(%)
동공과 심장박동의 변화를 모두 옳게 설명한 경우	100
동공과 심장박동의 변화 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

11강 항상성 유지

기본 탄탄 문제

106 쪽

- 01 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×    02 (1) 시상하부 (2) 타이로신  
 (3) 전엽    03 (1) 음성피드백 (2) 억제 (3) 촉진    04 (1) ×  
 (2) ○ (3) × (4) ○    05 (1) 사이뇌의 시상하부 (2) 가) ㄷ, 나) ㄱ  
 06 (1) ㉠ 증가, ㉡ 증가 (2) ㉠ 감소, ㉡ 증가

01    ㉠ (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  
 항상성은 신경계와 내분비계의 상호작용으로 유지되며, 신경계는 뉴런을 통해, 내분비계의 호르몬은 혈액을 통해 신호를 전달한다. 일반적으로 혈액을 따라 이동하는 호르몬은 뉴런을 통한 신호 전달보다 느리지만 반응이 비교적 오랫동안 지속되며, 표적세포에만 작용한다.

02    ㉠ (1) 시상하부 (2) 타이로신 (3) 전엽  
 사이뇌의 시상하부에서는 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 같이 뇌하수체의 호르몬 분비를 조절하는 호르몬을 분비하고, 뇌하수체전엽에서는 갑상샘자극호르몬(TSH)과 같이 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬을 분비한다. 갑상샘에서는 물질대사를 촉진하는 호르몬인 타이로신을 분비한다.

03    ㉠ (1) 음성피드백 (2) 억제 (3) 촉진  
 타이로신의 분비는 음성피드백에 의해 조절되며, 타이로신의 농도가 증가하면 타이로신이 사이뇌의 시상하부와 뇌하수체전엽에 작용하여 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제되고, 혈액 속 타이로신의 농도가 감소한다.

04    ㉠ (1) × (2) ○ (3) × (4) ○  
 인슐린은 이자의 β세포에서 분비되며, 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하여 저장하는 과정을 촉진하고, 혈액 속의 포도당이 세포로 흡수되는 것을 촉진하여 혈당량을 정상 수준으로 감소시킨다. 글루카곤은 이자의 α세포에서 분비되며, 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진하여 혈당량을 정상 수준으로 증가시킨다.

05    ㉠ (1) 사이뇌의 시상하부 (2) 가) ㄷ, 나) ㄱ  
 체온이 낮아지면 사이뇌의 시상하부가 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시켜 열 발산량이 감소하고, 시상하부가 골격근을 떨리게 하면 물질대사에 의해 열 발생량이 증가하므로 체온이 높아진다.

06    ㉠ (1) ㉠ 증가, ㉡ 증가 (2) ㉠ 감소, ㉡ 증가  
 혈장 삼투압이 증가하면 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하고 오줌양이 감소한다. 혈장 삼투압이 감소하면 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 감소하여 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하고 오줌양이 증가한다.

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

단답형·서술형 문제

- 11 (1) X: 인슐린, Y: 글루카곤 (2) 해설 참조 12 (1) 완료된다.  
(2) 해설 참조 13 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

01 답 ③  
(가)는 내분비계에 의한 신호 전달 과정, (나)는 신경계에 의한 신호 전달 과정이다.

ㄱ. 내분비세포에서 분비되는 물질 A는 호르몬이며, 호르몬은 혈액을 통해 이동하다 표적세포에만 작용한다.

ㄴ. 내분비계의 호르몬(물질 A)은 혈액을 통해 이동하기 때문에 신경계보다 신호 전달이 느리지만 반응이 비교적 오랫동안 지속된다. 신경계의 신호에 의한 반응은 빠르게 나타났다가 곧 사라지므로 반응이 지속되는 시간은 내분비계에 의한 신호 전달(가)이 신경계에 의한 신호 전달(나)보다 길다.

**오답 피하기** ㄷ. 신경계는 전기적 신호가 뉴런을 통해 빠르게 이동하기 때문에 신호 전달이 빠르다. 따라서 신호가 세포까지 전달되는 속도는 신경계에 의한 신호 전달(나)이 내분비계에 의한 신호 전달(가)보다 빠르다.

02 답 ⑤  
에피네프린과 항이뇨호르몬(ADH) 중 부신속질에서 분비되는 (가)는 에피네프린, 뇌하수체후엽에서 분비되는 (나)는 항이뇨호르몬(ADH)이다. 갑상샘자극호르몬(TSH)이 분비되는 내분비샘은 뇌하수체전엽이므로 ㉠은 뇌하수체전엽이다.

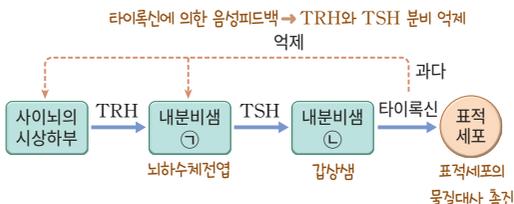
ㄱ. 부신속질에서는 심장박동을 촉진하고 혈압을 높이는 에피네프린(가)이 분비된다.

ㄴ. 항이뇨호르몬(ADH)(나)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압 조절에 관여한다.

ㄷ. 뇌하수체전엽(㉠)은 갑상샘자극호르몬(TSH)과 같이 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬을 분비한다.

03 답 ⑤

자료 분석 ⑤ 타이록신의 분비 조절



갑상샘자극호르몬(TSH)을 분비하는 내분비샘 ㉠은 뇌하수체전엽이고, 타이록신을 분비하는 내분비샘 ㉡은 갑상샘이다.

ㄱ. 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 뇌하수체전엽(㉠)을 자극하여 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다.

ㄷ. 타이록신의 분비는 음성피드백으로 조절되어 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 타이록신이 사이뇌의 시상하부와 뇌하수체전엽(㉠)에 작용하여 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제된다.

**오답 피하기** ㄴ. 갑상샘자극호르몬(TSH)이 작용하여 타이록신을 분비하는 ㉡은 갑상샘이다. 뇌하수체전엽은 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)이 작용하는 내분비샘 ㉠에 해당한다.

04 답 ⑤  
학생 (가), (나), (다): 항상성 유지의 최고 중추는 사이뇌의 시상하부이며, 항상성은 신경계와 내분비계의 상호작용에 의한 음성 피드백과 길항작용으로 유지된다. 길항작용은 같은 기관에 서로 반대로 작용하여 해당 기관의 작용을 유지하는 것으로 교감신경과 부교감신경의 심장박동 조절도 길항작용에 해당한다.

05 답 ③  
ㄱ. 이자에서 분비되고 혈당량을 감소시키는 A는 인슐린이고, 이자에서 분비되고 혈당량을 증가시키는 B는 글루카곤, 부신속질에서 분비되고 혈당량을 증가시키는 C는 에피네프린이다.

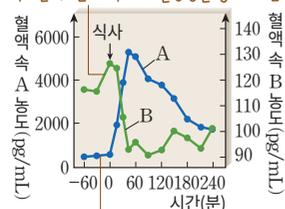
ㄷ. 글루카곤(B)과 에피네프린(C)은 모두 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다.

**오답 피하기** ㄴ. 인슐린(A)은 이자의 β세포에서 분비되고, 글루카곤(B)은 이자의 α세포에서 분비된다.

06 답 ②

자료 분석 ② 혈당량 조절

식사한 뒤 분비 억제 → 혈당량을 증가시키는 글루카곤



식사한 뒤 분비 촉진 → 혈당량을 감소시키는 인슐린

- 식사한 뒤 혈액 속 농도가 증가하는 호르몬 A는 혈당량을 감소시키는 인슐린이고, 식사한 뒤 혈액 속 농도가 감소하는 호르몬 B는 혈당량을 증가시키는 글루카곤이다.
- 글루카곤(B)은 간에서 글라이코젠(㉠)이 포도당(㉡)으로 분해되는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

ㄷ. 혈액 속 글루카곤(B)의 농도가 증가하면 간에서 글라이코젠(㉠)을 포도당(㉡)으로 분해하는 과정이 촉진되므로 혈액 속 포도당(㉡)의 농도가 증가한다.

**오답 피하기** ㄱ. 식사한 뒤 분비가 촉진되는 A는 인슐린이다.

ㄴ. 인슐린(A)은 혈액 속 포도당(㉡)이 근육세포로 흡수되는 것을 촉진한다.

07

답 ④

④ 체온이 정상보다 낮아지면 교감신경의 작용이 활성화되고, 체온이 정상보다 높아지면 교감신경의 작용이 완화된다.

**오답 피하기** ①, ② 사이뇌의 시상하부는 체온 변화를 감지하고, 체내의 열 발생량과 몸 표면을 통한 열 발산량을 조절함으로써 체온을 일정하게 유지한다.

③ 체온이 정상보다 높아지면 교감신경의 작용이 완화된 후 피부 근처의 혈관이 확장되고, 이로 인해 피부 근처로 흐르는 혈액량이 증가하여 열 발산량이 증가한다.

⑤ 체온이 정상보다 낮아지면 골격근 수축에 의한 몸 떨림이 증가하여 열 발생량이 증가한다.

**개념 더하기** 체온조절 원리

- 추울 때: 체온을 정상 수준으로 높이기 위해 열 발생량이 감소하고, 열 발생량이 증가한다.
- 더울 때: 체온을 정상 수준으로 낮추기 위해 열 발생량이 증가한다.

08

답 ④

ㄱ. 체온이 낮아지면 사이뇌의 시상하부가 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시킨다(A).

ㄴ. 골격근을 떨리게 하여 근육에서 열 발생량을 증가시키는 것(B)은 체온이 낮아졌을 때의 조절 작용이므로 사이뇌의 시상하부 온도가 낮은  $T_1$ 일 때가  $T_2$ 일 때보다 촉진된다.

**오답 피하기** ㄴ. 체온이 높아지면 열 발생량은 감소하고 열 발산량은 증가하므로 ㉠은 피부에서의 열 발산량이다.

09

답 ⑤

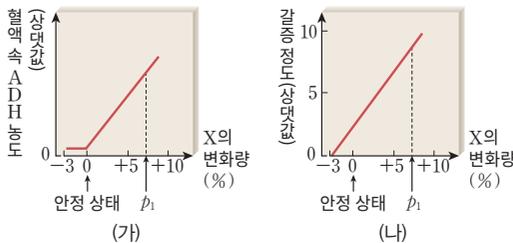
ㄱ. 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)이 분비된다.

ㄴ, ㄷ. 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 증가하면 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량이 증가하여 오줌양은 감소하고, 오줌 삼투압은 증가하며, 혈장 삼투압은 감소하므로, ㉠은 혈장 삼투압이고 콩팥에서 단위 시간당 생성되는 오줌양은 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 높은  $C_2$ 일 때가  $C_1$ 일 때보다 적다.

10

답 ②

**자료 분석** 혈장 삼투압 조절



- X가 증가할수록 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 증가하므로 X는 혈장 삼투압이다.
- 혈장 삼투압(X)이 증가할수록 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 증가하면서 오줌양이 감소하고, 오줌 삼투압은 증가한다.

ㄴ. (나)에서 혈장 삼투압(X)이 증가할수록 갈증 정도가 증가하므로 갈증을 느끼는 정도는  $\rho_1$ 일 때가 안정 상태일 때보다 크다.

**오답 피하기** ㄱ. X가 증가할수록 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 증가하고, 갈증 정도도 커지므로 X는 혈장 삼투압이다.

ㄷ. 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 높으면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 오줌양은 감소하고 오줌의 삼투압은 증가한다. 따라서 (가)에서 오줌의 삼투압은 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 높은  $\rho_1$ 일 때가 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH) 농도가 낮은 안정 상태일 때보다 크다.

11

(1) 운동을 하면 세포호흡으로 포도당이 분해되어 혈당량이 감소하므로 글루카곤의 분비가 증가하여 혈당량을 증가시킨다. 따라서 X는 인슐린, Y는 글루카곤이다.

(2) **예시 답안** 운동을 시작한 뒤 혈당량이 감소하면 인슐린(X)의 분비량은 감소하고, 글루카곤(Y)의 분비량이 증가하여 글루카곤(Y)에 의해 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 과정이 촉진된다.

채점 기준	배점(%)
운동을 시작한 뒤 X와 Y의 분비량 변화와 혈당량 조절 과정을 모두 옳게 설명한 경우	100
운동을 시작한 뒤 X와 Y의 분비량 변화와 혈당량 조절 과정 중 하나만 옳게 설명한 경우	40

12

(1) 땀 분비가 증가하므로 체온이 높아졌을 때 일어나는 조절 과정이다. 체온이 높아지면 사이뇌의 시상하부에 의해 교감신경의 작용이 완화된 후 피부 근처 혈관이 확장되고 땀 분비가 증가한다.

(2) **예시 답안** 피부 근처 혈관이 확장되어 몸 표면을 통한 열 발산량이 증가한다.

채점 기준	배점(%)
㉠에서 일어나는 변화를 열 발산량과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
열 발산량을 언급하지 않고 ㉠에서 일어나는 변화만 설명한 경우	50

13

혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량은 증가(A)하고, 항이뇨호르몬(ADH)에 의해 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진된다. 이로 인해 오줌양이 감소(B)하고 혈장 삼투압은 정상 수준으로 감소한다.

(1) **예시 답안** 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 증가한다.

채점 기준	배점(%)
혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도 변화를 옳게 설명한 경우	100
그 외의 경우	0

(2) **예시 답안** 오줌의 삼투압은 증가하고, 단위 시간당 생성되는 오줌양은 감소한다.

채점 기준	배점(%)
오줌의 삼투압 변화와 단위 시간당 생성되는 오줌양 변화를 모두 옳게 설명한 경우	100
오줌의 삼투압 변화와 단위 시간당 생성되는 오줌양 변화 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

**중단편**  
**일선 문제**

110 쪽 ~ 113 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

- 13 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조    14 (1) (가) 숨골, (나) 척수, (다) 척수 (2) ㉠ 심장, ㉡ 다리의 골격근 (3) 해설 참조    15 (1) A: 신경전달물질, B: 호르몬 (2) 해설 참조    16 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조    17 (1) 전체 혈액량 (2) 해설 참조

**01**    ④ ⑤  
 나. 뇌와 척수로 구성된 A는 중추신경계, B는 말초신경계이다.  
 다. 말초신경계(B)는 온몸에 퍼져 있어 감각기관으로 받아들인 정보를 중추신경계(A)에 전달한다.

**오답 피하기** ㄱ. 뇌신경 12 쌍과 척수신경 31 쌍으로 구성되는 것은 말초신경계(B)이다.

**02**    ④ ④  
 A는 대뇌, B는 사이뇌, C는 중간뇌, D는 소뇌, E는 숨골이다.  
 ④ 소뇌(D)는 몸의 균형을 조절하며, 골격근의 운동을 조절하고 운동 기술을 익히는 데 관여한다. 안구 운동과 동공반사의 중추는 중간뇌(C)이다.

**오답 피하기** ① 대뇌(A)의 겉질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다.

- ② 사이뇌(B)는 시상과 시상하부로 구성된다.  
 ④ 중간뇌(C)는 소뇌(D)와 함께 몸의 균형을 유지한다.  
 ⑤ 숨골(E)은 뇌와 척수를 연결하는 신경이 지나가며, 대뇌(A)와 연결된 대부분의 신경이 좌우로 교차되는 곳이다.

**03**    ④ ②  
 다. 뉴런의 연결을 통해 신호가 A → 척수 → B, C의 방향으로 전달된다는 것을 알 수 있다. 따라서 A는 구심성신경이고, B와 C는 원심성신경이다. B와 C는 다리의 골격근에 연결되어 있으므로 원심성신경 중 운동신경이고 체성신경계에 속한다.

**오답 피하기** ㄱ. A는 감각 정보를 척수로 전달하는 구심성신경이다. 따라서 ㉠은 척수의 등 쪽에서 나오는 구심성신경 다발인 후근이다.

나. 무릎반사가 일어날 때 구심성신경(A) → 척수(중추) → 원심성신경(B, C)의 경로로 신호가 전달된다.

**04**

④ ①

**자료 분석** ● 중추신경계의 특징

구조 \ 특징	㉠	㉡	㉢
척수 A	×	?○	×
중간뇌 B	?○	○	×
숨골 C	○	?○	?○

**특징(㉠~㉢)**

- 숨골, 숨골, 중간뇌
- 뇌줄기를 구성한다. ㉠
- 호흡운동을 조절한다. ㉡
- 부교감신경과 연결되어 있다. ㉢
- 숨골, 척수, 중간뇌

(○: 있음, ×: 없음)

- 숨골에서는 숨관가지나 심장과 연결된 부교감신경이, 척수에서는 방광에 연결된 부교감신경이, 중간뇌에서는 눈(홍채)과 연결된 부교감신경이 뻗어 나간다. → ‘부교감신경과 연결되어 있다.’는 ㉢이다.
- 숨골과 중간뇌는 뇌줄기를 구성하고, 숨골은 호흡운동을 조절한다. → ‘뇌줄기를 구성한다.’는 ㉠, ‘호흡운동을 조절한다.’는 ㉡이다.
- A는 척수, B는 중간뇌, C는 숨골이다.

ㄱ. 척수(A)는 무릎반사, 회피반사 등과 같은 반사의 중추이다.

**오답 피하기** 나. ㉠은 ‘뇌줄기를 구성한다.’이다. ‘호흡운동을 조절한다.’는 ㉢에 해당한다.

다. 심장박동의 조절 중추인 숨골(C)에서 내린 명령이 부교감신경을 통해 심장으로 전달된다. 동공반사의 중추인 중간뇌(B)에서 내린 명령은 부교감신경을 통해 눈(홍채)으로 전달된다.

**05**

④ ⑤

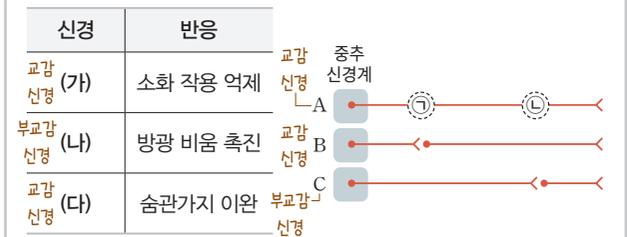
교감신경의 신경절이전 뉴런, 부교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런의 말단에서는 모두 신경전달물질로 아세틸콜린이 분비되며, 교감신경의 신경절이후 뉴런에서만 노르에피네프린이 분비된다. 따라서 ㉠과 ㉢의 말단에서 분비되는 신경전달물질이 같으므로 A는 교감신경, B는 부교감신경이다.

⑤ 부교감신경(B)을 자극하여 신경절이후 뉴런(㉢)에서 활동전위 발생 빈도가 증가하면 아세틸콜린이 분비되어 동공이 축소된다.

**오답 피하기** ① 교감신경(A)과 부교감신경(B)은 모두 중추신경계에서 내린 명령을 반응기관으로 전달하는 원심성신경이다.

- ② A는 교감신경, B는 부교감신경이다.  
 ③ 교감신경(A)의 신경절이전 뉴런(㉠)은 신경절이후 뉴런(㉢)보다 길이가 짧다.  
 ④ 부교감신경(B)의 신경절이전 뉴런(㉢)의 말단에서 분비되는 신경전달물질은 아세틸콜린이다.

**다** 요 분석 자율신경계의 구조와 기능



- (가)와 (다)는 모두 교감신경이다. → B는 교감신경, C는 부교감신경이므로 A는 교감신경이다.
- 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다. → A의 신경절은 ㉠에 있다.

㉠. A와 B는 모두 교감신경이고, C는 방광에 연결된 부교감신경이므로 A~C는 모두 척수에서 뻗어 나온다. 따라서 A~C는 모두 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 척수의 속질(회색질)에 있다.

**오답 피하기** ㉡. 소화 작용 억제와 숨관까지 이완은 모두 교감신경, 방광 비움 촉진은 부교감신경에 의해 일어나는 반응이다. 따라서 (가)는 교감신경인 A와 B 중 하나이고, (나)는 부교감신경인 C이다.

㉢. A는 (가)와 (다) 중 하나인 교감신경이다. 교감신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧으므로, 교감신경인 A의 신경절은 ㉠에 있다.

**07** ㉣. 항이뇨호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽(B)에서 분비되므로 A는 뇌하수체전엽이고, C는 갑상샘이다. 뇌하수체전엽(A)에서 갑상샘(C)을 자극하는 갑상샘자극호르몬(TSH)이 분비된다.

**오답 피하기** ㉤. 에피네프린은 부신속질에서 분비되는 호르몬이다. 갑상샘(C)에서 분비되는 주요 호르몬은 타이록신이다.

**08** ㉥. (가)는 갑상샘을 자극하므로 갑상샘자극호르몬(TSH), (나)는 사이뇌의 시상하부에서 분비되므로 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH), (다)는 타이록신이다.

㉦. 갑상샘자극호르몬(TSH)(가)은 호르몬이므로 혈액을 따라 갑상샘으로 이동한다.

㉧. 타이록신(다)의 분비는 음성피드백에 의해 조절된다.

**오답 피하기** ㉨. 혈액 속 타이록신(다)의 농도가 증가하면 음성피드백에 의해 갑상샘자극호르몬(TSH)(가)과 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)(나)의 분비가 모두 억제된다.

**09** ㉩. 혈당량이 증가하면 혈액 속 ㉪의 농도는 감소하고, ㉫의 농도는 증가한다. 따라서 ㉪은 혈당량을 증가시키는 글루카곤이고, ㉫은 혈당량을 감소시키는 인슐린이다. 글루카곤(㉪)은 이자의 α세포에서 분비된다.

㉬. 인슐린(㉫)의 농도가 증가하고 글루카곤(㉪)의 농도가 감소하면 혈액 속  $\frac{\text{인슐린(㉫) 농도}}{\text{글루카곤(㉪) 농도}}$ 가 커지고, 인슐린(㉫)의 작용으로 혈당량이 감소한다.

㉭. 인슐린(㉫)은 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하여 저장하는 과정을 촉진하므로 혈액 속 인슐린(㉫)의 농도가 높을 때 간에 저장되는 글라이코젠의 양이 많다. 따라서 간에 저장되는 글라이코젠의 양은 C<sub>2</sub>일 때가 C<sub>1</sub>일 때보다 많다.

**10** ㉮

㉯. 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 사이뇌의 시상하부(㉰)에서 분비되고, 체온조절 중추도 사이뇌의 시상하부(㉱)이다.

㉲. 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 음성피드백으로 사이뇌의 시상하부(㉰)에서 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비량이 감소(㉳)하고, 체온조절 중추인 사이뇌의 시상하부(㉱)에 저온 자극(㉴)을 주면 피부 근처 혈관이 수축하여 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소(㉵)한다.

**오답 피하기** ㉶. 피부 근처 혈관을 수축시켜 몸 표면을 통한 열 발산량을 감소시키는 것은 체온이 낮아졌을 때의 조절 작용이다. 따라서 ㉴는 체온을 낮추는 저온 자극이다.

**11** ㉯

㉺. 피부 근처 혈관이 (나)일 때가 (가)일 때보다 수축해 있으므로 몸 표면을 통한 열 발산량은 (나)일 때가 (가)일 때보다 적다. 따라서 (가)는 더울 때, (나)는 추울 때의 피부 근처 혈관 모습이다.

㉻. 골격근의 떨림에 의한 열 발생량은 추울 때(나)가 더울 때(가)보다 많다.

**오답 피하기** ㉼. 더울 때(가)에는 피부 근처 혈관이 확장되어 몸 표면을 통한 열 발산량이 증가한다.

㉽. 추울 때(나)에는 사이뇌의 시상하부가 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시키고, 더울 때(가)에는 교감신경의 작용이 완화되어 피부 근처 혈관이 확장된다. 따라서 교감신경의 작용은 추울 때(나)가 더울 때(가)보다 활성화되어 있다.

**12** ㉿

㊀. 항이뇨호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 혈장 삼투압이 증가할수록 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)의 농도가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가한다. 따라서 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 많다.

**오답 피하기** ㊁. 1 L의 물을 섭취하면 혈장 삼투압이 감소하여 혈장 삼투압을 정상 수준으로 증가시키기 위해 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 감소하고 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하여 단위 시간당 생성되는 오줌양이 증가한다. 따라서 ㊂는 혈장 삼투압이다.

㊃. t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 콩팥에서 단위 시간당 생성되는 오줌양이 많으므로 생성되는 오줌 삼투압은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 낮다.

**개념 더하기** ◯ 삼투압 조절

- 몸속 물의 양 감소 → 혈장 삼투압 증가 → 항이노호르몬(ADH) 분비 촉진 → 콩팥에서 물의 재흡수량 증가 → 오줌양 감소, 오줌 삼투압 증가(소량의 진한 오줌 생성) → 혈장 삼투압 감소
- 몸속 물의 양 증가 → 혈장 삼투압 감소 → 항이노호르몬(ADH) 분비 억제 → 콩팥에서 물의 재흡수량 감소 → 오줌양 증가, 오줌 삼투압 감소(다량의 묽은 오줌 생성) → 혈장 삼투압 증가

**13**

위와 연결된 부교감신경이 쏠려 나오는 A는 숨골, 뇌에서 부피가 가장 크며, 좌우 2 개의 반구로 나뉘는 B는 대뇌이다.

(1) **예시 답안** 숨골, 심장박동, 소화 운동, 호흡운동을 조절한다. 기침, 하품, 재채기, 눈물 분비 등과 같은 반사의 중추이다. 등

채점 기준	배점(%)
A가 무엇인지 쓰고, A의 기능을 한 가지 옳게 설명한 경우	100
A가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** 대뇌, 감각 정보를 통합한다. 골격근의 운동을 조절한다. 언어, 기억 등 고등 정신 활동을 담당한다. 등

채점 기준	배점(%)
B가 무엇인지 쓰고, B의 기능을 한 가지 옳게 설명한 경우	100
B가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**14**

(1), (2) (가)에 연결된 원심성신경은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 긴 부교감신경이므로 ㉠은 심장이고, (가)는 숨골이다. 눈에 연결된 교감신경은 척수(나)에서 나오고, ㉡에 체성신경이 연결되어 있으므로 (다)는 척수, ㉢은 다리의 골격근이다.

(3) **예시 답안** A: 아세틸콜린, B: 노르에피네프린, 아세틸콜린에 의해 심장(㉠)의 박동이 억제되고, 노르에피네프린에 의해 눈에서 동공이 확대된다.

채점 기준	배점(%)
A와 B의 말단에서 분비되는 신경전달물질이 무엇인지 각각 쓰고, 이 물질에 의한 반응을 모두 옳게 설명한 경우	100
A와 B의 말단에서 분비되는 신경전달물질이 무엇인지 각각 쓰고, 이 물질에 의한 반응 중 하나만 옳게 설명한 경우	60
A와 B의 말단에서 분비되는 신경전달물질이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**15**

(1) (가)는 신경계에서 뉴런을 통한 신호 전달 과정이고, (나)는 내분비계에서 호르몬에 의한 신호 전달 과정이다. 따라서 물질 A는 신경전달물질이고, B는 호르몬이다.

(2) **예시 답안** (가)는 뉴런을 통해 신호가 빠르게 전달되지만 반응은 빠르게 나타났다가 곧 사라지고, (나)는 호르몬이 혈액을 따라 이동하여 신호가 느리게 전달되지만 반응이 비교적 오랫동안 지속된다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 차이점을 신호 전달 속도와 효과의 지속성과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 차이점을 신호 전달 속도와 효과의 지속성 중 하나만 관련지어 옳게 설명한 경우	50

**16**

(1) 글루카곤은 혈당량이 낮을 때 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시키는 호르몬이므로 글루카곤의 농도가 높은 I일 때가 혈당량이 낮은 상태, 글루카곤의 농도가 낮은 II일 때가 혈당량이 높은 상태이다.

**예시 답안** I: 혈당량이 낮은 상태, II: 혈당량이 높은 상태, 글루카곤은 혈당량이 낮을 때 분비가 촉진되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
I과 II가 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 글루카곤의 역할과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
I과 II가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

(2) 인슐린은 혈당량이 높을 때 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하여 저장하는 과정을 촉진하여 혈당량을 감소시키는 호르몬이므로 t<sub>1</sub>일 때 혈액 속 인슐린 농도가 높은 것은 혈당량이 높은 상태(II)일 때이다.

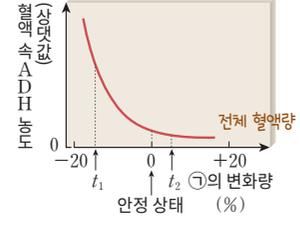
**예시 답안** II, 인슐린은 혈당량이 높을 때 분비가 촉진되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
I과 II 중 인슐린의 농도가 더 높은 것의 기호를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
I과 II 중 인슐린의 농도가 더 높은 것의 기호만 옳게 쓴 경우	30

**17**

**자료 분석** ◯ 삼투압 조절

전체 혈액량 증가 → 항이노호르몬(ADH) 분비 억제  
→ 콩팥에서 물의 재흡수량 감소 → 오줌양 증가



- 혈장 삼투압이 증가하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. → ㉠이 증가하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 감소하므로 ㉡은 전체 혈액량이다.
- 전체 혈액량(㉢)이 증가하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 억제되어 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소한다. → 오줌양이 증가하고, 오줌 삼투압은 감소한다. → 전체 혈액량(㉢)이 정상 수준으로 감소한다.

(1) 혈장 삼투압이 증가하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 촉진되고, 전체 혈액량이 증가하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 억제되므로 ㉠은 전체 혈액량이다.

(2)  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높으므로 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량이 많아 혈장 삼투압은 낮고, 생성되는 오줌량이 적어 오줌 삼투압이 높다.

**예시 답안**  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높으므로 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량이 많고, 오줌 삼투압이 높다.

채점 기준	배점(%)
$t_1$ 일 때와 $t_2$ 일 때 단위 시간당 물의 재흡수량과 오줌 삼투압을 모두 옳게 설명한 경우	100
$t_1$ 일 때와 $t_2$ 일 때 단위 시간당 물의 재흡수량과 오줌 삼투압 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

### 03 우리 몸의 방어 작용

#### 12강 병원체와 방어 작용

#### 기본 탄탄 문제

119 쪽

- 01 (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○      02 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣      03 ㉠ 선천면역, ㉡ 후천면역, ㉢ 점액      04 (1) × (2) × (3) ○ (4) ○      05 (1) 항원 (2) 특이적 (3) 세포성면역 (4) T림프구      06 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×

**01**      ㉠ (1) × (2) ○ (3) × (4) ○ (5) ○  
 (1), (2) 비감염성질환은 병원체의 감염과 관계없이 유전, 환경 등 복합적인 영향으로 나타나는 질병으로, 고혈압, 당뇨병 등이 있다.  
 (3) 감기를 일으키는 병원체인 바이러스는 세포의 구조를 갖추지 않고 핵산이 단백질 껍질에 싸여 있다.  
 (4) 세균에 의한 감염성질환은 항생제를 이용하여 치료하며, 항생제는 세균을 죽이거나 억제한다.  
 (5) 원생생물과 곰팡이는 모두 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 있다.

**02**      ㉠ (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣  
 독감을 일으키는 병원체는 바이러스, 무증을 일으키는 병원체는 곰팡이, 위궤양을 일으키는 병원체는 세균, 말라리아를 일으키는 병원체는 원생생물이다.

**03**      ㉠ ㉠ 선천면역, ㉡ 후천면역, ㉢ 점액  
 선천면역은 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 작용하는 방어 작용이다. 호흡기관의 내벽은 끈끈한 점액을 분비하는 점막으로 덮여 있어 병원체의 이동을 억제하고, 병원체가 몸속으로 들어오는 것을 막는다. 후천면역은 감염된 병원체를 인식하여 특이적으로 일어나는 방어 작용으로, 세포성면역과 체액성면역으로 구분한다.

**04**      ㉠ (1) × (2) × (3) ○ (4) ○  
 염증은 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나는 방어 작용인 선천면역에 해당한다. 비만세포가 분비한 히스타민에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가하여 백혈구가 상처 부위로 모인다. 이후 큰포식세포와 같은 여러 백혈구가 식세포작용으로 병원체를 제거한다.

**05**      ㉠ (1) 항원 (2) 특이적 (3) 세포성면역 (4) T림프구  
 (1) 사람의 몸속에 들어와 면역반응을 일으키는 물질은 항원, 항원에 대항하여 몸속에서 만들어지는 단백질은 항체이다.  
 (2), (3) 후천면역은 감염된 병원체를 인식하여 특이적으로 일어나는 방어 작용이다. 후천면역에는 병원체에 감염된 세포를 림프구가 직접 제거하는 세포성면역과 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 체액성면역이 있다.  
 (4) 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 골수에서 성숙 과정을 거쳐 B림프구로 분화하고, 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 가슴샘으로 이동한 뒤 성숙 과정을 거쳐 T림프구로 분화한다.

**06**      ㉠ (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  
 (1) 그림은 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 체액성면역 과정의 일부를 나타낸 것이다.  
 (2), (4) A는 보조 T림프구, B는 B림프구, C는 형질세포, D는 기억세포이다.  
 (3) 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 골수에서 성숙 과정을 거쳐 B림프구(B)로 분화한다.

#### 일찍 꼭꼭 문제

120 쪽 ~ 123 쪽

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

#### 단답형·서술형 문제

- 13 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조      14 (1) (나) → (가) → (다)  
 (2) 해설 참조      15 (1) (가) 세포성면역, (나) 체액성면역  
 (2) 해설 참조      16 (1) ㉠ 보조 T림프구, ㉡ B림프구 (2) 해설 참조

**01**      ㉠ ③  
 A는 병원체에 감염되어 나타나는 감염성질환, B는 병원체의 감염과 관계없이 나타나는 비감염성질환이다.  
 ㄱ. 감염성질환(A)은 다른 사람에게 전염될 수 있다.  
 ㄴ. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)는 바이러스에 의한 감염성질환(A)이다.  
**오답 피하기** ㄷ. 비감염성질환(B)은 유전, 환경, 생활 방식 등 복합적인 영향으로 나타나는 질병이다.

자료 분석 ● 병원체의 특징

구분	말라리아	홍역	무좀
	A의 병원체	B의 병원체	C의 병원체
원생생물에 속한다.	○	×	?×
유전물질을 갖는다.	?○	㉠○	?○
스스로 물질대사를 한다.	?○	×	○

(○: 있음, ×: 없음)

- 말라리아의 병원체는 원생생물, 홍역의 병원체는 바이러스, 무좀의 병원체는 곰팡이이다. → A는 말라리아이다.
- 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못한다. → B는 홍역, C는 무좀이다.

ㄴ. 말라리아(A)는 말라리아원충을 가진 모기에 물렸을 때 걸릴 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 바이러스는 핵산을 가지므로 ㉠은 '○'이다.

ㄷ. 곰팡이에 의한 감염성질환은 항진균제를 이용하여 치료하고, 바이러스에 의한 감염성질환은 항바이러스제를 이용하여 치료한다.

03

ㄱ. (가)는 세균, (나)는 바이러스로, 모두 단백질이 있다.

오답 피하기 ㄴ. 세균(가)에는 막으로 둘러싸인 세포소기관이 없다.

ㄷ. 세균(가)에 의한 감염성질환은 항생제를 이용하여 치료하고, 바이러스(나)에 의한 감염성질환은 항바이러스제를 이용하여 치료한다.

04

ㄱ. 물을 끓여 마시면 오염된 물에 의한 감염성질환을 예방할 수 있다.

ㄴ. 수면병을 일으키는 로데시아파동편모충을 가진 체체파리에 물리면 수면병에 걸릴 수 있다.

ㄷ. 마스크를 쓰면 침방울에 의한 감염성질환을 예방할 수 있다.

05

ㄱ, ㄷ. (가)는 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 일어나는 선천면역, (나)는 병원체를 인식하여 특이적으로 일어나는 후천면역이다.

오답 피하기 ㄴ. 염증은 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나므로 선천면역(가)에 해당한다.

06

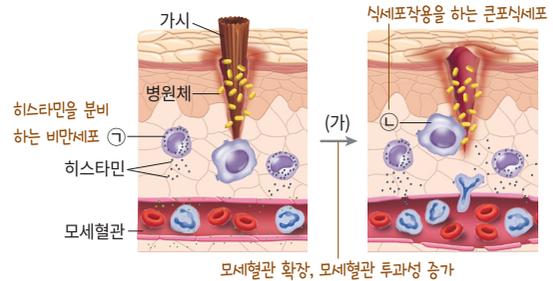
ㄱ. 숨관가지는 내벽에 있는 섬모(㉠)를 이용해 병원체를 몸 밖으로 밀어낸다.

ㄴ. 항균성단백질(㉡) 중에는 세균의 세포벽을 분해하는 효소인 라이소자임이 있다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모두 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 작용하여 병원체가 몸속에 들어오는 것을 막거나 감염 초기에 병원체를 제거하는 선천면역에 해당한다.

07

자료 분석 ● 염증이 일어나는 과정



ㄱ. ㉠은 병원체의 침입을 감지하여 히스타민을 분비하는 비만세포이다.

ㄴ. ㉡은 식세포작용으로 병원체를 제거하는 큰포식세포이다.

ㄷ. (가) 과정에서 히스타민에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가한다.

08

ㄱ. 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 골수에서 성숙 과정을 거쳐 B림프구로 분화하고, 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 가슴샘으로 이동한 뒤 성숙 과정을 거쳐 T림프구로 분화한다. 따라서 ㉠은 골수, ㉡은 가슴샘이고, (가)는 B림프구, (나)는 T림프구이다.

ㄴ. 세포성면역은 보조 T림프구의 도움으로 증식한 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 면역이다.

오답 피하기 ㄷ. 한 사람의 몸속에 있는 림프구는 종류에 따라 다른 수용체를 가지며, 이에 따라 후천면역에서 다양한 병원체를 인식할 수 있다.

09

골수에서 생성된 미성숙 림프구가 골수에서 성숙 과정을 거쳐 B림프구로 분화하고, 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 가슴샘으로 이동한 뒤 성숙 과정을 거쳐 T림프구로 분화한다. 따라서 ㉠은 B림프구, ㉡은 T림프구이다.

ㄴ. B림프구(㉠)와 T림프구(㉡)는 모두 후천면역에 관여한다.

ㄷ. 림프구의 성숙 과정에서 방어 작용에 효과적인 림프구만 성숙하고 효과적이지 않은 림프구는 제거된다.

오답 피하기 ㄱ. ㉠은 B림프구이다.

10

세포독성 T림프구는 보조 T림프구의 도움으로 증식하여 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하고, B림프구는 보조 T림프구의 도움으로 항체를 분비하는 형질세포와 기억세포로 분화하므로 ㉠은 보조 T림프구, ㉡은 세포독성 T림프구, ㉢은 B림프구이다.

7. (가)는 세포독성 T림프구(㉠)가 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하는 세포성면역이고, (나)는 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 체액성면역이다.

㉠. B림프구(㉡)는 형질세포와 기억세포로 분화한다.

오답 피하기 ㉠, ㉡은 보조 T림프구이다.

**11** 답 ⑤

7. ㉠은 큰포식세포가 제시하는 항원 조각을 인식하는 보조 T림프구, ㉡은 보조 T림프구의 도움을 받아 증식하는 세포독성 T림프구이다.

㉠, ㉡. 세포독성 T림프구(㉠)가 병원체에 감염된 세포를 직접 제거하는 세포성면역이 일어난다.

**12** 답 ④

**자료 분석** ● 체액성면역 과정

보조 T림프구(㉠)와 B림프구(㉡)가 상호작용하여 분화한다. 분화 후 ㉢(형질세포)는 항체 Y를 생성하여 병원체 X와 결합한다. ㉣(기억세포)는 항원 X의 정보를 기억한다.

- 항원 조각을 인식하여 증식한 보조 T림프구의 도움으로 B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화한다. → ㉢은 B림프구이다.
- 형질세포는 항체를 생성하여 체액으로 분비하고, 기억세포는 항원의 정보를 기억한다. → ㉢은 형질세포, ㉣은 기억세포이다.

7. ㉢은 B림프구, ㉣은 형질세포, ㉤은 기억세포이다.

㉠. 기억세포(㉤)는 항원 X의 정보를 기억한다.

오답 피하기 ㉠. 항체 Y가 항원 X에 결합하면 항원 X의 활동이 억제된다.

**13**

(1) 예시답안 (가) 감염성질환, (나) 비감염성질환, 감염성질환(가)은 병원체에 감염되어 나타나는 질병이며, 비감염성질환(나)은 병원체의 감염과 관계없이 유전, 환경 등 복합적인 영향으로 나타나는 질병이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)의 특징을 병원체와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

(2) 예시답안 ㉠을 일으키는 병원체는 세균, ㉡을 일으키는 병원체는 바이러스이다. 세균은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 없고, 바이러스는 세포의 구조를 갖추지 않고 핵산이 단백질 껍질에 싸여 있다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡을 일으키는 병원체가 무엇인지 쓰고, 병원체의 구조적인 특징을 모두 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡을 일으키는 병원체가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**14**

(1) 병원체가 상처 부위를 통해 몸속에 들어오면 이를 감지한 비만세포가 히스타민과 같은 화학 신호 물질을 분비한다. 분비된 히스타민에 의해 모세혈관이 확장되고, 모세혈관의 투과성이 증가하여 혈관을 따라 이동하던 백혈구가 모세혈관을 빠져나와 상처 부위로 모인다. 큰포식세포와 같은 여러 백혈구가 식세포작용으로 병원체를 제거하고, 모세혈관은 수축한다.

(2) 예시답안 히스타민(㉠)에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
㉠에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가하기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
㉠에 의해 모세혈관이 확장된다고만 설명한 경우	50

**15**

(1) (가)는 병원체에 감염된 세포를 림프구가 직접 제거하는 세포성면역이고, (나)는 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 체액성면역이다.

(2) 예시답안 ㉠ 세포독성 T림프구, ㉡ B림프구, 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 골수에서 성숙 과정을 거쳐 B림프구(㉡)로 분화한다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡이 무엇인지 쓰고, ㉡의 생성과 성숙 과정을 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**16**

(1) ㉠은 큰포식세포가 제시한 항원 조각을 인식하는 보조 T림프구이고, ㉡은 B림프구이다.

(2) 예시답안 보조 T림프구(㉠)의 도움으로 B림프구(㉡)가 형질세포와 기억세포로 분화한다. 형질세포가 분비한 항체가 병원체 X와 결합하고, 큰포식세포가 식세포작용으로 항체와 결합한 병원체 X를 제거한다.

채점 기준	배점(%)
㉡에 의해 일어나는 방어 작용을 제시된 단어를 모두 이용하여 옳게 설명한 경우	100
㉡에 의해 일어나는 방어 작용을 제시된 단어 중 일부만 이용하여 설명한 경우	40

**13강 항원항체반응과 백신**

127 쪽

**탐구 확인문제**

01 (1) × (2) ○ (3) ×    02 가, 다

**01** **답** (1) × (2) ○ (3) × (4) ○  
 (1), (3) 항A 혈청에는 응집소 α가, 항B 혈청에는 응집소 β가, 항Rh 혈청에는 Rh 응집소가 각각 들어 있으므로 실험 결과 항A 혈청, 항B 혈청, 항Rh 혈청에 대해 모두 응집반응이 일어난 사람의 ABO식 혈액형은 AB형이고, Rh식 혈액형은 Rh<sup>+</sup>형이다.  
 (2) B형인 사람의 적혈구에는 응집원 B가 있으므로 응집소 β가 있는 항B 혈청과 섞으면 응집반응이 일어난다.

**02** **답** ㄱ, ㄷ  
 O형인 사람은 적혈구에 응집원 A와 응집원 B가 모두 없고, 혈장에 응집소 α와 응집소 β가 모두 있다. AB형인 사람은 적혈구에 응집원 A와 응집원 B가 모두 있고, 혈장에 응집소 α와 응집소 β가 모두 없다.  
 ㄱ, ㄷ. O형인 사람의 혈액과 AB형인 사람의 혈액을 섞으면 O형인 사람의 응집소 α, 응집소 β가 각각 AB형인 사람의 응집원 A, 응집원 B와 결합하여 응집반응이 일어난다.

**오답 피하기** ㄴ. O형인 사람의 적혈구에는 응집원 A가 없다.

**기본 탄탄 문제** 129 쪽

**01** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○      **02** (1) 응집소 (2) 응집소 α  
 (3) Rh<sup>+</sup>형 (4) ㉠ 항원, ㉡ 항체      **03** (1) B형 (2) 응집소 α  
**04** (1) × (2) × (3) ○      **05** ㉠ 기억세포, ㉡ 형질세포  
**06** (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣

**01** **답** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○  
 우리 몸에 특정 항원이 침입하면 다양한 B림프구 중 특정 항원을 인식한 B림프구만 증식하고, 증식한 B림프구는 형질세포로 분화하여 특정 항원과 결합할 수 있는 항원 결합 부위를 갖는 항체를 생성하여 분비한다.

**02** **답** (1) 응집소 (2) 응집소 α (3) Rh<sup>+</sup>형 (4) ㉠ 항원, ㉡ 항체  
 응집반응은 적혈구의 세포막에 있는 응집원(항원)과 혈장에 있는 응집소(항체)가 결합하여 적혈구가 엉겨 붙는 현상이다. 응집원 A와 응집소 α, 응집원 B와 응집소 β, Rh 응집원과 Rh 응집소는 각각 특이적으로 결합하여 응집반응이 일어난다.

**03** **답** (1) B형 (2) 응집소 α  
 적혈구에 응집원 B만 있으므로 이 사람의 혈액형은 B형이며, 혈장에는 응집원 B와 결합하지 않는 응집소 α가 들어 있다.

**04** **답** (1) × (2) × (3) ○  
 1차 면역반응이 일어나는 동안 형질세포가 항체를 생성해 체액으로 분비하며, 1차 면역반응이 일어난 뒤 같은 항원이 다시 침입하면 기억세포가 형질세포로 빠르게 분화한다.

**05** **답** ㉠ 기억세포, ㉡ 형질세포  
 백신을 접종하면 특정 항원에 대한 1차 면역반응이 일어나 기억세포가 생성된다. 이후 특정 항원을 가지는 병원체가 침입하면 기억세포가 빠르게 증식하여 형질세포로 분화하고, 형질세포가 많은 양의 항체를 빠르게 생성하여 병원체가 제거된다.

**06** **답** (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣  
 재조합 백신은 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원을 이용하여 만들고, 약독화 생백신은 독성을 약화한 병원체를 이용하여 만든다. 불활성화 백신은 열이나 화학 약품으로 완전히 죽인 병원체를 이용하여 만들고, 핵산 기반 백신은 병원체의 항원과 관련된 유전정보를 가지는 핵산을 이용하여 만든다.

**실력 꼭꼭 문제** 130 쪽 ~ 133 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

**13** (1) 해설 참조 (2) 해설 참조      **14** (1) (가) A형, (나) B형, (다) AB형, (라) O형 (2) 해설 참조      **15** (1) ㉠ 기억세포, ㉡ 형질세포, ㉢ B림프구 (2) 해설 참조      **16** 해설 참조

**01** **답** ④  
 ㄴ. 항체는 단백질로 이루어져 있다.  
 ㄷ. 항체는 항원 결합 부위에 맞는 특정 항원과만 결합하므로 항체 Y는 항원 X와 특이적으로 결합한다.

**오답 피하기** ㄱ. 항원 결합 부위는 ㉠이다.

**02** **답** ③  
 ㄷ. 체액성면역은 체액에 있는 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 면역이므로 항원항체반응이 일어난다.

**오답 피하기** ㄱ. 항체 a는 항원 A와만 결합하며, 항원 B와는 결합하지 못한다.

ㄴ. 하나의 형질세포에서 생성된 항체는 모두 같은 항원 결합 부위를 가지므로 항체 a와 항체 b는 서로 다른 형질세포에서 생성된다.

**03** **답** ④  
 ㄴ. ㉠은 혈장에 있으며 응집반응이 일어날 때 응집원과 결합하는 항체인 응집소이다.

ㄷ. ㉢은 적혈구의 세포막에 있으며 응집반응이 일어날 때 관여하는 항원인 응집원이다. 따라서 응집반응은 응집원(㉢)과 응집소(㉠)의 항원항체반응으로 일어난다.

**오답 피하기** ㄱ. ㉡은 응집원이다.

04

답 ③

ㄱ, ㄷ. ABO식 혈액형이 B형인 사람의 혈액에는 응집원 B와 응집소  $\alpha$ 가 있으며, O형인 사람의 혈액에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 없고 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 가 있다. 따라서 ㉔은 ABO식 혈액형이 O형인 사람의 적혈구이며, 응집원 B와 결합한 ㉕은 응집소  $\beta$ 이고, ㉖은 응집소  $\alpha$ 이다.

오답 피하기 ㄴ. 항A 혈청에는 응집소  $\alpha$ (㉖)가 있다.

05

답 ①

ㄱ. (가)의 혈액을 항Rh 혈청과 섞으면 응집반응이 일어나므로 (가)의 Rh식 혈액형은 Rh<sup>+</sup>형이다.

오답 피하기 ㄴ. (나)의 혈액을 항Rh 혈청과 섞으면 응집반응이 일어나지 않으므로 (나)의 Rh식 혈액형은 Rh<sup>-</sup>형이다. (나)는 Rh 응집원에 노출된 적이 없으므로 (나)의 혈장에는 Rh 응집소가 없다. ㄷ. (나)의 혈액에는 Rh 응집원이 없으므로 (나)의 혈액을 (가)에게 수혈해도 (가)의 몸속에서 Rh 응집소가 생성되지 않는다.

06

답 ②

(다)의 혈액에는 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 가 모두 있으므로 (다)는 O형이다. (가)~(다)의 ABO식 혈액형이 서로 다르므로 (나)는 응집소  $\alpha$ 만을 가지는 B형이고, (가)는 A형 또는 AB형이다.

ㄴ. (나)의 혈액에는 응집원 B가 있으므로 (나)의 혈액을 항B 혈청과 섞으면 응집반응이 일어난다.

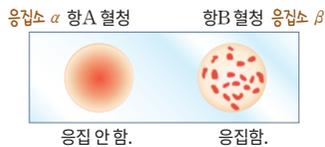
오답 피하기 ㄱ, ㄷ. (가)가 A형일 경우 (가)의 혈액에는 응집원 A가 있고, AB형일 경우 (가)의 혈액에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 있다. 따라서 (가)의 적혈구를 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 가 모두 있는 (다)의 혈장과 섞으면 응집반응이 일어난다.

07

답 ⑤

자료 분석 ABO식 혈액형 판정

• 그림은 (가)의 혈액형 판정 결과를 나타낸 것이다.



- (가)의 적혈구와 (나)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.
- (나)의 적혈구와 (가)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어난다.

- (가)의 혈액은 항A 혈청에 응집하지 않고, 항B 혈청에만 응집한다. → (가)는 B형이다.
- 응집원 B가 있는 (가)의 적혈구와 (나)의 혈장을 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않으므로 (나)의 혈장에는 응집소  $\beta$ 가 없다.
- 응집소  $\alpha$ 가 있는 (가)의 혈장과 (나)의 적혈구를 섞었을 때 응집반응이 일어나므로 (나)의 적혈구에는 응집원 A가 있다. → (나)는 AB형이다.

ㄱ. (가)의 ABO식 혈액형은 B형이다.

ㄴ. (나)의 ABO식 혈액형은 AB형이므로 (나)의 혈장에는 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 가 모두 없다.

ㄷ. (가)의 혈액과 (나)의 혈액을 섞으면 (가)의 혈장에 있는 응집소  $\alpha$ 와 (나)의 적혈구에 있는 응집원 A가 결합하여 응집반응이 일어난다.

08

답 ②

(가)~(라)의 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형은 (가)는 A형, Rh<sup>+</sup>형, (나)는 AB형, Rh<sup>-</sup>형, (다)는 O형, Rh<sup>+</sup>형, (라)는 B형, Rh<sup>-</sup>형이다.

ㄴ. (가)의 혈액에는 응집원 A, Rh 응집원, 응집소  $\beta$ 가 있고, (다)의 혈액에는 Rh 응집원, 응집소  $\alpha$ , 응집소  $\beta$ 가 있다.

오답 피하기 ㄱ. (나)의 ABO식 혈액형은 AB형, Rh식 혈액형은 Rh<sup>-</sup>형이다.

ㄷ. (가)의 혈장과 (라)의 적혈구를 섞으면 (가)의 응집소  $\beta$ 와 (라)의 응집원 B가 결합하여 응집반응이 일어난다.

09

답 ④

보조 T림프구의 도움을 받아 B림프구는 항체를 생성하여 분비하는 형질세포와 기억세포로 분화하므로 ㉗은 B림프구, ㉘은 기억세포이다.

ㄴ. 구간 I에서 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 작용하는 선천면역이 일어났다.

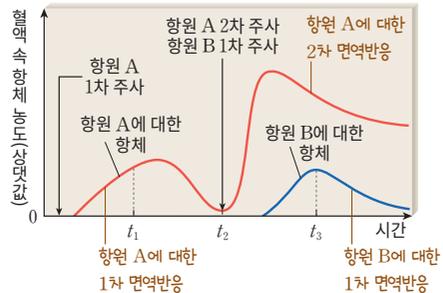
ㄷ. 병원체 X가 2차 침입하면 기억세포(㉘)가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 많은 양의 항체가 빠르게 생성되는 2차 면역반응이 일어난다.

오답 피하기 ㄱ. ㉙은 기억세포이다.

10

답 ⑤

자료 분석 백신의 작용 원리



- 항원 A 1차 주사: B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포가 항체를 생성하는 1차 면역반응이 일어난다.
- 항원 A 2차 주사: 1차 면역반응 시 생성되었던 기억세포가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 많은 양의 항체를 빠르게 생성하는 2차 면역반응이 일어난다.
- 항원 B 1차 주사: B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포가 항체를 생성하는 1차 면역반응이 일어난다.

- ㄱ.  $t_1$ 일 때 항원 A에 대한 1차 면역반응이 일어나 항체가 생성되었다.
- ㄴ. 항원 A를 2차 주사했을 때 항원 A에 대한 혈액 속 항체 농도가 빠르게 증가하는 2차 면역반응이 일어났으므로  $t_2$ 일 때 X에는 항원 A에 대한 기억세포가 있다.
- ㄷ.  $t_3$ 일 때 항원 B에 대한 항체가 생성되고 있으므로 항원 B에 대한 체액성면역이 일어났다.

**11** 답 ①

- ㄱ. (나)의 II에 죽은 ㉠을 주사했을 때 ㉠에 대한 항체가 생성되었으므로 II에서 ㉠에 대한 체액성면역이 일어났다.
- 오답 피하기** ㄴ. 혈장은 혈액에서 세포 성분을 제외한 액체 성분이므로 (나)의 II의 혈장(㉡)에는 ㉠에 대한 항체가 있지만 ㉠에 대한 기억세포는 없다.
- ㄷ. (다)의 VI에 주사한 III의 혈장에는 ㉡에 대한 항체가 있지만 ㉡에 대한 기억세포가 없으므로 VI에서 ㉡에 대한 2차 면역반응은 일어나지 않았다.

**12** 답 ④

- ㄴ. 백신으로 활용하는 물질은 우리 몸에 질병이나 부작용을 일으키지 않아야 한다.
- ㄷ. 백신은 특정 항원에 대한 1차 면역반응을 인위적으로 안전하게 일으켜 기억세포를 생성하게 한다.
- 오답 피하기** ㄱ. 약독화 생백신은 독성을 약화한 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.

**개념 더하기** 백신의 종류

약독화 생백신	독성을 약화한 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.
불활성화 백신	열이나 화학 약품으로 완전히 죽인 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.
재조합 백신	생명공학기술을 이용하여 생산한 항원을 이용하는 백신이다.
핵산 기반 백신	병원체의 유전정보를 가지는 핵산을 주사하여 몸속에서 항체를 생성하게 하는 백신이다.

- 13** (1) **예시 답안** Rh<sup>+</sup>형, P의 ABO식 혈액형이 A형이므로 P의 혈액은 항A 혈청과 섞었을 때 응집하고, 항B 혈청과 섞었을 때는 응집하지 않는다. 따라서 ㉠은 항B 혈청이며, ㉡과 ㉢은 항A 혈청과 항Rh 혈청 중 서로 다른 하나이다. ㉡과 ㉢에서 모두 응집반응이 일어났으므로 P의 Rh식 혈액형은 Rh<sup>+</sup>형이다.

채점 기준	배점(%)
Rh식 혈액형을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
Rh식 혈액형만 옳게 쓴 경우	30

- (2) **예시 답안** 두 사람의 Rh식 혈액형은 Rh<sup>+</sup>형으로 같지만, ABO식 혈액형은 A형과 B형으로 서로 다르다. 따라서 혈액을 주는 사람(P)의 응집원 A와 혈액을 받는 사람의 응집소  $\alpha$ 가 응집반응을 일으키므로 수혈할 수 없다.

채점 기준	배점(%)
수혈할 수 없다고 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
수혈할 수 없다고만 쓴 경우	30

**14**

- (1) (가)의 혈액은 항A 혈청에 응집하므로 (가)의 혈액형은 A형 또는 AB형이다. (가)의 혈장을 (나)와 (다)의 혈액과 각각 섞으면 모두 응집반응이 일어나므로 (가)는 A형이고, (나)와 (다)의 적혈구에는 (가)의 혈장에 있는 응집소  $\beta$ 와 결합하는 응집원 B가 있다. (가)의 적혈구를 (나)의 혈액과 섞으면 응집반응이 일어나고, (다)의 혈액과 섞으면 응집반응이 일어나지 않으므로 (나)는 B형, (다)는 AB형, (라)는 O형이다.
- (2) **예시 답안** (나)의 적혈구에는 응집원 B가 있고, (라)의 혈장에는 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 가 모두 있으므로 응집원 B와 응집소  $\beta$ 가 결합하여 응집반응이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
응집반응이 일어난다고 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
응집반응이 일어난다고만 쓴 경우	30

**15**

**자료 분석** 1차 면역반응과 2차 면역반응

1차 면역반응에서는 B림프구가 기억세포와 형질세포로 분화하고, 2차 면역반응에서는 기억세포가 증식하여 형질세포로 분화한다.

- (2) **예시 답안** (가) 2차 면역반응, (나) 1차 면역반응, 항체 X가 생성되기 까지 걸리는 시간은 2차 면역반응(가)에서가 1차 면역반응(나)에서보다 짧고, 항체 X의 생성량은 2차 면역반응(가)에서가 1차 면역반응(나)에서보다 많다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)에서 항체 X가 생성되기까지 걸리는 시간과 항체 X의 생성량을 비교하여 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**예시 답안** ㉠ X에 대한 항체, ㉡ Y에 대한 항체, (나)의 B에는 X에 대한 기억세포가 있으므로 (다)에서 X와 Y를 동시에 주사했을 때 X에 대한 2차 면역반응과 Y에 대한 1차 면역반응이 일어난다. 따라서 X에 대한 항체가 Y에 대한 항체보다 많은 양이 빠르게 생성된다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 실험 결과와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

**중단면**  
**일선 문제**

134 쪽 ~ 137 쪽

- 01 ⑤    02 ①    03 ③    04 ③    05 ②    06 ④    07 ③  
08 ④    09 ②    10 ①    11 ⑤    12 ⑤    13 ③

**단답형·서술형 문제**

- 14 (1) ㉠ 핵산, ㉡ 세포막 (2) 해설 참조    15 (1) O형, Rh<sup>+</sup>형  
(2) 해설 참조    16 (1) ㉠ 병원체 Y, ㉡ 병원체 X (2) 해설 참조  
17 해설 참조

**01**    ㉠ ⑤  
 ㉠. 고혈압은 비감염성질환이고, 결핵과 독감은 모두 감염성질환이므로 ‘감염성질환인가?’는 A에 해당한다.

㉡. 결핵의 병원체인 세균은 스스로 물질대사를 하지만, 독감의 병원체인 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없다. 따라서 ‘병원체가 스스로 물질대사를 하는가?’는 B에 해당한다.

㉢. 결핵의 병원체인 세균은 분열법으로 증식한다.

**02**    ㉠ ①

**자료 분석** ● 감염성질환의 특징

구분	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
수면병 A	×	①	○	
위궤양 B	×	○	×	
무좀 C	○	○	○	

(○: 있음, ×: 없음.)

(가)

(나)

- 무좀의 병원체는 곰팡이, 수면병의 병원체는 원생생물, 위궤양의 병원체는 세균이다.
- 무좀, 수면병, 위궤양 중 무좀만 항진균제를 이용하여 치료한다. → C는 무좀이다.
- 세균, 곰팡이, 원생생물은 모두 세포로 이루어져 있고, 곰팡이와 원생생물에는 모두 핵막이 있다. → ㉠은 ‘○’이고, A는 수면병, B는 위궤양이다.

㉠. ㉠은 ‘○’이다.

**오답 피하기** ㉡. 위궤양(B)의 병원체는 세균이다.

㉢. 수면병(A), 위궤양(B), 무좀(C)은 모두 감염성질환으로 다른 사람에게 전염될 수 있다.

**03**    ㉠ ③

③ 선천면역과 후천면역은 밀접하게 관련되어 있다.

**오답 피하기** ①, ④ 후천면역은 병원체를 인식하여 특이적으로 일어나며, 세포성면역은 후천면역에 해당한다.

② 선천면역은 병원체의 종류를 가리지 않고 빠르게 작용하여 감염 초기에 병원체를 제거한다.

⑤ 우리 몸은 병원체의 침입을 막거나 병원체를 제거하는 방어 작용을 한다.

**04**    ㉠ ③

염증, 식세포작용, 피부의 각질층은 모두 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나는 선천면역에 해당한다. 체액성면역은 병원체를 인식하여 일어나는 후천면역에 해당한다.

**05**    ㉠ ②

㉠. 염증은 병원체를 제거하고, 조직이 손상되는 것을 최소화하는 데 중요한 역할을 한다.

**오답 피하기** ㉠. ㉠은 비만세포에서 분비하는 히스타민이다.

㉡. (가) 과정에서 히스타민(㉠)에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가한다.

**06**    ㉠ ④

①은 세포독성 T림프구, ②은 형질세포, ③은 보조 T림프구이다.

㉠. (가)는 병원체 X에 감염된 세포를 세포독성 T림프구(①)가 직접 제거하는 세포성면역이다.

㉡. 큰포식세포가 제시한 항원 조각을 인식하여 증식한 보조 T림프구(③)의 도움으로 B림프구가 형질세포(②)와 기억세포로 분화한다.

**오답 피하기** ㉡. ①은 세포독성 T림프구이다.

**07**    ㉠ ③

㉠. ①은 식세포작용으로 세균 X를 분해하여 항원 조각을 세포 표면에 제시하는 큰포식세포이다.

㉡. 세균 X가 침입한 뒤 큰포식세포(①)가 선천면역인 식세포작용으로 X를 분해하고, 항원 조각을 세포 표면에 제시한다. 이후 이 항원 조각을 인식하여 증식한 보조 T림프구에 의해 후천면역이 일어난다. 따라서 이 사람에서는 선천면역과 후천면역이 모두 일어났다.

**오답 피하기** ㉡. ②은 형질세포, ③은 기억세포이다. 세균 X가 다시 침입하면 기억세포(③)가 빠르게 증식하고 형질세포(②)로 분화하여 많은 양의 항체가 생성된다.

**자료 분석** 혈액의 응집반응

구분	AB형(다)의 혈장	O형(나)의 혈장	B형(가)의 혈장
B형 (가)의 적혈구	? -	+	-
O형 (나)의 적혈구	-	? -	? -
AB형 (다)의 적혈구	? -	+	+

(+: 응집함, -: 응집 안 함.)

- O형의 적혈구에는 응집원이 없어 ㉠~㉢과 각각 섞었을 때 모두 응집반응이 일어나지 않는다. → (나)는 O형이다.
- AB형의 혈장에는 응집소가 없어 (가)~(다)의 적혈구와 각각 섞었을 때 모두 응집반응이 일어나지 않는다. → ㉠은 AB형의 혈장이다.
- O형의 혈장을 B형과 AB형의 적혈구와 각각 섞으면 모두 응집반응이 일어나고, AB형의 적혈구를 B형과 O형의 혈장과 각각 섞으면 모두 응집반응이 일어난다. → (가)는 B형, (다)는 AB형, ㉡은 O형(나)의 혈장, ㉢은 B형(가)의 혈장이다.

- ㄴ. (가)의 적혈구에는 응집원 B가 있다.  
 ㉢. (다)의 적혈구와 (나)의 혈장을 섞으면 응집원 A와 응집소 α, 응집원 B와 응집소 β가 각각 결합하여 응집반응이 일어난다.  
**오답 피하기** ㉠. ㉠은 AB형인 (다)의 혈장이다.

09

(가)는 혈액이 항A 혈청과 응집하므로 응집원 A를 갖는다. (가)의 혈장을 (나)와 (다)의 적혈구와 각각 섞으면 모두 응집반응이 일어나므로 (가)의 혈장에는 응집소가 있다. 따라서 (가)는 A형이다. (가)의 혈장에는 응집소 β가 있으므로 (나)와 (다)는 모두 응집원 B를 가진다. (나)는 응집소 ㉠을 가지므로 ㉠은 α이고, (나)는 B형, (다)는 AB형이다. (라)는 O형이다.

㉢. (나)의 혈장에는 응집소 α가, (다)의 적혈구에는 응집원 A가 있으므로 (나)의 혈장과 (다)의 적혈구를 섞으면 응집반응이 일어난다.

- 오답 피하기** ㉠. ㉠은 α이다.  
 ㄴ. O형(라)인 사람은 혈액에 응집소 α와 응집소 β가 모두 있으므로 혈액형이 다른 사람에게 수혈을 받을 수 없다.

10

㉠. (나)의 혈액형은 B형, Rh<sup>+</sup>형이고, (다)의 혈액형은 O형, Rh<sup>-</sup>형이다.

- 오답 피하기** ㄴ. (가)~(다)의 ABO식 혈액형이 서로 다르므로 (가)의 ABO식 혈액형은 A형 또는 AB형이다. A형과 AB형인 사람의 혈액에는 모두 응집소 α가 없다.  
 ㉢. (나)의 혈장에는 응집소 α가 있고, (다)의 적혈구에는 응집원 A, 응집원 B, Rh 응집원이 모두 없다. 따라서 (나)의 혈장과 (다)의 적혈구를 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.

11

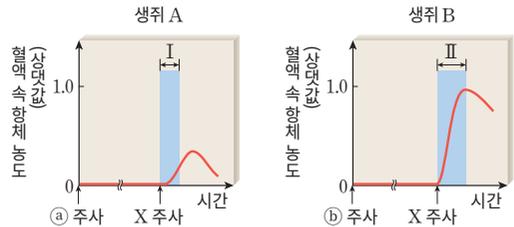
- ㉠. ㉠은 보조 T림프구, ㉡은 기억세포, ㉢은 형질세포이다.  
 ㄴ. 기억세포(㉡)는 항원의 정보를 기억했다가 같은 항원이 다시 침입했을 때 빠르게 증식하여 형질세포(㉢)로 분화한다.  
 ㉢. ㉡는 X를 인식하는 B림프구로부터 분화된 형질세포(㉢)에서 생성된 항체이므로 X와 결합해 X를 가지는 병원체만 특이적으로 제거한다.

12

구간 I에서는 항원 X를 인식하여 특이적으로 작용하는 후천면역이 일어나 형질세포가 X에 대한 항체를 생성한다. 구간 II에서는 X에 대한 2차 면역반응이 일어나 기억세포가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 많은 양의 항체가 빠르게 생성된다.

13

**자료 분석** 백신의 작용



- 생쥐 A에 ㉠을 주사한 뒤 X를 주사했을 때 1차 면역반응이 일어나 생성된 항체의 농도가 상대적으로 낮다. → ㉠을 주사한 뒤 기억세포가 생성되지 않았다.
- 생쥐 B에 ㉡을 주사한 뒤 X를 주사했을 때 2차 면역반응이 일어나 생성된 항체의 농도가 상대적으로 높다. → ㉡을 주사한 뒤 기억세포가 생성되었으므로 ㉡가 백신에 더 적합하다.

- ㉠. 구간 I에서 X에 대한 항체가 생성되었으므로 A에는 형질세포가 있다.  
 ㄴ. 구간 II에서 X에 대한 항체가 생성되었으므로 항체를 이용하는 체액성면역이 일어났다.

**오답 피하기** ㉢. I에서는 X에 대한 1차 면역반응이 일어났고, II에서는 X에 대한 2차 면역반응이 일어났으므로 ㉡가 ㉠보다 백신으로서의 효과가 크다.

14

- (1) 콜레라의 병원체인 세균에는 핵산과 세포막이 모두 있지만, 후천성면역결핍증(AIDS)의 병원체인 바이러스에는 핵산은 있고 세포막은 없다.  
 (2) **예시 답안** (가) 후천성면역결핍증(AIDS), (나) 콜레라, 후천성면역결핍증(AIDS)의 병원체인 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않지만, 콜레라의 병원체인 세균은 세포로 이루어져 있다. 후천성면역결핍증(AIDS)의 병원체인 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못하지만, 콜레라의 병원체인 세균은 스스로 물질대사를 할 수 있다. 등

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)의 차이점을 병원체의 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

15

(1) (가)의 혈장에 응집소  $\alpha$ 가 있으므로 (가)의 ABO식 혈액형은 B형 또는 O형이다. (가)의 적혈구와 A형인 사람의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어나지 않으므로 (가)의 적혈구에는 응집원 B가 없다. 따라서 (가)의 ABO식 혈액형은 O형이다. O형인 사람의 혈액은 항A 혈청과 항B 혈청에 모두 응집하지 않으므로 ㉠은 항Rh 혈청이다. 따라서 (가)의 Rh식 혈액형은 Rh<sup>+</sup>형이다.

(2) 예시답안 (가)의 혈장에는 응집소  $\alpha$ 와 응집소  $\beta$ 가 있고 혈액형이 B형, Rh<sup>-</sup>형인 사람의 적혈구에는 응집원 B가 있다. 따라서 (가)의 응집소  $\beta$ 와 B형, Rh<sup>-</sup>형인 사람의 응집원 B가 결합하여 응집반응이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
응집반응이 일어난다고 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
응집반응이 일어난다고만 쓴 경우	30

16

(1) ㉠을 주사했을 때 ㉡에 대한 1차 면역반응이 일어나 ㉡에 대한 항체만 생성되었다. ㉢을 주사했을 때 ㉡에 대한 2차 면역반응이 일어나 ㉡에 대한 항체는 상대적으로 빠르게 많은 양이 생성되었고, ㉢에 대한 1차 면역반응이 일어나 ㉢에 대한 항체는 상대적으로 적은 양이 생성되었다. 따라서 ㉠은 ㉡만 있는 병원체 Y이고, ㉢은 ㉡과 ㉢이 모두 있는 병원체 X이다.

(2) 예시답안 ㉠, ㉢을 주사했을 때 ㉡에 대한 1차 면역반응이 일어나 기억세포가 생성되었다. 이후 ㉢을 주사했을 때 구간 I에서 ㉡에 대한 2차 면역반응이 일어나 ㉡에 대한 항체가 빠르게 많이 생성되었지만, ㉢에 대해서는 1차 면역반응이 일어나 ㉢에 대한 항체가 적게 생성되었으므로 병원체 Y에는 ㉠이 있다.

채점 기준	배점(%)
Y에 있는 항원이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 구간 I에서 일어난 면역반응과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
Y에 있는 항원이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	50

17

예시답안 (가) 약독화 생백신, (나) 핵산 기반 백신, 약독화 생백신(가)은 1 회 접종하여도 면역 효과가 유지된다. 핵산 기반 백신(나)은 짧은 시간에 많은 양을 생산할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)의 장점을 각각 한 가지씩 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

대단원 평가 문제

140 쪽 ~ 145 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 16 (1) (가) Na<sup>+</sup>통로, (나) Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>펌프, (다) K<sup>+</sup>통로 (2) 해설 참조    17 (1) 1 cm/ms (2) 해설 참조    18 (1) ㉠ C, 다리뇌, ㉡ D, 중간뇌 (2) 해설 참조    19 (1) (가) 소장, (나) 골격근 (2) 해설 참조    20 (1) (가) 길항작용, (나) 음성피드백 (2) 해설 참조    21 (1) ㉠ 증가, ㉡ 감소 (2) 해설 참조    22 (1) (가) 세포성면역, (나) 체액성면역 (2) 해설 참조    23 해설 참조

01

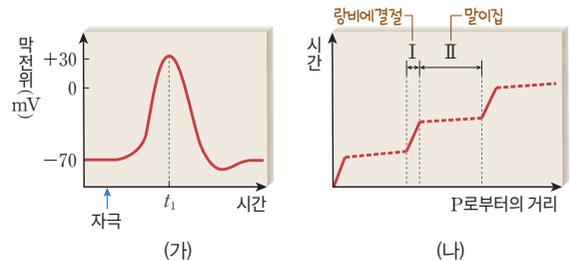
답 ⑤

7. 이 뉴런이 자극을 받지 않은 상태일 때 나타나는 막전위가 -70 mV이므로, 이 뉴런의 휴지전위는 -70 mV이다.  
 나.  $t_1$ 일 때 Na<sup>+</sup>이 Na<sup>+</sup>통로를 통해 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.  
 다.  $t_2$ 일 때 막전위가 -80 mV이므로 X는 과분극 상태이다. 따라서 K<sup>+</sup>의 막 투과도는 Na<sup>+</sup>의 막 투과도보다 높고, K<sup>+</sup>이 K<sup>+</sup>통로를 통해 세포 밖으로 확산한다.

02

답 ③

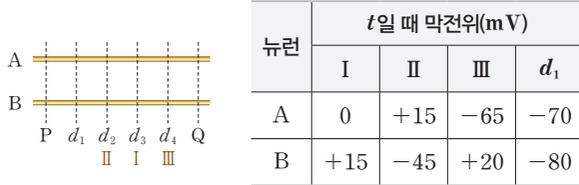
자료 분석 ● 도약전도



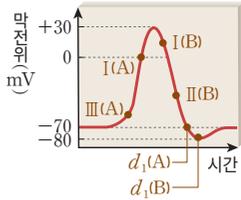
- 말이집은 전기 신호를 차단하는 절연체 역할을 하므로 말이집에서는 활동전위가 발생하지 않는다. → 말이집이 있는 뉴런에서는 랭비에결절에서 다음 랭비에결절로 신경자극이 전도되는 도약전도가 일어난다.
- I은 II에 비해 짧은 거리를 가는 데 긴 시간이 걸리므로 신경 자극전도 속도가 느린 부분이고, II는 I에 비해 긴 거리를 가는 데 짧은 시간이 걸리므로 신경자극전도 속도가 빠른 부분이다. → I은 활동전위가 발생하는 랭비에결절이고, II는 말이집이다.

7. I은 랭비에결절, II는 말이집이다.  
 다. 막전위와 관계없이 Na<sup>+</sup>의 농도는 항상 세포 안보다 밖이 더 높다.  
 오답 피하기 나. 말이집(II)은 전기를 잘 전달하지 않는 절연체 역할을 하므로, 말이집에서는 활동전위가 발생하지 않는다.

고요 분석 신경자극전도



- B의 경우 d<sub>1</sub>에서 과분극이 일어나고 있으므로 자극을 준 지점은 P이다. → 신경자극전도는 P → Q 방향으로 일어난다.
- 신경자극전도 속도는 B에서 A에서보다 빠르므로 t일 때 막전위를 오른쪽 그림에 표시하면 같은 지점에서 B의 막전위는 A보다 항상 오른쪽에 위치하게 된다. → I은 d<sub>3</sub>, II는 d<sub>2</sub>, III은 d<sub>4</sub>이다.



- ㄴ. B의 d<sub>1</sub>에서 과분극이 일어나고 있으므로 자극을 준 지점은 P이다.
- ㄷ. t일 때 A의 d<sub>3</sub>(I)에서의 막전위는 0 mV로, 막전위가 상승하는 탈분극이 일어나고 있다.

오답 피하기 ㄱ. I은 d<sub>3</sub>, II는 d<sub>2</sub>, III은 d<sub>4</sub>이다.

04

ㄱ. 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로만 일어나므로 시냅스전뉴런인 A에서 발생한 신경자극은 시냅스후뉴런인 B로 전달될 수 있다.

ㄴ. B에 말이집이 있으므로 B에서 신경자극이 전도될 때 랭비에 결절에서만 활동전위가 발생하는 도약전도가 일어난다.

오답 피하기 ㄷ. 축삭돌기에서는 신경자극전도가 양방향으로 일어나고 말이집에서는 활동전위가 발생하지 않으며, 시냅스전달은 A → B 방향으로만 일어난다. 따라서 ㉠에 역치 이상의 자극을 주면 ㉡~㉣ 중 ㉢에서만 활동전위가 발생한다.

05

ㄱ. A에 역치 이상의 자극을 주고 일정 시간이 지난 뒤 B의 축삭돌기 한 지점에서 Na<sup>+</sup>과 K<sup>+</sup>의 막 투과도가 변하면서 활동전위가 발생하므로 A는 시냅스전뉴런, B는 시냅스후뉴런이다. ㉠에서 신경전달물질이 분비되고, ㉡에 수용체가 있으므로 ㉢는 시냅스전뉴런(A)이고, ㉣는 시냅스후뉴런(B)이다.

오답 피하기 ㄴ. ㉠은 활동전위가 발생할 때 먼저 막 투과도가 증가하는 Na<sup>+</sup>이며 ㉡은 이후에 막 투과도가 증가하는 K<sup>+</sup>이다. Na<sup>+</sup>(㉠)은 Na<sup>+</sup>통로를 통해 세포 안으로 확산한다.

ㄷ. 시냅스전달은 A → B 방향으로만 일어나므로 B에 역치 이상의 자극을 주어도 A로 신경자극이 전달되지 않는다. 하지만 자극의 여부와 관계없이 A에서는 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>펌프에 의해 K<sup>+</sup>(㉣)이 세포 밖에서 안으로 이동한다.

06

A와 B는 척수에서 골격근으로 명령을 전달하는 운동신경(원심성신경)이고, C는 척수를 이루는 연합뉴런으로 구성된 신경, D는 감각기관에서 받아들인 정보를 척수로 전달하는 감각신경(구심성신경)이다.

ㄷ. 연합뉴런으로 구성된 신경(C)은 중추신경계인 척수(중추 X)를 구성한다.

ㄹ. D는 감각신경이므로 구심성신경이다.

오답 피하기 ㄱ. 중추 X는 척수이며, 척수(중추 X)의 겉질은 주로 뉴런의 축삭돌기가 모여 있는 백색질이고, 속질은 주로 뉴런의 신경세포체가 모여 있는 회색질이다.

ㄴ. A와 B는 운동신경(원심성신경)이므로 체성신경계에 속한다.

07

무릎반사가 일어나는 I은 척수에서 나오는 운동신경, 심장박동을 촉진하는 II는 척수에서 나오는 자율신경 중 교감신경, 방광비움을 촉진하는 III은 척수에서 나오는 자율신경 중 부교감신경이다. 신경절이후 뉴런에서 노르에피네프린이 분비되는 것은 교감신경(II)뿐이므로 ㉠은 ‘신경절이후 뉴런에서 노르에피네프린이 분비된다.’이고, B는 교감신경(II)이다. 신경절이 있는 신경은 교감신경(II)과 부교감신경(III)이므로 ㉡은 ‘신경절이 있다.’이고 C는 부교감신경(III), A는 운동신경(I)이다.

ㄷ. 교감신경인 B(II)는 척수에서 뻗어 나오므로 신경절이전 뉴런의 신경세포체가 척수의 속질(회색질)에 있다.

오답 피하기 ㄱ. 운동신경(I, A)은 중추에서 반응기관인 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결된다. A~C 중 신경절이후 뉴런이 신경절이전 뉴런보다 짧은 것은 부교감신경(III, C)이다.

ㄴ. ‘신경절이 있다.’는 ㉢이다.

08

ㄱ. 탄수화물을 섭취한 뒤 혈액 속 농도가 증가하는 A는 인슐린, 혈액 속 농도가 감소하는 B는 글루카곤이다. 인슐린(A)은 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하여 혈당량을 감소시킨다.

ㄴ. 인슐린(A)과 글루카곤(B)은 간에 서로 반대로 작용하여 혈당량을 조절한다.

오답 피하기 ㄷ. 인슐린(A)은 혈당량이 증가할 때 분비량이 증가하므로 인슐린(A)의 농도가 높은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 혈당량이 높다.

09

ㄱ. 골격근이 떨릴 때(㉠) 골격근을 수축하기 위해 세포호흡이 일어나므로 골격근에서 열 발생량이 증가한다.

오답 피하기 ㄴ. 피부 근처 혈관 수축(㉡)은 저온 자극(가)에 의해 교감신경의 작용이 활성화되어 일어나는 반응이다.

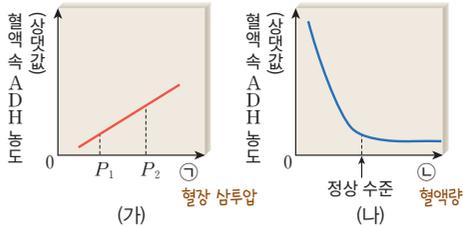
ㄷ. 골격근 떨림(㉠)에 의한 열 발생량 증가와 피부 근처 혈관 수축(㉡)에 의한 열 발생량 감소는 모두 저온 자극에 대한 반응이다.

따라서 (가)는 저온 자극, (나)는 고온 자극이다. 고온 자극(나)을 받으면 피부 근처 혈관이 확장하여 열 발산량이 증가하므로 몸 표면을 통한 열 발산량은 고온 자극(나)을 받을 때가 저온 자극(가)을 받을 때보다 많다.

10

답 ②

자료 분석 삼투압 조절



- 혈장 삼투압(㉠)이 증가하면 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 증가한다. → 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하여 몸속 물의 양이 증가한다. → 혈장 삼투압(㉠)이 감소한다.
- 혈액량(㉡)이 증가하면 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 감소한다. → 콩팥에서 물의 재흡수량이 감소하여 몸속 물의 양이 감소한다. → 혈액량(㉡)이 감소한다.

㉡. 혈액량(㉡)이 정상 수준보다 감소하면 항이노호르몬(ADH)의 농도가 증가하므로 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가한다.

오답 피하기 ㉠. ㉠이 증가하면 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 증가하므로, ㉠은 혈장 삼투압이다.

㉡.  $P_2$ 일 때가  $P_1$ 일 때보다 혈액 속 항이노호르몬(ADH)의 농도가 높으므로 단위 시간당 콩팥에서 물의 재흡수량이 많아 생성되는 오줌양은 적고, 오줌 삼투압은 높다.

11

답 ③

㉠. 독감, 수면병, 콜레라, 구순포진은 모두 병원체에 감염되어 나타나는 감염성질환이다.

㉡. 독감과 구순포진의 병원체는 모두 바이러스이고, 콜레라의 병원체는 세균, 수면병의 병원체는 원생생물이다.

오답 피하기 ㉢. 원생생물에는 막으로 둘러싸인 세포소기관이 있지만, 세균에는 막으로 둘러싸인 세포소기관이 없다.

12

답 ②

㉠. ㉠은 큰포식세포가 제시한 항원 조각을 인식하여 활성화되는 보조 T림프구이며, ㉡은 보조 T림프구의 도움으로 형질세포와 기억세포로 분화하는 B림프구이다. 골수에서 생성된 미성숙 림프구가 골수에서 성숙 과정을 거치면 B림프구(㉡)로 분화한다.

오답 피하기 ㉠. (가)는 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나는 선천 면역이고, (나)는 감염된 병원체를 인식하여 특이적으로 일어나는 후천면역이다.

㉡. B림프구(㉡)는 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포는 항체를 생성하고 분비한다.

13

답 ①

자료 분석 ABO식 혈액형

구분	응집소 $\alpha, \beta$	응집소 $\beta$	응집소 없음.
	(가)의 혈장	(나)의 혈장	(다)의 혈장
A형 (나)의 적혈구	㉠+	?-	-
AB형 (다)의 적혈구	?+	+	?-
B형 (라)의 적혈구	?+	+	㉡-

(가) O형

(+: 응집함, -: 응집 안 함.)

- (나)의 혈장에는 응집소  $\beta$ 만 있다. → (나)는 A형이다.
- (나)의 혈장과 (다), (라)의 적혈구 사이에는 각각 응집반응이 일어났으므로 (다), (라)의 적혈구에는 응집원 B가 있다. → (가)는 O형이다.
- (나)의 적혈구와 (다)의 혈장 사이에 응집반응이 일어나지 않는다. → (다)는 AB형, (라)는 B형이다.
- (가)의 혈장에 있는 응집소  $\alpha$ 와 (나)의 적혈구에 있는 응집원 A가 결합하여 응집반응이 일어난다. → ㉠은 '+'이고, ㉡은 '-'이다.

㉠. ㉠은 '+', ㉡은 '-'이다

오답 피하기 ㉡. (가)의 적혈구에는 응집원이 없으므로 (라)의 혈장과 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않는다.

㉢. (다)의 혈액의 응집원 B와 (나)의 혈액의 응집소  $\beta$ 가 결합하여 응집반응이 일어난다. 따라서 (나)는 (다)에게 수혈을 받을 수 없다.

14

답 ③

㉠, ㉡. A를 1차 주사했을 때 A에 대한 1차 면역반응이 일어나 기억세포가 생성되었으며, A를 2차 주사했을 때 1차 면역반응에서 생성된 기억세포에 의해 A에 대한 2차 면역반응이 일어나 많은 양의 항체가 빠르게 생성되었다.

오답 피하기 ㉢. B를 2차 주사했을 때 B에 대한 체액성면역이 일어나 형질세포에서 항체가 생성되었으므로 구간 II에서 X에는 B에 대한 형질세포가 있다.

15

답 ⑤

㉠. (가)는 약독화 생백신, (나)는 재조합 백신, (다)는 불활성화 백신이다.

㉡, ㉢. 백신은 제조 방법에 따라 구분할 수 있는데, 약독화 생백신(가)은 독성을 약화한 병원체를 이용하여 만드는 백신이고, 재조합 백신(나)은 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원을 이용하는 백신이다. 불활성화 백신(다)은 열이나 화학 약품으로 완전히 죽인 병원체를 이용하여 만드는 백신이다.

16

(1)  $K^+$ 은  $K^+$ 통로를 통해 세포 안에서 밖으로 확산하고,  $Na^+$ 은  $Na^+$ 통로를 통해 세포 밖에서 안으로 확산한다.  $Na^+$ - $K^+$ 펌프는 에너지를 사용하여  $Na^+$ 을 세포 안에서 밖으로 이동시키고,  $K^+$ 을 세포 밖에서 안으로 이동시킨다.

만약 ㉠이  $K^+$ , ㉡이  $Na^+$ 이라면 (가)와 (다)는 모두  $Na^+ - K^+$  펌프여야 하므로 옳지 못하다. 따라서 ㉠은  $Na^+$ , ㉡은  $K^+$ 이고, (가)는  $Na^+$  통로, (나)는  $Na^+ - K^+$  펌프, (다)는  $K^+$  통로이다.

(2) 예시 답안 ㉠  $Na^+$ , ㉡  $K^+$ , 뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면  $Na^+$  (㉠)이 세포 안으로 확산하면서 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난 뒤,  $K^+$  (㉡)이 세포 밖으로 확산하면서 막전위가 하강하는 재분극이 일어나 막전위가 휴지전위로 돌아간다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡이 무엇인지 쓰고, 뉴런에 역치 이상의 자극을 1 회 주었을 때 ㉠과 ㉡의 이동에 따른 막전위 변화를 순서대로 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

17

(1) A에 역치 이상의 자극을 1 회 주고 경과된 시간이 4 ms(㉠)일 때  $P_1$ 에서의 막전위는  $-80$  mV이다.  $-80$  mV는 자극을 받고 3 ms가 지났을 때 나타나는 막전위이므로 자극을 준 지점에서 1 cm 떨어져 있는  $P_1$ 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1 ms이다. 따라서 A의 신경자극전도 속도는 1 cm/ms이다.

(2) 자극을 준 지점에서  $P_2$ 까지의 거리는 3 cm이므로 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 3 ms이다. 따라서 A에 역치 이상의 자극을 1 회 주고 경과된 시간이 4 ms(㉠)일 때  $P_2$ 에서의 막전위는 신경자극이  $P_2$ 에 도달하고 1 ms가 지났을 때의 막전위이다. (나)에서 시간이 1 ms일 때의 막전위는 음(-)의 값이며, 탈분극이 일어나고 있다. 따라서 ㉡는 음(-)의 값이고,  $P_2$ 에서는  $Na^+$ 이 세포 안으로 확산한다.

예시 답안 음(-)의 값,  $Na^+$ 이 세포 안으로 확산하면서 막전위가 상승한다.

채점 기준	배점(%)
음(-)의 값이라고 쓰고, ㉠일 때 $P_2$ 에서 이온의 이동에 따른 막전위 변화를 옳게 설명한 경우	100
음(-)의 값이라고만 쓴 경우	30

18

(1) A는 대뇌, B는 사이뇌, C는 다리뇌, D는 중간뇌, E는 소뇌, F는 숨골이다. 다리뇌(C), 중간뇌(D), 숨골(F)은 뇌줄기를 구성하고, 이중 동공반사의 중추는 중간뇌(D)이다.

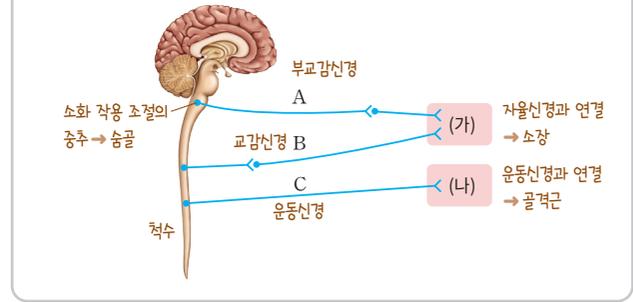
(2) ㉠은 다리뇌(C)이고, ㉡은 중간뇌(D)이므로 ㉢은 소뇌(E)이다.

예시 답안 E, 소뇌, 몸의 균형을 조절한다. 골격근의 운동 조절에 관여한다. 등

채점 기준	배점(%)
㉢에 해당하는 부위의 기호와 이름을 쓰고, ㉢의 기능 한 가지를 옳게 설명한 경우	100
㉢에 해당하는 부위의 기호와 이름만 옳게 쓴 경우	30

19

다양 분석 말초신경계의 구조와 기능



(1) A는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 긴 부교감신경, B는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧은 교감신경, C는 신경절이 없는 운동신경이다. 따라서 (가)는 자율신경인 교감신경(A)과 부교감신경(B)이 연결된 소장이고, (나)는 체성신경인 운동신경(C)이 연결된 골격근이다.

(2) 소장(가)에 연결된 부교감신경(A)은 소화 작용을 조절하는 중추인 숨골에서 뻗어 나오고, 교감신경(B)은 척수에서 뻗어 나온다. 부교감신경(A)의 작용이 활성화되면 소화 작용이 촉진되고, 교감신경(B)의 작용이 활성화되면 소화 작용이 억제된다.

예시 답안 A는 숨골에서 뻗어 나오고, B는 척수에서 뻗어 나온다. A의 작용이 활성화되면 소장(가)에서 소화 작용이 촉진되고, B의 작용이 활성화되면 소장(가)에서 소화 작용이 억제된다.

채점 기준	배점(%)
A와 B가 뻗어 나오는 중추신경계의 부위를 쓰고, A와 B의 작용이 활성화되었을 때 (가)에서 나타나는 반응을 모두 옳게 설명한 경우	100
A와 B가 뻗어 나오는 중추신경계의 부위를 쓰고, A와 B의 작용이 활성화되었을 때 (가)에서 나타나는 반응 중 하나만 옳게 설명한 경우	60
A와 B가 뻗어 나오는 중추신경계의 부위만 옳게 쓴 경우	30

20

(1) (가)는 두 가지 요인이 같은 기관에 서로 반대의 효과를 나타내어 항상성을 유지하는 길항작용, (나)는 어떤 원인으로 나타난 결과가 그 원인을 다시 억제하여 호르몬의 분비를 조절하는 음성 피드백이다.

(2) 길항작용(가)의 예에는 인슐린과 글루카곤에 의한 혈당량 조절 과정, 교감신경과 부교감신경에 의한 조절 작용 등이 있다. 음성 피드백(나)의 예에는 타이로신의 분비 조절 등이 있다.

예시 답안 (가) 인슐린과 글루카곤은 간에 서로 반대로 작용하여 혈당량을 조절한다. (나) 혈액 속 타이로신의 농도가 증가하면 내분비샘의 작용이 억제되어 타이로신의 분비가 감소한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 예를 한 가지씩 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 예 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

21

(1) 뇌하수체후엽에서 분비되는 항이뇨호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 조절한다. 항이뇨호르몬(ADH)의 분비량이 증가(㉠)하면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가(㉡)하여 단위 시간당 생성되는 오줌양이 감소하고, 오줌 삼투압이 증가하며, 혈장 삼투압이 감소(㉢)한다.

(2) **예시 답안** 오줌 삼투압은 증가하고, 단위 시간당 생성되는 오줌양은 감소한다.

채점 기준	배점(%)
㉡에 의한 오줌 삼투압과 단위 시간당 생성되는 오줌양의 변화를 모두 옳게 설명한 경우	100
㉡에 의한 오줌 삼투압과 단위 시간당 생성되는 오줌양의 변화 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

22

(1) 세포성면역은 세포독성 T림프구가 병원체에 감염된 세포를 제거하는 면역이고, 체액성면역은 형질세포가 체액으로 분비한 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 면역이다. 따라서 (가)는 세포성면역, (나)는 체액성면역이고, ㉠은 세포독성 T림프구, ㉡은 B림프구, ㉢은 형질세포이다.

(2) **예시 답안** 세포성면역(가)에서는 항원 조각을 인식한 보조 T림프구의 도움을 받아 증식한 세포독성 T림프구(㉠)가 독성 물질을 분비하여 X에 감염된 세포를 제거한다. 체액성면역(나)에서는 항원 조각을 인식한 보조 T림프구의 도움을 받아 B림프구(㉡)가 형질세포(㉢)와 기억세포로 분화하고, 형질세포(㉢)가 분비한 항체가 X와 결합하여 X를 제거한다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 일어나는 과정을 ㉠~㉢과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 일어나는 과정 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

23

**예시 답안** ㉠, (다)의 Ⅲ에 ㉡을 주사한 뒤 (마)에서 X를 주사했을 때 Ⅲ이 죽었으므로 ㉡은 백신으로 부적합하다. 반면 (다)의 Ⅱ에 ㉠을 주사한 뒤 (마)에서 X를 주사했을 때 Ⅱ가 살았고, (라)의 V에 ㉠에 대한 B림프구가 분화한 기억세포를 주사한 뒤 (마)에서 X를 주사했을 때 V가 살았으므로 ㉠은 백신으로 적합하다.

채점 기준	배점(%)
X에 대한 백신으로 적합한 물질을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 실험 결과와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
X에 대한 백신으로 적합한 물질만 옳게 쓴 경우	30

### III 생명의 연속성과 다양성

#### 01 염색체와 생식세포 형성

##### 14강 염색체, DNA, 유전자

#### 기본 탄탄 문제

150 쪽

- 01 ㉠ 염색체, ㉡ 뉴클레오솜, ㉢ 히스톤 단백질, ㉣ DNA  
 02 ㉠ DNA, ㉡ 유전자, ㉢ 염색체      03 (가) 남자, (나) 여자  
 04 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×      05  $2n=6$       06 (1) ○ (2) × (3) ○

01 **답** ㉠ 염색체, ㉡ 뉴클레오솜, ㉢ 히스톤 단백질, ㉣ DNA  
 염색체(㉠)는 DNA(㉡)와 히스톤 단백질(㉢)로 구성되며, DNA(㉡)가 8개의 히스톤 단백질(㉢)을 감고 있는 구조를 뉴클레오솜(㉣)이라고 한다.

02 **답** ㉠ DNA, ㉡ 유전자, ㉢ 염색체  
 유전자(㉡)는 DNA(㉠)에서 유전형질을 결정하는 유전정보를 저장하는 부분으로, 하나의 DNA(㉠)에는 수많은 유전자(㉡)가 있다. DNA(㉠)는 히스톤 단백질과 함께 뉴클레오솜을 구성하며, 수백만 개의 뉴클레오솜이 연결되어 염색체(㉢)를 구성한다.

03 **답** (가) 남자, (나) 여자  
 남자는 성염색체로 X염색체와 Y염색체를 하나씩 가지고, 여자는 X염색체 2개를 가진다.

04 **답** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  
 (1), (2) 체세포에서 2개씩 쌍을 이루고 있는 모양과 크기가 같은 염색체를 상동염색체라고 하며, 사람의 체세포에는 상동염색체 23쌍이 있다.

(3) 상동염색체는 부모에게서 하나씩 물려받는다.

(4) 상염색체는 남녀에게 공통으로 있는 염색체이고, 성염색체는 남녀에 따라 구성이 다른 염색체로 성을 결정하는 유전자를 가진다.

05 **답**  $2n=6$   
 이 세포에는 모양과 크기가 같은 상동염색체가 쌍을 이루고 있고, 염색체 수가 6이므로 이 세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=6$ 이다.

06 **답** (1) ○ (2) × (3) ○  
 상동염색체는 부모에게서 하나씩 물려받으므로 유전정보가 서로 다를 수 있다. 따라서 상동염색체의 대립유전자 구성은 같을 수도 있고 다를 수도 있으며, 상동염색체의 대립유전자 쌍이 같으면 동형접합성이라고 하고, 다르면 이형접합성이라고 한다. 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 대립유전자 구성이 서로 같다.

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

단답형·서술형 문제

- 11 해설 참조   12 해설 참조   13 해설 참조  
14 해설 참조

01 답 ③  
 7. (가)는 DNA, (나)는 유전자, (다)는 염색체이다.  
 ㄷ. 염색체(다)는 분열하지 않는 세포에서는 풀어진 형태로 있다가 세포가 분열할 때 막대 모양으로 응축된다.

**오답 피하기** ㄴ. 분열하지 않는 세포에서 염색체(다)는 풀어진 형태로 존재하며, 염색체(다)는 DNA(가)와 단백질로 구성되고 DNA(가)에는 유전자(나)가 존재한다. 따라서 DNA(가), 유전자(나), 염색체(다)는 모두 분열하지 않는 세포에도 존재한다.

02 답 ⑤  
 ⑦은 DNA, ㉠은 히스톤 단백질, ㉡은 뉴클레오솜, ㉢은 염색체이다.

7. DNA(⑦)를 구성하는 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.  
 ㄴ. 뉴클레오솜(㉡)은 DNA(⑦)가 8 개의 히스톤 단백질(㉠)을 감고 있는 구조이다.  
 ㄷ. 염색체(㉢)는 세포분열 시 딸세포로 유전정보를 전달하는 역할을 한다.

03 답 ①  
 (가) DNA는 히스톤 단백질과 함께 염색체를 구성한다.  
**오답 피하기** (나) 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.  
 (다) 염색체는 DNA와 히스톤 단백질로 이루어져 있으며, DNA에는 유전자가 있으므로 염색체에는 유전자가 존재한다.

04 답 ③  
 7. 핵형은 어떤 생물에서 한 세포에 들어 있는 염색체의 수, 모양, 크기 등의 특성이다.  
 ㄴ. 핵형은 일반적으로 체세포분열 중기 세포의 염색체 사진을 이용하여 분석하며, 모양과 크기가 같은 염색체끼리 짝을 지은 뒤 크기가 큰 것부터 순서대로 배열해 나타낸다.

**오답 피하기** ㄷ. 같은 생물종이라도 성별에 따라 성염색체 구성이 다를 수 있으므로 성별에 따라 핵형이 다를 수 있다.

05 답 ⑤  
 7. 핵형분석 결과 ⑦에 들어 있는 상동염색체 쌍의 모양과 크기가 모두 같으므로 (가)는 성염색체로 X염색체 2 개를 가지는 여자이다.  
 ㄴ. ⑦에는 상동염색체가 쌍을 이루고 있으므로 22 쌍의 상염색체와 1 쌍의 성염색체가 있다.

ㄷ. ⑦은 상동염색체가 쌍을 이루고 있으며, 염색체 수가 46이므로 ⑦의 핵상과 염색체 수는  $2n=46$ 이다.

06 답 ④  
 ㄴ. 성염색체는 성을 결정하는 유전자를 가지는 염색체로, 사람의 성염색체는 X염색체와 Y염색체로 구분한다.

ㄷ. 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 대립유전자 구성이 서로 같다.

**오답 피하기** 7. 생식세포에서는 상동염색체가 쌍을 이루고 있지 않으며, 상염색체는 남녀에게 공통으로 있는 22 쌍의 염색체이다. 따라서 사람의 생식세포에는 22 개의 상염색체와 1 개의 성염색체가 있다.

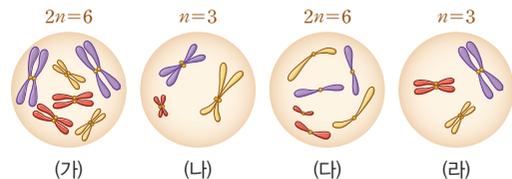
07 답 ④  
 7. ②의 세포에는 모양과 크기가 같은 2 쌍의 상동염색체와 모양과 크기가 서로 다른 상동염색체가 1 쌍 있으므로 ②는 성염색체로 X염색체와 Y염색체를 1 개씩 가지는 수컷이다.

ㄷ. ⑦은 DNA가 8 개의 히스톤 단백질을 감고 있는 구조인 뉴클레오솜이다. 뉴클레오솜(⑦)은 A~C를 포함한 모든 염색체에 있다.

**오답 피하기** ㄴ. A와 B는 상염색체인데 모양과 크기가 다르므로 상동염색체가 아니며, 모양과 크기가 같은 B와 C가 상동염색체이다.

08 답 ②

자료 분석 핵상과 염색체 수



- (가)와 (다)는 핵상이  $2n$ 인데 염색체의 모양과 크기가 서로 다르므로 서로 다른 개체의 세포이다.
- (가)에는 모양과 크기가 같은 3 쌍의 염색체가 있고, (다)에는 모양과 크기가 같은 2 쌍의 염색체와 모양과 크기가 다른 1 쌍의 염색체가 있으므로 (가)는 암컷, (다)는 수컷의 세포이다.
- (나)와 (라)는 핵상이  $n$ 이며, (나)는 (다)와, (라)는 (가)와 같은 개체의 세포이다.
- (가)의  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X염색체 수}} = \frac{4}{2} = 2$ 이고, (다)의  $\frac{\text{상염색체 수}}{\text{X염색체 수}} = \frac{4}{1} = 4$ 이므로 (가)는 II의 세포, (다)는 I의 세포이다.

ㄷ. (나)와 (다)에는 모두 X염색체보다 크기가 작은 Y염색체가 있다.

**오답 피하기** 7. (가)~(라) 중 핵상이  $2n$ 인 세포는 (가)와 (다)로 총 2 개이다.

ㄴ. (가)와 (라)는 암컷인 II의 세포이고, (나)와 (다)는 수컷인 I의 세포이다.

09

답 ①

ㄴ. ㉓와 ㉔는 염색분체이며, 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 ㉓와 ㉔는 대립유전자 구성이 같다.

오답 피하기 ㄱ. 이 사람의 형질 I에 대한 유전자형은 이형접합성이므로 상동염색체의 대립유전자 구성이 다르다. 따라서 ㉑은  $a$ 이다.

ㄷ. (가)와 (나)는 모양과 크기가 같으므로 모두 X염색체이다.

10

답 ④

자료 분석 대립유전자

세포	DNA 상대량			
	$H$	$T$	$h$	$t$
I	1	1	0	1
II	2	1	0	1

세포 P

- 대립유전자가 상염색체에 있으면 체세포에서 대립유전자의 DNA 상대량 합이 2이고, 대립유전자가 X염색체에 있으면 체세포에서 대립유전자의 DNA 상대량 합이 남성에서는 1, 여성에서는 2이다. →  $T$ 와  $t$ 는 상염색체에,  $H$ 와  $h$ 는 X염색체에 있고, I은 수컷, II는 암컷이다.
- 세포 P에 있는 상동염색체 쌍의 모양과 크기가 같으므로 P는 성염색체로 X염색체 2 개를 가지는 암컷의 세포이다.

ㄴ. (가)를 결정하는 대립유전자  $H$ 와  $h$ 는 X염색체에 있고, (나)를 결정하는 대립유전자  $T$ 와  $t$ 는 상염색체에 있다.

ㄷ. I은 대립유전자  $T$ 와  $t$ 를 모두 가지므로 I의 (나)에 대한 유전자형은 이형접합성이다.

오답 피하기 ㄱ. P는 암컷인 II의 세포이다.

11

예시 답안 하나의 DNA에는 수많은 유전자가 있으며, DNA는 단백질과 함께 염색체를 구성한다.

채점 기준	배점(%)
DNA, 염색체, 유전자의 관계를 모두 옳게 설명한 경우	100
DNA와 유전자, DNA와 염색체의 관계 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

12

예시 답안 남자, 이 사람의 세포에는 모양과 크기가 같은 22 쌍의 상염색체와 모양과 크기가 다른 1 쌍의 성염색체가 있으므로, 이 사람은 성염색체로 X염색체 1 개와 Y염색체 1 개를 가지는 남자이다.

채점 기준	배점(%)
남자를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 성염색체 구성과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
남자만 쓴 경우	30

13

예시 답안 다르다. (가)는 상동염색체가 쌍을 이루고 있으므로 핵상이  $2n$ 이지만, (나)는 상동염색체가 쌍을 이루고 있지 않으므로 핵상이  $n$ 이다.

채점 기준	배점(%)
다르다고 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 상동염색체 쌍과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
다르다고만 쓴 경우	30

14

예시 답안 핵상이  $n$ 인 세포 (나)에 있는 1 번 염색체는 핵상이  $2n$ 인 세포 (가)에도 있어야 하므로 ㉑은  $h$ 이다. 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 대립유전자 구성이 같다. 따라서 ㉒은  $H$ 이다.

채점 기준	배점(%)
㉑과 ㉒이 무엇인지를 상동염색체와 염색분체의 대립유전자 구성과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
㉑과 ㉒이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

15강 생식세포 형성의 중요성

기본 탄탄 문제

158 쪽

- 01 (1) × (2) ○ (3) ×    02 ㉑ DNA, ㉒ 핵분열    03 (1) ㉑  $\frac{1}{2}$ ,  
 ㉒ 4 (2) ㉑ 상동염색체, ㉒ 염색분체    04 (1) ㉒, ㉓ (2) ㉑, ㉒  
 05 (가) 체세포분열, (나) 감수분열    06 4

01

답 (1) × (2) ○ (3) ×

유성생식은 생식세포 형성 과정을 통해 생식세포를 형성하고, 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 생식 방법이다. 따라서 유전적으로 다양한 자손이 만들어질 수 있으며, 감수분열을 통해 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가 형성되므로 유성생식 결과 만들어진 자손의 염색체 수는 부모와 같다.

02

답 ㉑ DNA, ㉒ 핵분열

간기 중 S기에는 DNA가 복제되며, 분열기(M기)에는 핵분열과 세포질분열이 일어나 딸세포가 만들어진다.

03

답 (1) ㉑  $\frac{1}{2}$ , ㉒ 4 (2) ㉑ 상동염색체, ㉒ 염색분체

감수 1분열에서는 상동염색체가 분리되고, 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되므로 감수분열 결과 염색체 수와 DNA양이 모세포의 절반인 딸세포가 4 개 만들어진다.

04

답 (1) ㉒, ㉓ (2) ㉑, ㉒

감수분열에서는 DNA가 복제된 뒤 분열이 연속해서 2 회 일어나므로 핵상이  $n$ 인 딸세포가 만들어지며, 세포분열 결과 생식세포가 형성된다. 체세포분열에서는 DNA가 복제된 뒤 분열이 1 회 일어나며, 2가 염색체는 감수분열에서 형성된다.

**05** (가) 체세포분열, (나) 감수분열  
체세포분열에서는 간기에 DNA가 복제된 뒤 분열이 1회 일어나므로 딸세포의 DNA양이 모세포와 같지만, 감수분열에서는 간기에 DNA가 복제된 뒤 분열이 연속해서 2회 일어나므로 딸세포의 DNA양이 모세포의 절반이다.

**06** 이론적으로  $n$  쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터  $2^n$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있다.

**실력 쏙쏙 문제** 159 쪽 ~ 161 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

11 해설 참조   12 해설 참조   13 16 가지  
14 해설 참조

**01** (가)는 무성생식, (나)는 유성생식이다.  
나. 무성생식(가)으로 만들어진 자손(㉠)은 모체와 유전적으로 동일하다.  
다. 생식세포가 형성될 때 감수분열이 일어나므로 생식세포의 염색체 수는 체세포의 절반이며, 이러한 생식세포의 결합으로 자손이 만들어지므로 부모와 자손의 염색체 수는 같다.

**02** 세포주기는 간기( $G_1$ 기 → S기 →  $G_2$ 기) → 분열기(M기) 순으로 일어나므로 ㉠은 S기, ㉡은  $G_2$ 기, ㉢은 분열기(M기)이다.  
나.  $G_2$ 기(㉡)는 간기에 속한다.  
다. 분열기(M기, ㉢) 중 전기에 핵막이 소실된다.  
**오답 피하기** 가. ㉠은 S기이다.

**03** (가)는 간기, (나)는 분열기(M기)이다.  
가. 간기(가) 중  $G_1$ 기에는 세포를 구성하는 세포소기관의 수가 늘어난다.  
다. 분열기(나) 중 전기에 염색체가 응축하고 핵막이 소실된다.  
**오답 피하기** 나. 일반적으로 간기(가)는 세포주기의 대부분을 차지한다.

**04** (가)는 염색분체가 분리되는 후기, (나)는 염색체가 세포 중앙에 배열되는 중기, (다)는 염색체가 응축하는 전기이다.  
**오답 피하기** 나. 체세포분열은 전기(다) → 중기(나) → 후기(가) 순으로 일어난다.

다. 중기(나)에 관찰되는 세포는 상동염색체가 쌍을 이루고 있으며 염색체 수가 4이므로 중기(나)에 관찰되는 세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=4$ 이다.

**05** 세포분열 결과 딸세포의 DNA양이 모세포의 절반이므로 그림은 감수분열이 일어나는 동안 핵 1개당 DNA양을 나타낸 것이다.  
가. I은  $G_1$ 기, II는 DNA가 복제되어 핵 1개당 DNA양이 증가하는 S기이다.  
나. 핵막은 분열기(M기)의 전기에 소실되므로 S기(II)에서는 핵막이 발견된다.  
**오답 피하기** 다. III에서는 상동염색체가 분리되어 DNA양이 절반으로 줄어든고, 염색분체는 감수 2분열에서 분리된다.

**06** 감수분열과 염색체 수

세포	DNA 상대량	
	a	㉠ B
n I	0	1
2n II	1	2
n III	2	2

- I: a가 없으므로 A와 B가 있는 염색체를 가지며, 핵상이  $n$ 이다. → ㉠의 DNA 상대량이 1이므로 I은 감수 2분열이 끝난 세포이다.
- II: a의 DNA 상대량이 1인데 A 또는 B의 DNA 상대량이 2이므로 핵상은  $2n$ 이다. → ㉠은 B이고, II는 DNA가 복제되기 전인  $G_1$ 기 세포이다.
- III: a와 B(㉠)의 DNA 상대량이 2이므로 a와 B가 있는 염색체를 가지며, 핵상이  $n$ 이다. → III은 감수 2분열 중기의 세포이다.

나. I과 III의 핵상과 염색체 수는 모두  $n=9$ 이므로 I의 염색체 수와 III의 염색체 수를 합한 값은  $9+9=18$ 이다.

**오답 피하기** 가. ㉠은 B이다.  
다. II는 DNA가 복제되기 전인  $G_1$ 기 세포이다.

**07** (가)는 체세포분열 과정이고, (나)는 생식세포 형성 과정 중 감수 1분열이다.  
나. 감수 1분열 전기에는 상동염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한다.  
**오답 피하기** 다. A에서는 염색분체가 분리되고, B에서는 상동염색체가 분리된다.

**08** 생식세포의 수정으로 태어난 자손은 체세포 1개당 염색체 수와 DNA양이 부모와 같다. 따라서 세대가 거듭되어도 체세포 1개당 염색체 수와 DNA양은 일정하게 유지된다.

ㄷ. 생식세포가 형성될 때 감수 1분열에서 접합한 상동염색체는 세포 중앙에 무작위로 배열되었다가 분리되며, 상동염색체의 배열에 따라 형성되는 생식세포의 염색체 조합이 달라진다.

**오답 피하기** ㄱ. 암수 생식세포가 무작위로 수정되어 유전적으로 다양한 자손이 태어난다.

**09** 답 ②

ㄴ. 감수분열 결과 염색체 수와 DNA 양이 모세포의 절반인 딸세포가 만들어진다.

**오답 피하기** ㄱ. 감수 1분열에서 상동염색체가 무작위로 배열되고, 각 상동염색체 쌍이 독립적으로 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 만들어진다.

ㄷ. 이론적으로  $n$  쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터  $2^n$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있다. 따라서 I에서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대  $4(=2^2)$  가지이다.

**10** 답 ⑤

감수 2분열에서 염색분체가 분리될 때 한 염색분체에 있는 두 유전자는 같은 딸세포로 들어간다. 따라서 Q와 T는 같은 딸세포로 들어갈 수 없다.

**11**

**예시 답안** 체세포분열 후기에는 염색분체가 분리되어 양극으로 이동하고, 감수 1분열 후기에는 상동염색체가 분리되어 양극으로 이동한다.

채점 기준	배점(%)
체세포분열 후기와 감수 1분열 후기의 차이점을 제시된 단어를 모두 이용하여 옳게 설명한 경우	100
체세포분열 후기에는 염색분체가 분리되고, 감수 1분열 후기에는 상동염색체가 분리된다고만 설명한 경우	70

**12**

(가)의 핵상과 염색체 수는  $2n=4$ 이고, (나)의 핵상과 염색체 수는  $n=2$ 이다.

**예시 답안** (가) 체세포분열 중기, (나) 감수 2분열 중기, 체세포분열 중기의 세포는 핵상이  $2n$ 이며 염색체 4 개가 세포 중앙에 일렬로 배열되고, 감수 2분열 중기의 세포는 핵상이  $n$ 이며 염색체 2 개가 세포 중앙에 일렬로 배열되기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 세포분열 시기를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 세포의 핵상, 염색체 수와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 세포분열 시기만 옳게 쓴 경우	30

**13** 답 16 가지

이론적으로  $n$  쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터  $2^n$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어 질 수 있다. 따라서 이 동물 종의 개체에서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 최대  $16(=2^4)$  가지이다.

**14**

**예시 답안** 사람은 암수 생식세포의 결합으로 자손을 만드는 유성생식을 한다. 생식세포가 형성될 때 감수분열이 일어나 염색체 수가 모세포의 절반인 생식세포가 만들어지며, 이러한 생식세포의 수정으로 태어나는 자손은 체세포 1 개당 염색체 수가 부모와 같기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
감수분열 결과 형성된 생식세포의 염색체 수와 생식세포의 수정을 언급하여 옳게 설명한 경우	100
감수분열 결과 염색체 수가 모세포의 절반인 생식세포가 형성되기 때문이라고만 설명한 경우	50



162 쪽 ~ 165 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

- 13 해설 참조      14 해설 참조
- 15 (1) ㉠ G<sub>2</sub>기, ㉡ G<sub>1</sub>기, ㉢ S기 (2) 해설 참조      16 해설 참조
- 17 4 가지      18 해설 참조

**01** 답 ④

㉠은 뉴클레오솜, ㉡은 DNA이다.  
 ㄴ. DNA(㉡)의 기본 단위는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합한 뉴클레오타이드이다.

ㄷ. DNA(㉡)에는 유전정보가 저장되어 있는 부분인 유전자가 있다.

**오답 피하기** ㄱ. 뉴클레오솜(㉠)은 DNA가 8 개의 히스톤 단백질을 감고 있는 구조로, 분열하지 않는 세포에서도 관찰할 수 있다.

**02** 답 ⑤

ㄱ. ㉠은 염색체, ㉡은 DNA, ㉢은 유전자이다.

ㄴ. 염색체(㉠)는 세포분열 시 딸세포로 유전정보를 전달하는 역할을 하며, 유전형질을 결정하는 유전정보는 유전자(㉢)에 저장되어 있다.

ㄷ. 하나의 DNA(㉡)에는 수많은 유전자(㉢)가 있다.

**03** 답 ㄱ, ㄴ

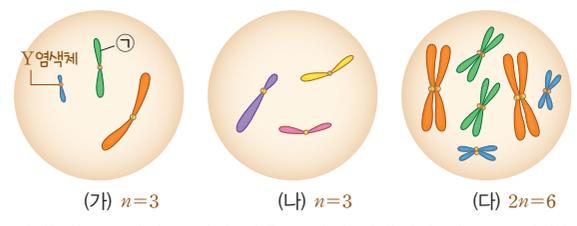
ㄱ, ㄴ. (가)에는 모양과 크기가 같은 22 쌍의 상염색체와 모양과 크기가 서로 다른 1 쌍의 성염색체가 있다. 따라서 A는 상염색체이고, B는 성염색체 중 X염색체이다. X염색체(B)는 남자와 여자에서 모두 발견된다.

**오답 피하기** ㄷ. (가)의 핵상이  $2n$ 이므로 (가)는 감수 2분열 중기의 세포가 아니다.

04

답 ④

**자료 분석** 핵상과 염색체 수



- (다)에는 모양과 크기가 같은 3 쌍의 염색체가 있으므로 (다)는 핵상이  $2n$ 이고, 암컷인 A 또는 B의 세포이다.
- (가)는 핵상이  $n$ 이고, (다)에 있는 염색체의 염색분체와 모양과 크기가 같은 염색체 2 개와 모양과 크기가 다른 염색체 1 개가 있다. → (가)는 (다)와 같은 종의 세포이며, 수컷인 C의 세포이다.
- (나)는 핵상이  $n$ 이고, (가), (다)와 다른 종의 세포이다. → (나)는 암컷인 B의 세포, (다)는 암컷인 A의 세포이며, A와 C는 같은 종이다.

ㄱ. (가)에 있는 가장 작은 파란색 염색체가 성염색체인 Y염색체이므로 ㉠은 상염색체이다.  
 ㄷ. B의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=6$ 이고 B는 암컷이므로 B의 감수 1분열 중기의 세포( $2n$ )에서  $\frac{X\text{염색체 수}}{\text{상염색체 수}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이다.

**오답 피하기** ㄴ. (가)는 C의 세포, (나)는 B의 세포, (다)는 A의 세포이다.

05

답 ㄴ

(가)와 (나)에는 대립유전자인 A와 a가 모두 있으므로 (가)와 (나)의 핵상은 모두  $2n$ 이다. B와 b의 DNA 상대량 합이 (가)에서는 1, (나)에서는 2이므로 B와 b는 X염색체에 있으며, (가)는 남자의 세포, (나)는 여자의 세포이다.  
 ㄴ. I에 들어 있는 2 쌍의 상동염색체 중 1 쌍의 모양과 크기가 다르므로 I은 성염색체로 X염색체와 Y염색체를 가지는 남자의 세포인 (가)이며, 크기가 더 큰 ㉠이 X염색체이다. 따라서 (가)의 X염색체(㉠)에는 B가 있다.

**오답 피하기** ㄱ. I은 (가)이다.  
 ㄷ. (가)와 (나)의 핵상은 모두  $2n$ 이다.

06

답 ①

ㄱ. 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 대립유전자 구성이 같다. 따라서 ㉠은 A이다.  
**오답 피하기** ㄴ. 이 사람은 A와 a를 가지므로 형질 I에 대한 유전자형은 이형접합성이다. 따라서 형질 II에 대한 유전자형도 이형접합성이므로 ㉠은 b이다.

ㄷ. (가)는 상동염색체가 쌍을 이루고 있으므로 핵상과 염색체 수가  $2n=46$ 이고, (나)는 상동염색체가 쌍을 이루고 있지 않으므로 핵상과 염색체 수가  $n=23$ 이다.

**개념 더하기** 상동염색체와 염색분체의 대립유전자 구성

- 상동염색체는 부모에게서 하나씩 물려받는다. → 상동염색체에 있는 대립유전자는 서로 같을 수도 있고 다를 수도 있다.
- 염색분체는 DNA가 복제되어 형성된다. → 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 대립유전자 구성이 서로 같다.

07

답 ④

ㄴ, ㄷ. (나)는 체세포분열 후기의 세포이므로 DNA 복제가 완료된 세포들이 있는 구간 II에서 발견된다.  
**오답 피하기** ㄱ. 간기 중  $G_1$ 기 세포는 구간 I에서, S기 세포는 구간 I과 II 사이에서,  $G_2$ 기 세포는 구간 II에서 발견된다.

08

답 ③

ㄱ. 히스톤 단백질은 DNA와 함께 염색체를 구성하므로 모든 세포에 존재한다. 따라서 (가)~(다)에는 모두 히스톤 단백질이 있다.  
 ㄴ. (가)는 염색체가 응축하는 전기의 세포, (나)는 염색분체가 분리되어 양극으로 이동하는 후기의 세포, (다)는 염색체가 세포 중앙에 배열되는 중기의 세포이다.

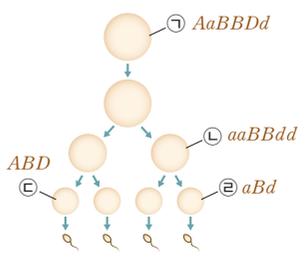
**오답 피하기** ㄷ. 상동염색체의 접합은 감수 1분열 전기에 일어난다.

09

답 ③

**자료 분석** 감수분열과 유전적 다양성

세포	DNA 상대량		
	a	B	d
㉠ I	0	1	0
㉡ II	? 1	2	1
㉢ III	2	2	? 2
㉣ IV	1	? 1	? 1



- ㉠은 염색분체가 분리되기 전인 감수 2분열 중기 세포이므로 모든 대립유전자의 DNA 상대량이 짝수이다. → ㉠은 III이다.
- ㉡은 ㉠의 분열 결과 형성된 딸세포이므로 대립유전자 a, B를 가지며, 각 유전자의 DNA 상대량은 1이다. → ㉡은 IV이다.
- ㉢은 딸세포이므로 핵상이  $n$ 이고, 각 유전자의 DNA 상대량은 1이다. → ㉢은 I이고, a와 d가 없으므로 A와 D를 가진다.
- ㉣은 II이며, 이 사람의 (가)에 대한 유전자형은 AaBBdd이다.

ㄱ. ㉠은 II, ㉡은 III, ㉢은 I, ㉣은 IV이다.  
 ㄷ. 각 세포의 대립유전자 구성은 ㉠은 AaBBdd, ㉡은 aaBBdd, ㉢은 ABD, ㉣은 aBd이다. 따라서 ㉢에 들어 있는 d의 DNA 상대량과 II(㉠)에 들어 있는 a의 DNA 상대량은 모두 1이다.  
**오답 피하기** ㄴ. III(㉠)은 D를 가지지 않는다.

**10** 답 ②

ㄷ. A는 모든 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 중기의 세포이지만 모양과 크기가 같은 염색체가 없으므로 상동염색체가 쌍을 이루고 있지 않음을 알 수 있다. 따라서 A의 핵상과 염색체 수는  $n=4$ 이므로 (가)의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이다.

**오답 피하기** ㄱ, ㄴ. A는 핵상이  $n$ 이므로 감수 2분열 중기의 세포이다. 2가 염색체는 감수 1분열 전기에 형성되어 후기에 분리되므로 감수 2분열 중기의 세포(A)에서는 관찰되지 않는다.

**11** 답 ⑤

ㄱ. 감수분열에서는 2가 염색체가 형성되지만 체세포분열에서는 2가 염색체가 형성되지 않으므로 (가)는 감수분열, (나)는 체세포분열이다.

ㄴ, ㄷ. 감수분열(가)에서는 DNA가 복제된 뒤 분열이 연속해서 2회 일어나 핵상이  $n$ 인 딸세포가 형성되며, 체세포분열(나)에서는 DNA가 복제된 뒤 분열이 1회 일어나 핵상이  $2n$ 인 딸세포가 형성된다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 2이며, 'DNA 복제 여부'는 ㉢에 해당한다.

**12** 답 ④

ㄴ. I에서는 유전자형이  $ABD, ABd, AbD, Abd, aBD, aBd, abD, abd$ 인 생식세포가 만들어질 수 있고, II에서는 유전자형이  $ABd, Abd, aBd, abd$ 인 생식세포가 만들어질 수 있다. ㄷ. I에서 만들어질 수 있는 생식세포 중 유전자형이  $abd$ 인 생식세포와 II에서 만들어질 수 있는 생식세포 중 유전자형이  $abdd$ 인 자손이 태어날 수 있다.

**오답 피하기** ㄱ. I과 II는 성별이 다르지만 (가)와 (나)에 제시된 상동염색체 쌍은 모두 모양과 크기가 같으므로 모두 상염색체이다. 따라서 대립유전자  $A, a, B, b, D, d$ 는 모두 상염색체에 있다.

**13** 답 ①

**예시 답안** 사람의 체세포는 상동염색체가 쌍을 이루고 있으며 염색체 수가 46이므로 핵상과 염색체 수는  $2n=46$ 이다. 사람의 생식세포는 상동염색체가 쌍을 이루고 있지 않으며 염색체 수가 23이므로 핵상과 염색체 수는  $n=23$ 이다.

채점 기준	배점(%)
사람의 체세포와 생식세포의 핵상과 염색체 수를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
사람의 체세포와 생식세포의 핵상과 염색체 수만 옳게 쓴 경우	50

**14** 답 ①

**예시 답안** ㉠과 ㉡은 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체이며, 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 대립유전자 구성이 같다. ㉠과 ㉡은 상동염색체이며, 상동염색체는 부모에게서 하나씩 물려받으므로 대립유전자 구성이 같을 수도 있고 다를 수도 있다.

채점 기준	배점(%)
㉠~㉢의 대립유전자 구성을 그렇게 판단한 까닭과 함께 옳게 비교하여 설명한 경우	100
㉠의 대립유전자 구성이 ㉡과는 같고 ㉢과는 같을 수도 있고 다를 수도 있다고만 설명한 경우	40

**15** 답 ①

(1) 세포주기는 간기( $G_1$ 기(㉠) → S기(㉡) →  $G_2$ 기(㉢)) → 분열기 순으로 진행된다.  
 (2) 염색체를 구성하는 DNA(㉣)는 8개의 히스톤 단백질을 감고 있는데, 이러한 구조를 뉴클레오솜이라고 한다. DNA(㉣)는 간기 중 S기에 복제된다.

**예시 답안** DNA, S기(㉡)에 DNA가 복제되므로  $G_2$ 기(㉢)의 세포 1개당 DNA(㉣)량은  $G_1$ 기(㉠)의 세포 1개당 DNA(㉣)량의 2배이다.

채점 기준	배점(%)
DNA를 쓰고, $G_1$ 기와 $G_2$ 기의 세포 1개당 DNA양을 비교하여 옳게 설명한 경우	100
DNA만 쓴 경우	30

**16** 답 ①

**예시 답안** (가) 체세포분열, (나) 감수분열, 체세포분열(가)에서는 간기에 DNA가 복제된 뒤 분열이 1회 일어나므로 딸세포의 DNA양이 모세포와 같다. 반면 감수분열(나)에서는 간기에 DNA가 복제된 뒤 분열이 연속해서 2회 일어나므로 딸세포의 DNA양이 모세포의 절반이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 쓰고, (가)와 (나)의 분열 결과 만들어지는 딸세포의 DNA양이 서로 다른 까닭을 분열 횟수와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**17** 답 ④ 가지

이론적으로 3쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터 최대  $8(=2^3)$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있지만, (가)는 대립유전자  $A$ 와  $a$  중  $A$ 만 가지므로 (가)에서 만들어질 수 있는 생식세포의 유전자형은  $ABD, ABd, AbD, Abd$ 로 최대 4 가지이다.

**18** 답 ①

**예시 답안** 생식세포가 형성될 때 감수 1분열에서 상동염색체 쌍이 무작위로 배열된다. 배열된 상동염색체가 분리되는 과정은 모든 상동염색체 쌍에서 독립적으로 일어난다. 암수 생식세포가 무작위로 수정된다. 등

채점 기준	배점(%)
유전적으로 다양한 자손이 태어나는 원리를 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100
유전적으로 다양한 자손이 태어나는 원리를 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

## 02 생물의 진화와 다양성

### 16강 생물의 진화

#### 기본 탄탄 문제

168 쪽

- 01 ㉠ 자연선택, ㉡ 진화  
 02 (가) → (다) → (라) → (나)  
 03 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  
 $a$ 의 대립유전자빈도:  $\frac{3}{5}$   
 04  $A$ 의 대립유전자빈도:  $\frac{2}{5}$ ,  
 $a$ 의 대립유전자빈도:  $\frac{3}{5}$   
 05 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○  
 06 유전적 부동

01 **답** ㉠ 자연선택, ㉡ 진화  
 다양한 변이가 있는 생물집단에서 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남아 이 형질을 자손에게 전달하는 자연선택(㉠)이 일어난다. 오랜 시간에 걸쳐 자연선택(㉠)이 일어나면 생존에 유리한 형질이 자손에게 축적되면서 진화(㉡)가 일어난다.

02 **답** (가) → (다) → (라) → (나)  
 다윈의 진화론에 따른 생물의 진화 과정은 변이(가) → 생존경쟁(다) → 자연선택(라) → 진화(나) 순이다.

03 **답** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ×  
 진화는 개체군에서 일어나는 유전적 특성의 변화를 의미한다. 개체군의 유전적 특성은 유전자풀에 의해 결정되며, 개체군의 유전자풀은 대립유전자빈도로 표현할 수 있다. 진화가 일어나는 개체군은 원래 개체군과 새로운 개체군에서 대립유전자빈도가 서로 다르다.

04 **답**  $A$ 의 대립유전자빈도:  $\frac{2}{5}$ ,  $a$ 의 대립유전자빈도:  $\frac{3}{5}$   
 이 개체군의 전체 대립유전자 수는 10이고,  $A$ 의 수는 4,  $a$ 의 수는 6이므로  $A$ 의 대립유전자 빈도는  $\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$ 이고,  $a$ 의 대립유전자빈도는  $\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$ 이다.

05 **답** (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○  
 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자의 빈도가 증가해 개체군의 유전자풀이 변한다. 분리된 개체군 사이에서 개체가 이동하거나 생식세포가 이동할 때 특정 대립유전자가 개체군으로 들어오거나 개체군에서 나가는 유전자흐름이 일어난다.

06 **답** 유전적 부동  
 유전적 부동은 우연한 사건이 일어나 개체군의 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 현상으로, 유전적 부동을 일으키는 원인에는 병목 현상과 창시자효과가 있다. 그중 창시자효과는 한 개체군에서 일부 개체가 우연히 다른 지역으로 분리되면서 새로운 개체군을 형성할 때 나타난다.

#### 일찍 꼭꼭 문제

169 쪽 ~ 171 쪽

- 01 ㄱ, ㄴ, ㄷ    02 ③    03 ④    04 ①    05 ③    06 ③  
 07 ④    08 ⑤    09 ④    10 ①

#### 단답형·서술형 문제

- 11 해설 참조    12 해설 참조    13 해설 참조

01 **답** ㄱ, ㄴ, ㄷ  
 ㄱ. 변이는 같은 종의 개체 사이에서 몸의 형태나 기능 등의 차이가 나타나는 것으로, 기린 개체들의 목 길이가 다양한 것은 변이를 의미한다.

ㄴ. 개체 사이에서 먹이나 서식지 등과 같은 한정된 자원을 차지하기 위해 생존경쟁(㉠)이 일어난다.

ㄷ. 자연선택이 오랫동안 일어난 결과(㉡) 생존에 유리한 형질인 목이 긴 형질이 자손에게 축적되면서 진화가 일어난다.

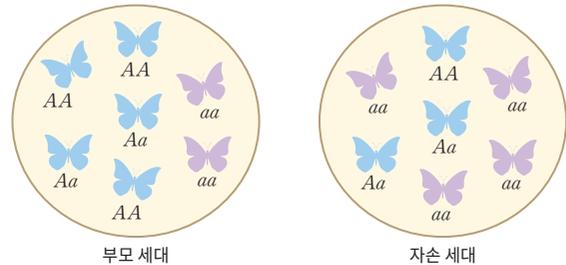
02 **답** ③  
 ㄷ. 핀치 집단 A로부터 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 진화했으므로 ㉠ 과정에서 크고 두꺼운 모양의 부리 형질이 자손에게 전달되는 자연선택이 일어났다.

**오답 피하기** ㄱ. 핀치 집단 A의 핀치는 부리 모양이 다양하므로 유전적으로 동일하지 않다.

ㄴ. 핀치 집단 A로부터 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 진화했으므로 이 섬에서 생존에 유리한 부리 형질은 크고 두꺼운 모양이다.

03 **답** ④

#### 자료 분석 유전자풀과 대립유전자빈도



구분	대립유전자빈도	
	$A$	$a$
부모 세대	$\frac{8}{14} = \frac{4}{7}$	$\frac{6}{14} = \frac{3}{7}$
자손 세대	$\frac{4}{14} = \frac{2}{7}$	$\frac{10}{14} = \frac{5}{7}$

부모 세대에서  $A$ 의 대립유전자빈도는  $\frac{4}{7}$ 이고,  $a$ 의 대립유전자빈도는  $\frac{3}{7}$ 이다.

**04** 답 ①  
 자손 세대에서 A의 대립유전자빈도는  $\frac{4}{14} = \frac{2}{7}$ , a의 대립유전자빈도는  $\frac{10}{14} = \frac{5}{7}$ 이다. A와 a의 대립유전자빈도가 부모 세대와 자손 세대에서 서로 다르므로 이 개체군은 자손 세대의 유전자풀이 부모 세대와 다르다. 따라서 이 개체군은 진화하고 있다.

**05** 답 ③  
 ㄱ. 새로운 개체군에서 A의 대립유전자빈도가  $\frac{2}{3}$ 이고, 전체 대립유전자 수가 12이므로 A의 수는 8이다. 따라서 ㉠은 a이다.  
 ㄴ. 원래 개체군의 전체 대립유전자 수는 12이므로 A의 대립유전자빈도는  $\frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ 이다.

**오답 피하기** ㄷ. 이 개체군에서는 진화가 일어나고 있으므로 원래 개체군과 새로운 개체군에서 대립유전자빈도가 서로 다르다. a의 대립유전자빈도는 원래 개체군에서는  $\frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ 이고, 새로운 개체군에서는  $\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$ 이다.

**06** 답 ③  
 ③ 유성생식을 하는 생물에서는 암수 생식세포가 무작위로 수정하여 자손이 태어나며, 이는 유전자풀의 변화 요인에 해당하지 않는다.  
**오답 피하기** ① 자연선택이 일어나면 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자의 빈도가 증가해 개체군의 유전자풀이 변한다.  
 ② 화재로 개체군의 크기가 갑자기 줄어드는 것은 병목 현상으로, 병목 현상에 의해 개체군의 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 유전적 부동은 유전자풀의 변화 요인에 해당한다.  
 ④ 분리된 개체군 사이에서 개체가 이동하여 특정 대립유전자가 개체군으로 들어오거나 개체군에서 나가는 유전자흐름이 일어나면 개체군의 유전자풀이 변한다.  
 ⑤ 돌연변이가 일어나 만들어진 새로운 대립유전자가 자손에게 전달되면 자손 세대의 대립유전자빈도가 부모 세대와 달라져 개체군의 유전자풀이 변한다.

**07** 답 ④  
 자연선택에서 생존에 불리한 개체가 사라지는 것과 달리 병목 현상(가)에서는 생존하거나 사라지는 개체가 무작위로 정해진다.

**08** 답 ⑤  
 ㄱ. (가)는 병목 현상, (나)는 유전자흐름이다.  
 ㄴ. 유전적 부동은 우연한 사건이 일어나 개체군의 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 현상으로, 병목 현상(가)은 유전적 부동을 일으키는 원인에 해당한다.  
 ㄷ. 개체군의 크기가 작을수록 같은 사건이 일어났을 때 원래 개체군의 유전자풀과 달라질 확률이 높다. 따라서 개체군의 크기가 작을수록 병목 현상(가)의 효과가 크게 나타난다.

**09** 답 ④  
 ㉠에 의해 A가 a로 변해 새로운 대립유전자가 만들어졌으므로 ㉠은 유전자의 DNA 염기서열에 변화를 일으키는 돌연변이이다.  
 ㄴ. A의 대립유전자빈도는 부모 세대에서는 1이지만, 자손 세대에서는  $\frac{7}{8}$ 이다.

ㄷ. 돌연변이(가)로 만들어진 새로운 대립유전자 a가 생존에 유리한 형질을 나타내게 할 경우 자연선택되어 a의 대립유전자빈도가 증가할 것이다.  
**오답 피하기** ㄱ. ㉠은 돌연변이이다.

**10** 답 ①  
 (가)는 자연선택, (나)는 창시자효과이다.  
 ㄱ. 자연선택(가)이 일어나면 생존에 유리한 개체가 더 많이 살아남아 자신의 형질을 자손에게 전달하므로 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자의 빈도가 증가한다. 따라서 생존에 유리한 A의 대립유전자빈도가 증가한다.

**오답 피하기** ㄴ. 개체군 II는 a를 가지는 개체들만으로 구성되므로 개체군 II의 유전자풀은 개체군 I의 유전자풀과 다르다.  
 ㄷ. 환경에 따라 생존에 유리한 형질이 다르므로 A가 항상 생존에 유리하게 작용하지는 않는다.

**11**  
**예시 답안** 선인장이 잘 자라는 환경에서는 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치보다 생존에 유리하여 더 많이 살아남아 자손을 남겼다. 부리가 길고 뾰족한 형질이 자손에게 전달되는 자연선택이 오랜 시간 동안 일어난 결과 부리가 길고 뾰족한 선인장핀치가 주로 살게 되었다.

채점 기준	배점(%)
(가)의 환경에서 길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 생존에 유리하여 자연선택되었으며, 이러한 자연선택이 반복된 결과 선인장핀치가 주로 살게 되었다고 옳게 설명한 경우	100
길고 뾰족한 부리를 가진 핀치가 자연선택되었다고만 설명한 경우	40

**12**  
**예시 답안** A의 대립유전자빈도는 부모 세대에서  $\frac{6}{8} = \frac{3}{4}$ , 자손 세대에서는  $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ 이고, a의 대립유전자빈도는 부모 세대에서  $\frac{2}{8} = \frac{1}{4}$ , 자손 세대에서는  $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ 이다. 이 개체군은 자손 세대의 대립유전자빈도가 부모 세대와 다르므로 자손 세대의 유전자풀이 부모 세대와 다르다. 따라서 이 개체군은 진화하고 있다.

채점 기준	배점(%)
부모 세대와 자손 세대의 대립유전자빈도를 근거로 이 개체군이 진화하고 있음을 옳게 설명한 경우	100
진화하고 있다고만 쓴 경우	30

**예시 답안** 인간의 남획으로 개체군의 크기가 갑자기 줄어드는 병목 현상이 일어났으며, 이로 인해 개체군의 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 유전적 부동이 일어났기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
㉠의 까닭을 유전자풀의 변화 요인과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
유전적 부동이 일어났기 때문이라고만 설명한 경우	40

17강 생물의 분류체계

기본 탄탄 문제

175 쪽

- 01 (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×    02 ㉠ 같은, ㉡ 같은    03 D  
 04 (1) ○ (2) ○ (3) ×    05 고균역    06 (1) ㉡ (2) ㉢ (3) ㉠

**01**    ㉢ (1) ○ (2) ○ (3) ○ (4) ×  
 종은 생물분류의 기본 단위로, 자연 상태에서 서로 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 개체들의 무리이다. 유연관계가 가까운 종들이 모여 하나의 속을 이루는 것처럼 낮은 분류 단계에 속하는 분류군 여러 개가 모여 한 단계 큰 분류 단계를 이룬다.

**02**    ㉢ ㉠ 같은, ㉡ 같은  
 학명은 속명과 종소명으로 만들어지는데, 무궁화와 부용의 속명이 *Hibiscus*로 같으므로 무궁화와 부용은 같은 속에 속한다.과는 속보다 큰 분류 단계이므로 무궁화와 부용은 같은 과에 속한다.

**03**    ㉢ D  
 두 종의 유연관계가 가까울수록 최근의 분기점에서 갈라진 두 가지에 위치한다.

**04**    ㉢ (1) ○ (2) ○ (3) ×  
 3역 분류체계에서는 생물을 세균역, 고균역, 진핵생물역의 3역으로 분류하며, 고균역과 세균역의 유연관계보다 고균역과 진핵생물역의 유연관계가 더 가깝다.

**05**    ㉢ 고균역  
 고균역에 속하는 생물은 단세포생물이며, 핵막이 없고 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다.

**06**    ㉢ (1) ㉡ (2) ㉢ (3) ㉠  
 균계에 속하는 생물에는 키틴이 포함된 세포벽이 있고, 동물계에 속하는 생물은 다른 생물을 먹이로 먹으며 생태계에서 소비자의 역할을 한다. 식물계에 속하는 생물은 대부분 광합성을 한다.

일찍 꼭꼭 문제

176 쪽~177 쪽

- 01 ④    02 ②    03 ③    04 ③    05 ②    06 ⑤

단답형·서술형 문제

- 07 해설 참조    08 해설 참조    09 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

**01**    ㉢ ④  
 나. 사자와 호랑이는 속명이 *Panthera*로 같으므로 같은 속에 속한다.

다. 사자와 호랑이 사이에서 태어난 자손은 생식 능력이 없어 자손을 낳지 못하므로 사자와 호랑이는 서로 다른 종이다.

**오답 피하기** ㉠. 라이거는 자손을 낳지 못하므로 생물학적 종에 해당하지 않는다.

**02**    ㉢ ②  
 (나) 학명은 속명과 종소명의 순서로 표기하며, 종소명 뒤에 명명자의 이름을 붙이기도 한다.

**오답 피하기** (가) 학명은 국제적으로 통용되는 생물의 이름이다. (다) *Populus alba*와 *Ardea alba*는 학명이 다르므로 서로 다른 종이다. *alba*는 종소명으로, 종의 특징을 나타내는 단어이다.

**03**    ㉢ ③  
 ㉠. 분기점에는 해당 분기점에서 갈라진 모든 종의 공통조상이 위치한다. 따라서 분기점 ㉠에는 A~C의 최근 공통조상이 위치한다.

㉡. 각 생물은 공통조상으로부터 자신에게까지 이르는 경로에 위치한 모든 특징을 가진다. 따라서 D와 E는 모두 특징 ㉢을 가진다.

**오답 피하기** ㉢. 두 종의 유연관계가 가까울수록 최근의 분기점에서 갈라진 두 가지에 위치하므로 B와 유연관계가 가장 가까운 생물은 C이다.

**04**    ㉢ ③  
 ㉠. 효모는 C에 속하므로 C는 진핵생물역이며, 고균역과 세균역의 유연관계보다 고균역과 진핵생물역의 유연관계가 더 가까우므로 A는 세균역, B는 고균역이다.

㉡. 진핵생물역(C)에는 균계, 동물계, 식물계, 원생생물계가 있다. **오답 피하기** ㉢. 세균역(A)에 속하는 생물은 펩티도글리칸이 포함된 세포벽을 가지지만, 고균역(B)에 속하는 생물은 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽을 가진다.

**05**    ㉢ ②  
 달팽이는 진핵생물역, 대장균은 세균역, 메테인생성균은 고균역에 속한다. 고균역과 세균역의 유연관계보다 고균역과 진핵생물역의 유연관계가 더 가까우므로 A와 B는 달팽이 또는 메테인생성균이고, C는 대장균이다.

㉣. 대장균(C)은 단세포생물이다.

**오답 피하기** ㄱ. 달팽이는 진핵생물역, 메테인생성균은 고균역, 대장균(C)은 세균역에 속한다.

ㄴ. 달팽이에는 세포벽이 없지만 메테인생성균에는 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다.

**06** 답 ⑤

ㄱ. 세균역과 고균역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 없고, 진핵생물역에 속하는 생물에는 핵막이 있다. 따라서 ㉠은 '○'이고, (다)는 진핵생물역이다. 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있는 (가)는 세균역, (나)는 고균역이며, ㉡은 '×'이다.

ㄴ. 사람은 진핵생물역(다) 동물계에 속한다.  
 ㄷ. 고균역(나)과 세균역(가)의 유연관계보다 고균역(가)과 진핵생물역(다)의 유연관계가 더 가깝다.

**07** 학명은 국제적으로 통용되는 생물의 이름으로, 이명법에 기초하여 속명과 종소명으로 표기한다.

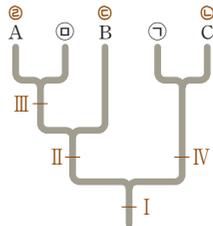
**예시 답안** (다), (가)와 (다)는 속명이 *Pan*으로 같으므로 같은 속에 속하며, (가)와 (나)는 속명이 다르므로 다른 속에 속한다.

채점 기준	배점(%)
(다)를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 속명과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(다)만 쓴 경우	30

**08**

**자료 분석** 계통수

구분	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤
I	○	○	○	○	○
II	×	×	○	○	○
III	×	×	×	○	○
IV	○	○	×	×	×



(○: 있음, ×: 없음.)

- 계통수에서 두 종의 유연관계가 가까울수록 최근의 분기점에서 갈라진 두 가지에 위치한다. → A는 ㉠과 유연관계가 가장 가깝고, ㉠은 C와 유연관계가 가장 가깝다.
- ㉠과 ㉡은 모두 특징 I ~ III을 가진다. → A는 ㉠이다.
- ㉠과 ㉢은 모두 특징 I과 IV를 가진다. → C는 ㉢이고, B는 ㉡이다.

**예시 답안** A는 ㉠과 가장 최근에 갈라진 가지에 위치하므로 ㉠과 공통된 특징이 가장 많은 ㉠이고, C는 ㉠과 가장 최근에 갈라진 가지에 위치하므로 ㉠과 공통된 특징이 가장 많은 ㉡이다. 따라서 B는 ㉢이다.

채점 기준	배점(%)
A~C가 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 생물이 가지는 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
A~C가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

**09** (1) 3역 분류체계는 생물을 세균역, 고균역, 진핵생물역으로 분류하며, 사람은 진핵생물역에 속한다.

**예시 답안** 사람은 진핵생물역에 속하므로 C는 진핵생물역이고, 고균역과 세균역의 유연관계보다 고균역과 진핵생물역의 유연관계가 더 가까우므로 B는 고균역, A는 세균역이다.

채점 기준	배점(%)
A~C가 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
A~C가 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** • 공통점: 핵막이 없다. 단세포동물이다. 등  
 • 차이점: 세균역(A)에 속하는 생물에는 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있지만, 고균역(B)에 속하는 생물에는 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다.

채점 기준	배점(%)
A와 B에 속하는 생물의 공통점과 차이점을 모두 옳게 설명한 경우	100
A와 B에 속하는 생물의 공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

**18강 식물과 동물의 분류**

**기본 탄탄 문제** 183 쪽

- 01 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○      02 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤ (6) ㉥      03 ㉠ 종자, ㉡ 씨방, ㉢ 겉씨식물문, ㉣ 속씨식물문      04 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×      05 보름달물해파리  
 06 극피동물문, 척삭동물문

**01** 답 (1) ○ (2) × (3) × (4) ○ (5) ○  
 식물은 진핵생물역 식물계에 속하는 다세포생물이며, 핵막이 있다. 식물은 셀룰로스가 포함된 세포벽이 있으며, 광합성을 통해서 스스로 양분을 만드는 독립영양생물이다.

**02** 답 (1) ㉠ (2) ㉡ (3) ㉢ (4) ㉣ (5) ㉤ (6) ㉥  
 겉씨식물문과 속씨식물문은 모두 종자식물이고, 양치식물문은 비종자 관다발식물이다. 선태식물문, 태류식물문, 각태류식물문은 모두 비관다발식물이다.

**03**  ㉠ 종자,  ㉡ 씨방,  ㉢ 겉씨식물문,  ㉣ 속씨식물문  
겉씨식물문과 속씨식물문은 모두 종자로 번식하는 종자식물이며, 씨방의 유무에 따라 분류한다. 겉씨식물문은 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있으며, 속씨식물문은 씨방이 있어 밑씨가 씨방에 싸여 있다.

**04**  (1) ○ (2) ○ (3) × (4) ×  
3배엽성동물은 원구의 발생에 따라 원구가 입이 되는 선구동물과 원구가 항문이 되는 후구동물로 분류하며, 선구동물은 분자생물학적 특징에 따라 척수동물과 탈피동물로 분류한다.

**05**  보름달물해파리  
자포동물문에 속하는 보름달물해파리는 2배엽성동물이고, 극피동물문에 속하는 등근성게와 편형동물문에 속하는 플라나리아는 모두 3배엽성동물이다.

**06**  극피동물문, 척삭동물문  
좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물 중 후구동물에 해당하는 문 수준의 동물 분류군에는 극피동물문과 척삭동물문이 있다.

**실력 꼭꼭 문제** 184 쪽 ~ 187 쪽

01 ⑤ 02 ④ 03 ① 04 ② 05 ④ 06 ③ 07 ⑤  
08 ① 09 ④ 10 ① 11 ① 12 ③ 13 ③

**단답형·서술형 문제**

14 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조 15 (1) A: 솔이끼, B: 석송, C: 은행나무, D: 개나리 (2) A: 선태식물문, B: 양치식물문, C: 겉씨식물문, D: 속씨식물문 (3) 해설 참조 16 (1) A: 납작벌레, B: 사람 (2) 해설 참조 17 (1) ㉠ 극피동물문, ㉡ 척삭동물문 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조

**01**  ⑤  
식물은 다세포생물이며 핵막이 있다. 식물은 씨방의 유무, 관다발의 유무, 종자의 형성 여부 등을 기준으로 분류한다.

**02**  ④  
식물은 모두 핵막과 세포벽이 있다. 태류식물문은 관다발이 없고, 포자로 번식하므로 종자와 씨방이 없다. 겉씨식물문과 속씨식물문은 모두 관다발이 있고 종자로 번식하지만, 겉씨식물문은 씨방이 없고 속씨식물문은 씨방이 있다.

**03**  ①  
① 고사리는 포자로 번식하므로 종자와 씨방이 없다.

**오답 피하기** ②, ③, ⑤ 고사리는 양치식물문에 속하는 식물로, 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되고, 포자로 번식한다.  
④ 식물은 세포막 바깥에 셀룰로스가 포함된 세포벽이 있다.

**04**  ②  
ㄷ. 무궁화와 전나무는 모두 종자로 번식하는 종자식물에 속한다.  
**오답 피하기** ㄱ, ㄴ. 무궁화는 씨방이 있어 밑씨가 씨방에 싸여 있는 속씨식물문에 속하며, 전나무는 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있는 겉씨식물문에 속한다. 따라서 (가)는 전나무, (나)는 무궁화이다.

**05**  ④

**자료 분석** 식물의 계통수

구분	소철	석송	우산이끼
	(가)	(나)	(다)
씨방	㉠×	×	?×
종자	○	×	?×
관다발	○	○	?×
엽록체	○	?○	○

(○: 있음, ×: 없음)

- 석송은 양치식물문, 소철은 겉씨식물문, 우산이끼는 태류식물문에 속한다. → 석송, 소철, 우산이끼에는 모두 씨방이 없으므로 ㉠은 '×'이다.
- 종자는 소철에만 있으며, 관다발은 소철과 석송에만 있다. → (가)는 소철, (나)는 석송, (다)는 우산이끼이다.
- 국화는 속씨식물문에 속하므로 겉씨식물문에 속하는 소철과 유연관계가 가장 가깝다. → C는 소철(가)이고, B는 석송(나), A는 우산이끼(다)이다.

ㄴ. ㉠은 '×'이다.  
ㄷ. ㉡은 속씨식물문에 속하는 국화와 겉씨식물문에 속하는 소철이 공통으로 가지는 특징이다. 따라서 '종자 형성함.'은 ㉡에 해당한다.

**오답 피하기** ㄱ. (가)는 소철(C), (나)는 석송(B), (다)는 우산이끼(A)이다.

**06**  ③  
마황과 소나무는 겉씨식물문, 장미는 속씨식물문, 솔잎난과 고사리는 양치식물문에 속한다. 따라서 A는 솔잎난, B는 마황이고, 속씨식물문과 겉씨식물문의 유연관계는 속씨식물문과 양치식물문의 유연관계보다 더 가까우므로 C는 장미이다.

ㄱ. 솔잎난(A)에는 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있다.  
ㄷ. C는 장미이다.

**오답 피하기** ㄴ. 마황(B)은 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있는 겉씨식물문에 속한다.

자료 분석 ⑤ 식물의 특징

특징	식물	특징의 개수
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵막이 있다.</li> <li>• 씨방이 있다.</li> <li>• 체관이 있다.</li> </ul>	벼 A	3
	솔이끼 B	1
	쇠뜨기 C	㉠ 2

(가)

(나)

- 속씨식물문에 속하는 벼에는 핵막, 씨방, 체관이 모두 있다. → A는 벼이다.
- 선태식물문에 속하는 솔이끼에는 핵막이 있고, 씨방과 체관이 없다. 양치식물문에 속하는 쇠뜨기에는 핵막과 체관이 있고, 씨방이 없다. → B는 솔이끼, C는 쇠뜨기이고, ㉠은 2이다.

- ㄱ. A는 벼이다.
- ㄴ. 물이끼는 선태식물문에 속하므로 솔이끼(B)와 물이끼는 같은 문에 속한다.
- ㄷ. ㉠은 2이다.

08

- ① 3배엽성동물은 좌우 대칭 동물이다.
- 오답 피하기 ② 사람, 다슬기, 메뚜기는 모두 3배엽성동물이다.
- ③, ⑤ 3배엽성동물은 원구의 발생에 따라 선구동물과 후구동물로 분류할 수 있으며, 선구동물은 척수담륜동물과 탈피동물로 분류할 수 있다.
- ④ 3배엽성동물은 발생 과정에서 외배엽, 중배엽, 내배엽을 형성한다.

09

- (가)는 원구가 항문이 되는 후구동물, (나)는 원구가 입이 되는 선구동물이다.
- ㄴ. 거미는 절지동물문에 속하는 생물로, 선구동물(나)이다.
- ㄷ. 후구동물(가)과 선구동물(나)은 모두 발생 과정에서 외배엽, 중배엽, 내배엽을 형성하는 3배엽성동물이다.
- 오답 피하기 ㄱ. (가)는 후구동물이다.

10

- 문어, 메뚜기, 불가사리 중 몸에 체절이 있는 동물은 메뚜기뿐이므로 B는 메뚜기이다. 불가사리는 원구가 항문이 되는 후구동물이지만 문어와 메뚜기는 원구가 입이 되는 선구동물이므로 A는 불가사리, C는 문어이다.
- ㄱ. ㉠은 불가사리(A)만 가지는 특징이므로 ‘수관계가 있다.’는 ㉠에 해당한다.
- 오답 피하기 ㄴ. 메뚜기(B)와 문어(C)의 유연관계는 불가사리(A)와 문어(C)의 유연관계보다 더 가깝다.
- ㄷ. 메뚜기(B)는 탈피를 통해 성장하는 탈피동물이지만 문어(C)는 탈피동물이 아니다.

자료 분석 ⑥ 동물의 특징

특징	해당하는 동물
기생 생활을 한다.	A
척수담륜동물이다.	A, D
발생 과정에서 중배엽을 형성한다.	A, B, D
㉠	없음.

- 성게는 극피동물문, 간흡충은 편형동물문, 말미잘은 자포동물문, 오징어는 연체동물문에 속한다.
- 성게, 간흡충, 말미잘, 오징어 중 기생 생활을 하는 동물은 간흡충이며, 척수담륜동물은 간흡충과 오징어이다. → A는 간흡충, D는 오징어이다.
- 성게, 간흡충, 오징어는 발생 과정에서 중배엽을 형성하는 3배엽성동물이며, 말미잘은 발생 과정에서 중배엽을 형성하지 않는 2배엽성동물이다. → B는 성게이고, C는 말미잘이다.

- ㄴ. 간흡충(A)과 오징어(D)는 모두 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이다.

- 오답 피하기 ㄱ. C는 말미잘이다.
- ㄷ. 자포동물문에 속하는 말미잘(C)은 자세포를 가지므로 ‘자세포를 가진다.’는 ㉠에 해당하지 않는다.

12

- 선충은 선형동물문, 거머리는 환형동물문, 히드라는 자포동물문에 속한다. 선충과 거머리는 모두 좌우 대칭 동물이고, 히드라는 방사 대칭 동물이므로 A는 히드라이다. 선충과 거머리는 모두 원구가 입이 되는 선구동물이므로 ㉠은 ‘체절이 있음.’이다. 거머리에는 체절이 있지만 선충에는 체절이 없으므로 B는 선충, C는 거머리이다.
- ㄱ. 히드라(A)는 자포동물문에 속한다.
- ㄴ. 선충(B)은 몸이 길긴 큐티클층으로 싸여 있으며, 성장을 위해 오래된 큐티클층을 벗는 탈피를 한다.
- 오답 피하기 ㄷ. 거머리(C)는 환형동물문에 속하고, 회충은 선충(B)과 같은 선형동물문에 속한다.

13

- 나비는 절지동물문, 해삼은 극피동물문, 우렁쟁이는 척삭동물문에 속하며, 가재는 절지동물문, 고등어는 척삭동물문에 속한다.
- ㄱ. A는 가재와 유연관계가 가장 가까운 나비이며, C는 고등어와 유연관계가 가장 가까운 우렁쟁이이다. 따라서 B는 해삼이다.
- ㄴ. 해삼(B)과 우렁쟁이(C)는 발생 과정에서 원구가 항문이 되는 후구동물이며, 나비(A)는 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이다.
- 오답 피하기 ㄷ. ‘발생 과정의 일부 시기 또는 일생 동안 척삭이 나타남.’은 척삭동물문의 특징이므로 ㉠에 해당한다.

14

고사리는 양치식물문, 소나무는 겉씨식물문에 속한다.

- (1) **예시 답안** 핵막이 있다. 세포벽이 있다. 엽록체가 있다. 관다발이 있다. 등

채점 기준	배점(%)
고사리와 소나무의 공통점을 구조적인 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
고사리와 소나무의 공통점을 구조적인 특징과 관련지어 옳고 설명한 경우	30

- (2) **예시 답안** 고사리는 포자로 번식하고, 소나무는 종자로 번식한다.

채점 기준	배점(%)
고사리와 소나무의 차이점을 번식 방법과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
고사리와 소나무의 차이점을 포자와 종자 중 하나만 언급하여 설명한 경우	50

15

(1), (2) 석송은 양치식물문, 개나리는 속씨식물문, 솔이끼는 선택식물문, 은행나무는 겉씨식물문에 속한다. 씨방이 있는 D는 개나리이며, 속씨식물문인 개나리와 유연관계가 가장 가까운 C는 은행나무이다.

- (3) ㉠은 솔이끼(A)는 가지지 않는 특징이면서 석송(B), 은행나무(C), 개나리(D)는 모두 가지는 특징이다.

**예시 답안** ㉠ 관다발 있음. 석송(B)은 관다발이 있지만 종자를 형성하지 않고, 은행나무(C)와 개나리(D)는 모두 관다발이 있고 종자를 형성하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
㉠이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 B~D의 특징과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
㉠이 무엇이지만 옳게 쓴 경우	30

16

(1) 사람은 척삭동물문, 지네는 절지동물문, 말미잘은 자포동물문, 납작벌레는 편형동물문에 속하며, 해면은 해면동물문, 해파리는 자포동물문, 새우는 절지동물문에 속한다. 동물 5 종은 서로 다른 문 수준의 분류군에 속하므로 A는 납작벌레, B는 사람이다.

- (2) **예시 답안** • 공통점: 납작벌레(A)와 사람(B)은 발생 과정에서 내배엽, 중배엽, 외배엽이 모두 형성되는 3배엽성동물이다.

• 차이점: 납작벌레(A)는 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이고, 사람(B)은 발생 과정에서 원구가 항문이 되는 후구동물이다.

채점 기준	배점(%)
납작벌레와 사람의 공통점과 차이점을 발생 과정과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
납작벌레와 사람의 공통점과 차이점 중 발생 과정과 관련지어 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

17

(1) 극피동물문에는 물이 몸 안으로 흐르면서 순환, 호흡, 운동의 복합적인 역할을 하는 수관계가 있다. 따라서 ㉠은 극피동물문, ㉡은 척삭동물문이다.

(2) **예시 답안** '배엽을 형성하는가?', '3배엽성동물인가?' 등, 해면동물문은 발생 과정에서 배엽을 형성하지 않지만, 극피동물문, 선형동물문, 척삭동물문은 모두 발생 과정에서 내배엽, 중배엽, 외배엽을 형성하는 3배엽성동물이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
A에 알맞은 기준을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 배엽과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
A에 알맞은 기준만 옳게 쓴 경우	30

(3) **예시 답안** '원구가 입이 되는가?', '선구동물인가?' 등, 선형동물문은 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이지만, 극피동물문과 척삭동물문은 발생 과정에서 원구가 항문이 되는 후구동물이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
B에 알맞은 기준을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 원구와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
B에 알맞은 기준만 옳게 쓴 경우	30

개념 더하기+ 동물 분류군의 특징

해면 동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무대칭 동물이고, 무배엽성 동물이다.</li> <li>• 진정한 의미의 조직이 발달하지 않았다.</li> </ul>
선형 동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물이며, 선구동물 중 탈피동물에 속한다.</li> <li>• 몸이 원통형이고, 큐티클층으로 싸여 있다.</li> </ul>
극피 동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물이며, 후구동물이다.</li> <li>• 몸에 작은 돌기나 가시가 있고, 수관계가 있다.</li> </ul>
척삭 동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물이며, 후구동물이다.</li> <li>• 발생 과정의 일부 시기 또는 일생 동안 척삭이 나타난다.</li> </ul>

중간편 일선 문제

188 쪽 ~ 191 쪽

- 01 ㉡ 02 ㉠ 03 ㉣ 04 ㉢ 05 ㉡ 06 ㉢ 07 ㉢  
08 ㉡ 09 ㉣ 10 ㉠ 11 ㉡ 12 ㉢

단답형·서술형 문제

13 (1) A의 대립유전자빈도:  $\frac{7}{12}$ , a의 대립유전자빈도:  $\frac{5}{12}$

(2) 해설 참조 14 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조

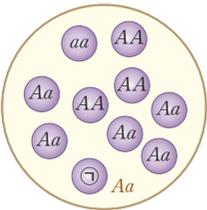
15 해설 참조 16 해설 참조 17 (1) A: 연체동물문, B: 연체동물문, C: 절지동물문, D: 극피동물문 (2) 해설 참조

01 답 ②  
 ㄴ. (다)에서 생존에 유리한 형질을 가지는 개체가 더 많이 살아남아 자신의 형질을 자손에게 전달하는 자연선택이 일어나 그 형질을 가지는 핀치 개체의 비율이 증가했다.

**오답 피하기** ㄱ. (가)에서 핀치 집단의 개체들은 부리 모양이 서로 다르므로 부리 모양에 대한 유전정보가 서로 다르다.  
 ㄷ. 작고 단단한 부리가 길고 가는다란 부리보다 단단한 씨앗을 먹기에 유리하므로 가뭄이 발생해 주된 먹이가 단단한 씨앗이 된 이 섬에서 생존에 유리한 부리(㉠)는 '작고 단단한 부리'이다.

02 답 ①

**자료 분석** 유전자풀과 대립유전자빈도



대립유전자	대립유전자빈도
A (가)	$\frac{3}{5}$
a (나)	? $\frac{2}{5}$

이 개체군에서 전체 대립유전자 수는  $20(=10 \times 2)$ 이므로 (가)의 대립유전자빈도가  $\frac{3}{5}$ 이 되려면 (가)의 수가 12여야 한다. → ㉠을 제외하고 A의 수가 11, a의 수가 7이므로 ㉠의 유전형은 Aa이며, (가)는 A, (나)는 a이다.

ㄱ. (가)는 A, (나)는 a이다.

**오답 피하기** ㄴ. ㉠의 유전형은 Aa이다.

ㄷ. ㉠이 이 개체군 밖으로 유출되면 A와 a의 대립유전자빈도가 변하므로 개체군의 유전자풀이 변한다.

03 답 ④

㉠이 'DNA 염기서열에 변화가 일어난다.'이므로 A는 돌연변이, B는 유전자흐름이다.

ㄴ. '유전자풀의 변화를 일으키는 요인이다.'는 돌연변이(A)와 유전자흐름(B)의 공통점인 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 유전자흐름(B)은 분리된 개체군 사이에서 개체가 이동하거나 생식세포가 이동할 때 특정 대립유전자가 개체군으로 들어오거나 개체군에서 나가는 현상이므로 '특정 대립유전자가 개체군에서 나간다.'는 유전자흐름(B)의 특징인 ㉡에 해당한다.

**오답 피하기** ㄱ. A는 돌연변이, B는 유전자흐름이다.

04 답 ③

허리케인이 지나갈 때 발바닥이 넓고 앞다리가 길며 뒷다리가 짧은 도마뱀이 생존에 유리하여 자연선택되었고, 그 결과 도마뱀 개체군의 유전적 특성이 변화했다.

05 답 ②

㉠~㉢은 모두 같은 B에 속하는데, ㉠과 ㉡은 서로 다른 A에 속하므로 B는 A보다 큰 분류 단계인 과이고, A는 속이다.

ㄴ. ㉠과 ㉡은 같은 속(A)에 속하며, ㉠과 ㉢은 같은 과(B)에 속하지만 서로 다른 속(A)에 속하므로 ㉠과 ㉡의 유연관계는 ㉠과 ㉢의 유연관계보다 더 가깝다.

**오답 피하기** ㄱ. ㉠과 ㉡은 같은 속(A)에 속하는데, 목은 속(A)보다 큰 분류 단계이므로 ㉠과 ㉡은 같은 목에 속한다.

ㄷ. ㉡과 ㉢은 서로 다른 속(A)에 속하므로 서로 다른 종이다. 따라서 ㉡과 ㉢ 사이에서는 생식 능력이 있는 자손이 태어날 수 없다.

06 답 ③

ㄱ. 민들레와 (가)는 속명이 같으므로 같은 *Taraxacum* 속에 속한다.과는 속보다 큰 분류 단계이므로 (가)도 민들레와 같은 국화과에 속한다.

ㄷ. 민들레와 (가)는 같은 속에 속하지만 민들레와 (나)는 서로 다른 속에 속하므로 민들레와 (가)의 유연관계는 민들레와 (나)의 유연관계보다 더 가깝다.

**오답 피하기** ㄴ. (가)와 (나)는 속명이 서로 다르므로 서로 다른 속에 속한다.

07 답 ③

**자료 분석** 3역 분류체계

구분	㉠	㉡	㉢
I	×	○	○
II	○	○	○
III	×	×	○

**특징(㉠~㉢)**

- 핵막이 없다. ㉡
- 세포벽이 있다. ㉡
- 고균역에 속한다. ㉢

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

- 효모는 진핵생물역 군계에 속하고, 대장균은 세균역, 메테인생성균은 고균역에 속한다.
- 효모에는 핵막과 세포벽이 모두 있다. 대장균과 메테인생성균에는 모두 핵막이 없고, 세포벽이 있다. → I은 대장균, II는 메테인생성균, III은 효모이다.

ㄷ. '핵막이 없다.'는 ㉡에 해당한다.

**오답 피하기** ㄱ. I은 대장균이다.

ㄴ. 메테인생성균(II)은 고균역, 효모(III)는 진핵생물역에 속한다.

08 답 ②

ㄴ. 미역은 진핵생물역 원생생물계, 결핵균은 세균역, 극호열균은 고균역, 플레밍푸른곰팡이는 진핵생물역 군계에 속한다. A는 원생생물계에 속하므로 미역이며, B는 미역(A)과 유연관계가 가장 가까운 플레밍푸른곰팡이이다. 고균역과 세균역의 유연관계보다 고균역과 진핵생물역의 유연관계가 더 가까우므로 C는 극호열균, D는 결핵균이다.

**오답 피하기** ㄱ. 극호열균(C)과 결핵균(D)에는 모두 핵막이 없다.

ㄷ. 플레밍푸른곰팡이(B)에는 키틴이 포함된 세포벽이 있다.

**09** **답 ④**  
 겉씨식물문에는 씨방이 없고 종자와 관다발이 있다. 속씨식물문에는 씨방, 종자, 관다발이 모두 있다. 양치식물문에는 씨방과 종자가 없고 관다발이 있다. 각태류식물문에는 씨방, 종자, 관다발이 모두 없다. 따라서 (가)는 각태류식물문, (나)는 양치식물문, (다)는 겉씨식물문, (라)는 속씨식물문이고, ㉠은 종자, ㉡은 씨방, ㉢은 관다발이다.

ㄴ. 겉씨식물문(다)과 속씨식물문(라)은 모두 종자로 번식하는 종자식물이다.  
 ㄷ. 양치식물문(나)과 겉씨식물문(다)에는 모두 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있다.

**오답 피하기** ㄱ. 고사리는 양치식물문(나)에 속한다.

**10** **답 ①**  
 빨이끼는 각태류식물문, 쇠뜨기는 양치식물문, 국화는 속씨식물문, 전나무는 겉씨식물문에 속한다.

ㄱ. 빨이끼에는 관다발이 없지만 쇠뜨기, 국화, 전나무에는 모두 관다발이 있으므로 ‘관다발이 있다.’는 ㉠에 해당한다.

**오답 피하기** ㄴ. 쇠뜨기는 포자로 번식하지만 국화와 전나무는 모두 종자로 번식하므로 ‘포자로 번식한다.’는 ㉡에 해당하지 않는다.

ㄷ. 국화에는 씨방이 있지만 전나무에는 씨방이 없으므로 ‘씨방이 있다.’는 ㉢에 해당하지 않는다.

**11** **답 ②**

**자료 분석** 동물의 계통수

**특징(I~IV)**

- 자세포가 있다. I
- 외투막이 있다. II
- 좌우 대칭 동물이다. III
- 성장 과정에서 외부 골격을 벗는다. IV

• 나비는 절지동물문, 선충은 선형동물문, 오징어는 연체동물문, 지렁이는 환형동물문, 해파리는 자포동물문에 속한다.  
 • 제시된 동물 중 자세포가 있는 동물은 해파리이고, 외투막이 있는 동물은 오징어이다. 좌우 대칭 동물은 나비, 선충, 오징어, 지렁이이고, 성장 과정에서 외부 골격을 벗는 탈피동물은 나비와 선충이다. → A는 해파리, B는 지렁이, C는 오징어이며, D와 E는 나비 또는 선충이다.

ㄴ. 지렁이(B)에는 체절이 있다.  
**오답 피하기** ㄱ. 해파리(A)는 2배엽성동물이며, 오징어(C)는 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이다.  
 ㄷ. 나비와 선충은 모두 탈피동물이다.

**12** **답 ③**  
 사자와 우렁쟁이는 척삭동물문, 새우는 절지동물문, 말미잘은 자포동물문, 플라나리아는 편형동물문에 속한다.

ㄱ. 발생 과정에서 원구가 항문이 되는 후구동물은 사자와 우렁쟁이이며, 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물은 새우와 플라나리아이다. 따라서 ㉠과 ㉡은 모두 2이다.

ㄷ. (가)의 동물 중 3배엽성동물은 사자, 새우, 말미잘, 우렁쟁이이므로 ‘3배엽성동물이다.’에 해당하는 동물의 수는 4이다.

**오답 피하기** ㄴ. (가)의 동물 중 방사 대칭 동물은 말미잘이므로 ‘방사 대칭 동물이다.’는 ㉢에 해당하지 않는다.

**13**  
 (1) 부모 세대에서 총 대립유전자 수는 24이고, A의 수는 14, a의 수는 10이다.

(2) **예시 답안** A의 대립유전자빈도가 부모 세대에서는  $\frac{7}{12}$ , 자손 세대에서는  $\frac{2}{3}$ 이고, a의 대립유전자빈도가 부모 세대에서는  $\frac{5}{12}$ , 자손 세대에서는  $\frac{1}{3}$ 이다. 대립유전자 A와 a의 빈도가 부모 세대에서와 자손 세대에서 서로 다르므로 이 개체군은 자손 세대의 유전자풀이 부모 세대와 다르다. 따라서 이 개체군은 진화하고 있다.

채점 기준	배점(%)
개체군이 진화하고 있음을 유전자풀과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
개체군이 진화하고 있다고만 쓴 경우	30

**14**  
 (1) **예시 답안** C, A~C는 서로 다른 목에 속하고 B와 D는 같은 속에 속하므로 A~D 중 B와 D의 유연관계가 가장 가깝다. 따라서 ㉡과 ㉢이 B 또는 D이고, ㉠이 C이다.

채점 기준	배점(%)
C를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 생물의 분류 단계와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
C만 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** 3 개, A~C는 서로 다른 목에 속하고, B와 D는 같은 속에 속하므로 같은 목에 속한다. 따라서 A~D가 속하는 목은 A가 속하는 목, B와 D가 속하는 목, C가 속하는 목으로 총 3 개이다.

채점 기준	배점(%)
3 개를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 생물의 분류 단계와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
3 개만 쓴 경우	30

**15**  
**예시 답안** 고균역과 세균역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 없고, 진핵 생물역에 속하는 생물에는 모두 핵막이 있다.

채점 기준	배점(%)
3역에 속하는 생물의 특징을 핵막과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
3역에 속하는 생물의 특징을 핵막과 관련지어 일부만 옳게 설명한 경우	30

16

예시 답안 속씨식물문, 부추에는 종자와 씨방이 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
속씨식물문을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 종자, 씨방과 관련지어 유효게 설명한 경우	100
속씨식물문만 쓴 경우	30

17

(1) 게는 절지동물문, 문어와 홍합은 연체동물문, 성게는 극피동물문, 도마뱀은 척삭동물문에 속한다. 도마뱀과 가장 유연관계가 가까운 동물은 성게이므로 D는 성게이고, A와 B는 연체동물문에 속하는 홍합 또는 문어이다. 따라서 C는 게이다.

(2) 예시 답안 선구동물이다. 원구가 입이 된다. 등, 게, 문어, 홍합은 모두 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물이고, 성게와 도마뱀은 모두 발생 과정에서 원구가 항문이 되는 후구동물이기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
㉠에 해당하는 특징을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 동물의 발생 과정과 관련지어 유효게 설명한 경우	100
㉠에 해당하는 특징만 유효게 쓴 경우	30

대단원 평가 문제

194 쪽 ~ 199 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 17 해설 참조    18 해설 참조    19 (1) 4 가지 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조    20 해설 참조    21 해설 참조
- 22 (1) A: 세균역, B: 고균역, C: 진핵생물역 (2) 해설 참조
- 23 (1) 해설 참조 (2) ㉠ 고사리, ㉡ 보리, 소철, 은행나무
- 24 (1) 환형동물문 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조

01

답 ①

㉠은 히스톤 단백질질을 감고 있는 DNA이며, ㉡은 히스톤 단백질이다.

오답 피하기 ㄴ. 유전자는 DNA(㉠)에서 유전정보를 저장하는 부분이다.

ㄷ. DNA(㉠)는 간기의 S기에 복제된다.

02

답 ④

㉠에는 성염색체로 X염색체 1 개와 Y염색체 1 개가 있으므로 A는 남자이다.

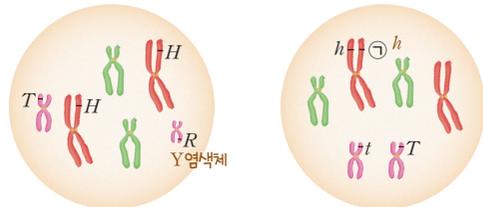
ㄷ. ㉠은 상동염색체가 쌍을 이루고 있으며, 염색체 수가 46이므로 ㉠의 핵상과 염색체 수는  $2n=46$ 이다.

오답 피하기 ㄴ. 핵형은 일반적으로 체세포분열 중기의 세포를 이용하여 분석하며, 체세포분열 후기의 세포에서는 염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다.

03

답 ④

자료 분석 상동염색체와 염색분체의 대립유전자 구성



- (가)에는 모양과 크기가 서로 다른 상동염색체 쌍이 1 개 있으므로 (가)는 수컷의 세포이며, (나)는 모든 상동염색체 쌍의 모양과 크기가 같으므로 (나)는 암컷의 세포이다. → R가 있는 염색체는 Y염색체이고, T와 t가 있는 염색체는 X염색체이다.
- 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 대립유전자 구성이 서로 같다. → ㉠은 h이다.

ㄴ. I은 수컷, II는 암컷이다.

ㄷ. T와 t는 X염색체에 있다.

오답 피하기 ㉠. ㉠은 h이다.

04

답 ②

이 생물의 핵상과 염색체 수는  $2n=4$ 이며, 체세포분열 과정에서 세포의 핵상은 항상  $2n$ 이다.

ㄴ. DNA가 복제된 뒤 염색체가 응축한 상태로, 체세포분열 전기에서 발견할 수 있는 세포이다.

오답 피하기 ㉠. 핵상과 염색체 수가  $n=2$ 인 세포로, 체세포분열에서 발견되지 않는 세포이다.

ㄷ. 세포의 핵상과 염색체 수가  $2n=4$ 이지만, 감수 1분열 전기에 형성되는 2가 염색체가 있으므로 체세포분열에서 발견되지 않는 세포이다.

05

답 ④

㉠. 핵상이  $n$ 인 세포 II의 염색체 수가 8이므로 (가)의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=16$ 이다. 따라서 염색체 수가 16인 I의 핵상(㉠)은  $2n$ 이다.

ㄷ. 체세포분열 중기의 세포는 하나의 염색체가 두 염색분체로 구성되어 있으므로 (가)의 체세포분열 중기의 세포( $2n=16$ )에서 발견되는 염색분체의 수는 32이다.

**오답 피하기** ㄴ. I에서 DNA가 복제된 뒤 IV가 되며, 감수 1분열 결과 III이 되고, 감수 2분열 결과 II가 된다. 따라서 감수분열 과정에서 세포는 I → IV → III → II 순으로 발견된다.

**06** 답 ③

감수 1분열에서는 상동염색체가 분리되므로 A가 있는 염색체와 a가 있는 염색체가 서로 다른 딸세포로 들어가며, 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되므로 A 또는 a만 있는 염색체의 염색분체가 분리되어 서로 다른 딸세포로 들어간다. 따라서 제시된 그림이 감수 1분열이라면 ㉠~㉣에 모두 A가 있다는 조건을 만족할 수 없으므로 제시된 그림은 감수 2분열 과정이다.

㉠. ㉠은 감수 2분열 중인 세포로, 핵상이 n이고 A가 있는 염색체만 존재한다. 따라서 ㉠에는 a가 없다.

ㄴ. 감수 2분열 중인 ㉠과 감수분열 결과 형성된 딸세포 ㉡과 ㉢의 핵상은 모두 n이다.

**오답 피하기** ㄷ. ㉡은 감수분열 결과 형성된 딸세포로, 염색체 수와 DNA양이 G<sub>1</sub>기 세포의 절반이다.

**07** 답 ⑤

**자료 분석** 대립유전자 구성

세포	대립유전자			A+D
	a	B	d	
I	?○	×	×	2
II	○	○	○	1
III	?○	×	㉠○	0

(○: 있음, ×: 없음)

- II에 a와 d가 있는데 A와 D 중 1 개도 있으므로 II는 핵상이 2n인 세포이고, A+D가 홀수이므로 DNA가 복제되지 않은 간기의 세포이다. → I은 중기의 세포이다.
- I과 III에는 핵상이 2n인 세포 II에 있는 대립유전자 중 없는 것이 있으므로 I과 III은 모두 핵상이 n이다. → I은 감수 2분열 중기의 세포이며, I은 a, b, D를 각각 2 개씩 가진다.
- III은 핵상이 n이므로 A와 a, B와 b, D와 d 중 각각 하나를 가져야 한다. → A+D가 0이고 B가 없으므로 III은 a, b, d를 가진다.

㉠. III은 a, b, d를 가지므로 ㉠은 '○'이다.

ㄴ. I은 감수 2분열 중기의 세포이다.

ㄷ. 이 사람의 세포에는 a, B, b, D, d가 있으며, II의 A+D가 1이므로 이 사람의 (가)에 대한 유전자형은 aaBbDd이다.

**08** 답 ③

㉠. 이론적으로 n 쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터 2<sup>n</sup> 가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있다. 따라서 한 사람(2n=46)에게서 만들어질 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 2<sup>23</sup> 가지이다.

ㄷ. 감수분열 결과 염색체 수와 DNA양이 모세포의 절반인 딸세포가 만들어지기 때문에 생식세포의 수정으로 태어난 자손은 체세포 1 개당 염색체 수와 DNA양이 부모와 같다. 따라서 세대가 거듭되어도 체세포 1 개당 염색체 수와 DNA양은 일정하게 유지된다.

**오답 피하기** ㄴ. 생식세포가 형성될 때 감수 1분열에서 접합한 상동염색체는 세포 중앙에 무작위로 배열되었다가 독립적으로 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 만들어진다.

**09** 답 ⑤

㉠. B는 A보다 항생제를 사용하는 환경에서 생존에 유리하므로 A는 항생제 내성이 없는 세균, B는 항생제 내성이 있는 세균이다.

ㄴ, ㄷ. 항생제를 사용하는 환경에서 항생제 내성이 있는 세균(B)이 자연선택되었으며, 항생제 내성을 나타내게 하는 대립유전자의 빈도가 증가해 개체군의 유전자풀에 변화가 일어났다.

**10** 답 ③

㉠, ㄴ. ㉠과 ㉡을 제외한 A의 수는 10, a의 수는 6이므로 ㉠과 ㉡의 (가)에 대한 유전자형은 모두 aa이다. 전체 대립유전자 수가 20이므로 A와 a의 대립유전자빈도는 모두  $\frac{10}{20} = \frac{1}{2}$ 이다.

**오답 피하기** ㄷ. 병목 현상이 일어날 때 생존하거나 사라지는 개체는 무작위로 정해진다.

**11** 답 ⑤

㉠, ㄷ. 종은 생물분류의 기본 단위로, 자연 상태에서 서로 교배해서 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있는 개체들의 무리이다. 따라서 같은 생물종인 두 개체 사이에서는 생식 능력이 있는 자손이 태어날 수 있다.

ㄴ. 목은 과보다 큰 분류 단계이므로 같은 과에 속하는 생물들은 같은 목에 속한다.

**12** 답 ③

㉠. 공통된 특징이 많을수록 유연관계가 가까우므로 ㉡과 유연관계가 가장 가까운 생물은 ㉢이고, ㉠과 유연관계가 가장 가까운 생물은 ㉠이다. 따라서 I은 ㉢, III은 ㉠, II는 ㉡이다.

ㄷ. III(㉠)과 ㉡은 특징 A와 D를 공통으로 가진다.

**오답 피하기** ㄴ. II(㉡)는 특징 A와 B를 가진다.

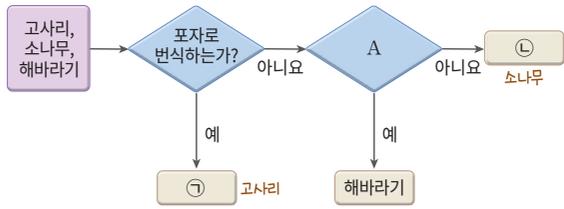
**13** 답 ②

ㄴ. 대장균과 포도상구균에는 모두 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있고, 극호열균과 메테인생성균에는 모두 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다.

**오답 피하기** ㉠. 대장균과 포도상구균은 모두 세균역에 속하며, 극호열균과 메테인생성균은 모두 고균역에 속한다.

ㄷ. 대장균, 포도상구균, 극호열균, 메테인생성균에는 모두 핵막이 없으므로 (가)와 (나)는 생물을 핵막의 유무로 분류한 것이 아니다.

**자료 분석** 식물의 분류



- 고사리는 양치식물문, 소나무는 겉씨식물문, 해바라기는 속씨식물문에 속한다.
- 고사리는 포자로 번식하지만, 소나무와 해바라기는 종자로 번식한다. → ㉠은 고사리, ㉡은 소나무이다.

ㄷ. 해바라기와 고사리(㉠)의 유연관계보다 해바라기와 소나무(㉡)의 유연관계가 더 가깝다.

**오답 피하기** ㄱ. 고사리(㉠)는 양치식물문에 속한다.

ㄴ. 해바라기와 소나무(㉡)는 모두 종자로 번식하는 종자식물이므로 '종자를 형성하는가?'는 A에 해당하지 않는다. 해바라기는 속씨식물문이고 소나무(㉡)는 겉씨식물문이므로 '씨방이 있는가?', '밑씨가 씨방에 싸여 있는가?' 등이 A에 해당한다.

**15** 답 ④

겉씨식물문에 속하는 식물은 종자로 번식하며, 각태류식물문에 속하는 식물은 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되지 않으므로 (가)는 포자로 번식하며 뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되는 양치식물문에 속하는 식물이다.

ㄴ. 모든 식물에는 핵막이 있다.

ㄷ. 양치식물문에 속하는 식물에는 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있다.

**오답 피하기** ㄱ. (가)는 포자로 번식하므로 종자식물이 아니다.

**16** 답 ③

해파리와 말미잘은 자포동물문, 창고기는 척삭동물문, 성게는 극피동물문에 속하고, 효모는 진핵생물역 균계에 속한다. A는 말미잘과 같은 자포동물문에 속하는 해파리이고, B는 성게와 유연관계가 가장 가까운 창고기이다. 해파리(A), 말미잘, 창고기(B), 성게는 모두 진핵생물역 동물계에 속하는 생물이지만 효모는 진핵생물역 균계에 속하므로 4 종과 가장 유연관계가 먼 C에 해당한다.

ㄱ. 해파리(A)는 발생 과정에서 외배엽과 내배엽을 형성하는 2배엽성동물이고, 창고기(B)는 발생 과정에서 외배엽, 중배엽, 내배엽을 형성하는 3배엽성동물이다.

ㄴ. 효모(C)에는 키틴이 포함된 세포벽이 있다.

**오답 피하기** ㄷ. 창고기(B)와 성게는 모두 발생 과정에서 원구가 향문이 되는 후구동물이지만 해파리(A)와 말미잘은 2배엽성동물이므로 '원구가 향문이 된다.'는 해파리(A), 말미잘, 창고기(B), 성게가 공통으로 가지는 특징인 ㉠에 해당하지 않는다.

사람의 염색체에는 남녀에게 공통으로 있는 상염색체 22 쌍과 남녀에 따라 구성이 다른 성염색체 1 쌍이 있으며, 성염색체에는 X염색체와 Y염색체가 있다.

**예시 답안** (가) 남자, (나) 여자, (가)의 세포에는 모양과 크기가 서로 같은 22 쌍의 염색체와 모양과 크기가 서로 다른 1 쌍의 염색체가 있으므로 (가)는 성염색체로 X염색체와 Y염색체를 1 개씩 가지는 남자이고, (나)의 세포에는 모양과 크기가 서로 같은 23 쌍의 염색체가 있으므로 (나)는 성염색체로 X염색체 2 개를 가지는 여자이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 성별을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 염색체 구성과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 성별만 옳게 쓴 경우	30

**18**

체세포분열 후기에는 염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다. 감수 1분열 후기에는 상동염색체가 분리되어 양극으로 이동하며, 감수 2분열 후기에는 염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다.

**예시 답안** 감수 1분열 후기, 상동염색체가 분리되어 양극으로 이동하고 있으므로 이 세포는 감수 1분열 후기에 관찰되는 세포이다.

채점 기준	배점(%)
감수 1분열 후기를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 염색체의 이동과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
감수 1분열 후기만 쓴 경우	30

**19**

(1) 이론적으로  $n$  쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터  $2^n$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있다.

(2) **예시 답안** 생식세포 형성 과정 중 감수 1분열에서 상동염색체 쌍이 무작위로 배열되었다가 독립적으로 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 만들어진다. 암수 생식세포가 무작위로 수정되어 유전적으로 다양한 자손이 태어난다.

채점 기준	배점(%)
개체에서 자손의 유전적 다양성이 높아질 수 있는 까닭을 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100
개체에서 자손의 유전적 다양성이 높아질 수 있는 까닭을 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

(3) **예시 답안** 감수분열 결과 염색체 수와 DNA양이 모세포의 절반인 생식세포가 형성되므로 생식세포의 수정으로 태어난 자손은 체세포 1 개당 염색체 수와 DNA양이 부모와 같다.

채점 기준	배점(%)
감수분열 결과 염색체 수와 DNA양이 모세포의 절반인 생식세포가 형성되고, 이 생식세포의 수정으로 자손이 태어나기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
감수분열에 의해 생식세포가 만들어지기 때문이라고만 설명한 경우	40

20

**예시 답안** 먹이 환경이 서로 다른 각 섬의 핀치 집단에서 먹이를 차지하기 위한 생존경쟁이 일어났고, 먹이를 먹기에 유리한 부리 형질을 가지는 핀치가 더 많이 살아남아 자손을 남기는 자연선택이 일어났다. 이러한 자연선택이 오랜 시간 일어난 결과 부리 모양이 서로 다른 (가)~(다)로 진화했다.

채점 기준	배점(%)
(가)~(다)의 부리 모양이 서로 다른 까닭을 생존경쟁, 자연선택, 진화를 모두 언급하여 옳게 설명한 경우	100
자연선택이 일어났기 때문이라고만 설명한 경우	30

21

과는 속보다 큰 분류 단계이므로 같은 속에 속하는 생물은 같은 과에 속한다. 학명은 속명과 종소명으로 이루어져 있다.

**예시 답안** *Acinonyx jubatus*, (가)와 (다)가 같은 속에 속하므로 (가)와 (다)는 *Panthera*속에 속하는 *Panthera onca* 또는 *Panthera pardus*이다. 따라서 (나)의 학명은 *Acinonyx jubatus*이다.

채점 기준	배점(%)
(나)의 학명을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 생물의 분류 단계와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(나)의 학명만 옳게 쓴 경우	30

22

(1) 송이는 진핵생물역, 극호염균은 고균역, 헬리코박터 파일로리는 세균역에 속한다. 고균역과 세균역의 유연관계보다 고균역과 진핵생물역의 유연관계가 더 가까우므로 A는 헬리코박터 파일로리이고, C에는 핵막이 있으므로 송이이다. 따라서 B는 극호염균이다.

(2) **예시 답안** 헬리코박터 파일로리(A)에는 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있고, 극호염균(B)에는 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있으며, 송이(C)에는 키틴이 포함된 세포벽이 있다.

채점 기준	배점(%)
A~C의 차이점을 세포벽의 성분과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
A~C의 차이점을 세포벽의 성분이 다르다고만 설명한 경우	40

23

물이끼와 솔이끼는 선대식물문, 빨이끼는 각태류식물문, 우산이끼는 태류식물문에 속하며, 고사리는 양치식물문, 소철과 은행나무는 겉씨식물문, 보리는 속씨식물문에 속한다.

(1) **예시 답안** 관다발, (가)에 속하는 식물에는 관다발이 없고, (나)에 속하는 식물에는 관다발이 있다.

채점 기준	배점(%)
관다발을 쓰고, (가)와 (나)의 특징을 관다발과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
관다발만 쓴 경우	30

(2) 고사리는 포자로 번식하며, 보리, 소철, 은행나무는 모두 종자로 번식하는 종자식물이다.

개념 더하기 식물 분류군의 특징

태류식물문, 각태류식물문, 선대식물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>대부분 관다발이 없는 비관다발식물이다.</li> <li>포자로 번식한다.</li> <li>뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별되지 않는다.</li> </ul>
양치식물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>주로 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있으며, 포자로 번식하는 비종자 관다발식물이다.</li> <li>뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별된다.</li> </ul>
겉씨식물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>주로 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있으며, 종자로 번식하는 종자식물이다.</li> <li>뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별된다.</li> <li>씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있다.</li> </ul>
속씨식물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>체관과 물관으로 이루어진 관다발이 있으며, 종자로 번식하는 종자식물이다.</li> <li>뿌리, 줄기, 잎이 뚜렷하게 구별된다.</li> <li>씨방이 있어 밑씨가 씨방에 싸여 있다.</li> </ul>

24

(1) 거머리와 줄지렁이는 모두 환형동물문에 속한다.

(2) **예시 답안** 외배엽, 중배엽, 내배엽을 형성하는 3배엽성동물이다. 원구가 입이 되는 선구동물이다. 담륜자(트로코포라) 유생 시기를 거치는 촉수담륜동물이다. 등

채점 기준	배점(%)
(가)의 특징을 발생 과정과 관련지어 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)의 특징을 발생 과정과 관련지어 한 가지만 옳게 설명한 경우	50

(3) **예시 답안** 자포동물문, 자포동물문(㉠)은 몸이 사방으로 대칭되는 방사 대칭 동물이고, 환형동물문(가)은 몸이 좌우로 대칭되는 좌우 대칭 동물이다.

채점 기준	배점(%)
자포동물문을 쓰고, 자포동물문과 환형동물문의 차이점을 몸의 대칭성과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
자포동물문만 쓴 경우	30



일력 점검하기

I 생명 시스템의 구성

01 생명과학의 이해

2 쪽 ~ 4 쪽

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

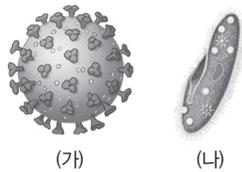
단답형·서술형 문제

- 11 해설 참조 12 (1) 적응과 진화, 자극에 대한 반응 (2) 해설 참조  
13 (1) (가) 생태계, (나) 군집 (2) 해설 참조

01

답 ③

자료 분석 생물과 바이러스의 비교



구분	A	B	C
(가)	○	○	×
(나)	×	○	○

(○: 있음, ×: 없음)

- (가)는 바이러스, (나)는 짚신벌레이다.
- 바이러스(가)는 살아 있는 세포 안에서만 물질대사를 할 수 있고, 짚신벌레(나)는 스스로 물질대사를 할 수 있다. → '스스로 물질대사를 하지 못한다.'는 A에 해당한다.
- 짚신벌레(나)는 세포로 이루어져 있어 세포분열을 할 수 있지만 바이러스(가)는 세포로 이루어져 있지 않아 세포분열을 할 수 없다. → '세포분열을 통해 증식한다.'는 C에 해당한다.

ㄱ. (가)는 바이러스이며, 세포로 이루어져 있지 않고 핵산과 단백질로 이루어져 있다.

ㄴ. 바이러스(가)는 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다. '스스로 물질대사를 하지 못한다.'는 A에 해당한다.

오답 피하기 ㄷ. '세포분열을 통해 증식한다.'는 C에 해당한다.

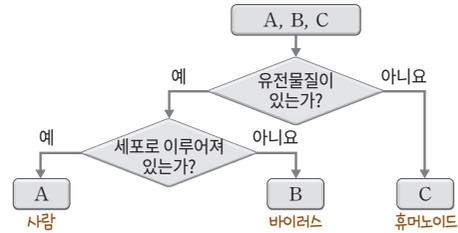
개념 더하기 바이러스의 생물적 특징과 비생물적 특징

생물적 특징	비생물적 특징
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유전물질인 핵산을 가지고 있다.</li> <li>• 살아 있는 세포 안에서 증식할 수 있다.</li> <li>• 살아 있는 세포 안에서 증식하면서 유전 현상이 나타나며, 돌연변이가 일어나 다양한 환경에 적응하며 진화할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세포로 이루어져 있지 않으며, 숙주세포 밖에서는 입자 상태로 존재한다.</li> <li>• 스스로 물질대사를 할 수 없어 살아 있는 세포 안에서만 증식할 수 있다.</li> </ul>

02

답 ③

자료 분석 생물과 비생물의 비교



- 바이러스와 사람은 모두 유전물질인 핵산을 가지고, 휴머니이드는 핵산을 가지지 않는다.
  - 사람은 세포로 이루어져 있고, 바이러스와 휴머니이드는 모두 세포로 이루어져 있지 않다.
- A는 사람, B는 바이러스, C는 휴머니이드이다.

ㄱ. 사람(A)은 하나의 수정란이 완전한 개체가 되는 발생을 하고, 어린 개체는 세포분열을 하여 성숙한 개체로 성장한다.

ㄴ. 바이러스(B)는 유전물질인 핵산을 가지므로 바이러스(B)에서 유전 현상이 나타난다.

오답 피하기 ㄷ. 휴머니이드(C)는 세포로 이루어져 있지 않고 유전 물질을 가지지 않으므로 주변 환경에 적응하여 몸의 형태와 기능이 달라지지 않는다.

03

답 ⑤

ㄱ. 물질대사인 이화작용(㉠)과 동화작용(㉡)에는 모두 효소가 관여한다.

ㄴ. (나)는 행성에 이화작용(㉠)을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 실험이다. 만약 행성에 생명체가 있다면 호흡을 통해 <sup>14</sup>C로 표지된 영양소가 분해되어 방사성 기체가 발생할 것이다.

ㄷ. 벼가 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물을 포도당으로 합성하는 것은 광합성이며, 광합성은 동화작용(㉡)의 예이다.

개념 더하기 물질대사

구분	동화작용	이화작용
물질 전환	합성 (작고 단순한 물질 → 크고 복잡한 물질)	분해 (크고 복잡한 물질 → 작고 단순한 물질)
에너지 출입	흡수(흡열반응)	방출(발열반응)
예	광합성, 단백질 합성	세포호흡, 단백질 분해

04

답 ⑤

ㄱ. 새끼 황제펭귄이 부모의 유전형질을 물려받아 부모를 닮는 것은 유전, 더운 지방에 사는 사막여우가 체온조절에 적합한 큰 귀를 가지는 것은 적응과 진화의 예이다. 따라서 (가)는 유전, (나)는 적응과 진화이다.

ㄴ. 단풍나무 열매에 날개가 달려 있어 바람에 쉽게 날아갈 수 있는 것은 적응과 진화(나)의 예이다.

ㄷ. 사막여우가 체온조절(㉠)을 하는 것은 환경이 변해도 체내 상태를 일정하게 유지하려고 하는 항상성의 예이다.

05

답 ③

자료 분석 ㉠ 생물의 특성

생물의 특성	예
(가)	하나의 아메바가 분열법을 통해 둘로 나누어진다.
(나)	개구리의 수정란은 올챙이를 거쳐 어린 개구리가 된다.
(다)	ABO식 혈액형이 O형인 어머니로부터 O형인 아들이 태어난다.

- (가)는 암수 생식세포의 수정 없이 새로운 개체를 만드는 무성 생식의 예이다.
- (나)는 하나의 수정란이 세포분열을 하여 세포 수가 늘어나고, 세포의 종류와 기능이 다양해지면서 개체가 되는 발생의 예이다.
- (다)는 아버지의 유전형질이 자손에게 전해지는 유전의 예이다.

(가)는 생물의 특성 중 생식, (나)는 발생, (다)는 유전의 예이다.

06

답 ①

ㄴ. 생명과학은 지구에 살고 있는 생물의 특성과 생물에서 일어나는 여러 가지 현상을 탐구하여 생명을 유지하는 원리를 이해함으로써 생명의 본질을 밝히는 학문이다.

오답 피하기 ㄱ. 유전체학에서는 주로 생물이 가진 유전정보의 전체인 유전체의 구조와 기능을 연구한다. 세포의 구조와 기능을 주로 연구하는 생명과학의 분야는 세포학이다.

ㄷ. 생명과학의 분야 중 분자생물학에서는 생명 현상을 DNA, 단백질 등의 분자 수준에서 연구한다.

07

답 ③

학생 (가): 생명과학은 물리학, 정보학 등 다른 학문 분야와 서로 영향을 주고받으며 발달하고 있다.

학생 (나): 흑등고래 지느러미의 흑 모양의 돌기 구조를 풍력 발전기의 회전 날개에 적용하여 에너지효율을 높인 것과 같이 생명과학 분야의 성과가 다른 학문 분야의 성과에 영향을 미칠 수 있다.

오답 피하기 학생 (다): 자동 세포배양 시스템은 공학에서 만들었다. 따라서 자동 세포배양 시스템을 이용하여 세포에서 일어나는 생명 현상을 분석한 것은 생명과학이 공학과 연계된 사례에 해당한다.

08

답 ①

컴퓨터를 활용하여 방대한 양의 DNA 염기서열을 분석하고 비교한 정보학, 원하는 부분의 DNA를 복제하는 중합효소연쇄반응(PCR)을 발명한 화학, DNA 복제 원리를 밝힌 생명과학 등이 연계되어 사람의 헤모글로빈 유전자를 분석했다. 따라서 ㉠은 정보학, ㉡은 화학, ㉢은 생명과학에 해당한다.

ㄴ. 화학(㉡)에서는 단백질, 핵산 등의 입체 구조를 연구하여 세포에서 일어나는 현상을 분석하는 데 관여했다.

오답 피하기 ㄱ. ㉠은 정보학이다.

ㄷ. 생명과학(㉢)의 성과는 다른 학문 분야의 발달에 영향을 미치기도 한다.

09

답 ④

(가)는 같은 종의 개체들이 무리 지어 있으므로 개체군, (나)는 여러 개체군이 모여 있으므로 군집, (다)는 개체이다.

ㄴ. (나)는 일정한 지역에서 생활하는 여러 개체군의 모임인 군집이다.

ㄷ. 같은 종의 개체(다)들이 모여 개체군(가)을 이룬다.

오답 피하기 ㄱ. 군집(나)은 일정한 지역에서 생활하는 다양한 종류의 개체군(가)이 모인 것으로, 군집(나) 내에서 개체군(가) 사이에 다양한 상호작용이 일어난다. 상리공생은 군집(나) 내 개체군(가) 사이에서 일어나는 상호작용이다.

개념 더하기 ㉣ 생명 시스템의 구성 단계

- 세포: 생물의 몸을 구성하는 구조적 단위이면서 생명활동이 일어나는 기능적 단위이다.
- 개체: 여러 종류의 기관이 모여 독립된 구조와 기능을 가지고 생활하는 하나의 생명체이다. 물질대사, 발생과 성장, 생식과 유전 등의 생물의 특성이 나타난다.
- 개체군: 일정한 지역에서 생활하는 같은 종류의 개체들 모임으로 개체들 사이에서 상호작용이 일어난다.
- 군집: 일정한 지역에서 생활하는 여러 종류의 개체군 모임으로, 개체군 사이에서 상호작용이 일어난다.
- 생태계: 생물이 다른 생물이나 빛, 온도, 물, 공기, 토양 등의 환경과 영향을 주고받으며 살아가는 체계이다.

10

답 ⑤

ㄱ. 독립적으로 생명활동을 하면서 생물을 구성하는 구조적 단위는 세포이므로 (가)는 세포, (나)는 생태계이다.

ㄴ. 세포(가)에서 물질대사가 일어난다.

ㄷ. '생물이 주변의 다른 생물이나 환경과 영향을 주고받으며 살아가는 체계이다.'는 생태계(나)의 특징이므로 ㉠에 해당한다.

11

자료 분석 ㉤ 생물의 특성



(가) 석송



(나) 죽송

- (가) 석송: 외부로부터 물질이 첨가되어 크기가 커지며, 세포로 이루어져 있지 않다.
- (나) 죽송: 세포로 이루어져 있으며, 세포분열을 하여 세포 수를 늘리고 물질대사를 통해 필요한 물질을 합성하여 크기가 커진다.

**예시 답안** 석순이 자라는 것은 외부에서 물질이 첨가되어 크기가 커지는 것이고, 죽순이 자라는 것은 세포분열을 하여 세포 수를 늘리고 물질대사를 통해 물질을 합성하여 크기가 커지는 것이다. 따라서 석순이 자라는 것은 성장에 해당하지 않고, 죽순이 자라는 것은 성장에 해당한다.

채점 기준	배점(%)
석순과 죽순이 자라는 것이 성장에 해당하는지 그렇게 판단한 까닭을 들어 옳게 설명한 경우	100
석순과 죽순이 자라는 것이 성장에 해당하는지만 옳게 쓴 경우	30

**12**

(1) 갈라파고스 제도에 사는 핀치의 부리 모양이 섬마다 조금씩 다른 것은 적응과 진화, 먹이가 걸려 거미줄이 흔들리면 거미가 그 진동을 느끼고 재빨리 거미줄로 먹이를 감는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

(2) **예시 답안** • 적응과 진화: 사막에 사는 캥거루쥐는 진한 오줌을 소량 배출하여 물을 거의 마시지 않고 살 수 있다. 사막여우는 북극여우보다 몸집이 작지만 귀와 같은 몸의 말단부가 크다. 등  
• 자극에 대한 반응: 파리지옥은 곤충이 잎 안쪽을 건드리면 잎을 닫는다. 육상 선수는 출발 신호에 맞춰 달리기 시작한다. 등

채점 기준	배점(%)
적응과 진화, 자극에 대한 반응의 예를 한 가지씩 모두 옳게 설명한 경우	100
적응과 진화, 자극에 대한 반응 중 하나의 예만 옳게 설명한 경우	50

**13**

(1) 군집과 생태계 중 빛, 물, 공기 등의 환경을 포함하면서 생명 시스템으로서의 기능을 하는 구성 단계는 생태계, 환경을 포함하지 않으면서 상호작용이 일어나고 생명 시스템으로서의 기능을 하는 구성 단계는 군집이다. 따라서 (가)는 생태계, (나)는 군집이다.

(2) **예시 답안** 생태계(가)에서 군집을 이루는 생물은 다른 생물이나 환경과 상호작용 한다. 군집(나)을 이루는 개체군 사이에 다양한 상호작용이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 특징을 상호작용과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나) 중 하나의 특징만 상호작용과 관련지어 옳게 설명한 경우	50

**02 생명활동과 에너지**

5 쪽 ~ 7 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

- 11 해설 참조    12 (1) A: 폐, B: 간, C: 공팔 (2) 해설 참조  
13 해설 참조

**01**

답 ③

ㄱ. 생물에서 물질을 합성하고 분해하는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다.

ㄴ. 물질대사가 일어날 때에는 반드시 에너지의 출입이 함께 일어난다.

**오답 피하기** ㄷ. 동화작용은 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 과정이다. 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 과정은 이화작용이다.

**02**

답 ②

A 과정은 작고 단순한 물질인 아미노산을 연결하여 크고 복잡한 물질인 단백질을 합성하는 과정이므로 동화작용이다. B 과정은 크고 복잡한 물질인 단백질을 작고 단순한 물질인 아미노산으로 분해하는 과정이므로 이화작용이다.

ㄷ. 간에서 크고 복잡한 물질인 글라이코젠이 작고 단순한 물질인 포도당으로 분해되는 것은 이화작용(B)에 해당한다.

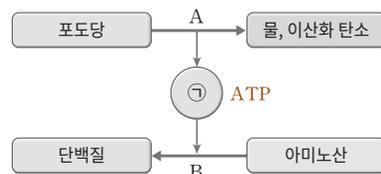
**오답 피하기** ㄱ. 동화작용(A)에서는 에너지가 흡수되고, 이화작용(B)에서는 에너지가 방출된다.

ㄴ. B 과정은 이화작용이다.

**03**

답 ③

**자료 분석** 동화작용과 이화작용



- 생명활동에 직접 이용되는 에너지 저장 물질인 P는 ATP이다.
- 포도당이 물과 이산화 탄소로 분해되는 과정은 이화작용이다.  
→ A 과정은 이화작용에 해당한다.
- 아미노산이 단백질로 합성되는 과정은 동화작용이다.  
→ B 과정은 동화작용에 해당한다.
- 이화작용(A)에서 방출된 에너지의 일부가 ATP(P)에 저장되었다가 동화작용(B)에서 사용되며, 나머지는 열에너지로 방출된다.
- 아미노산이 단백질로 합성되는 과정(B)에서 흡수된 에너지는 단백질에 저장된다.

ㄱ. 이화작용(A)과 동화작용(B)에는 모두 효소가 관여한다.

ㄴ. 동화작용(B)으로 흡수된 에너지는 단백질에 저장된다.

**오답 피하기** ㄷ. 이화작용(A)에서 방출된 에너지의 일부는 ATP(㉑)에 저장되었다가 동화작용(B)에서 사용되며, 나머지는 열에너지로 방출된다.

**04** **답 ⑤**  
 ㄱ. (나)와 무기인산이 합성되어 (가)가 생성되므로 (가)는 ATP, (나)는 ADP이다.

ㄴ. ADP(나)와 무기인산이 합성되는 ㉑ 과정은 동화작용, ATP(가)가 ADP(나)와 무기인산으로 분해되는 ㉒ 과정은 이화작용이다.

ㄷ. ATP(가)가 ADP(나)와 무기인산으로 분해되는 과정(㉒)에서 방출된 에너지는 발성, 성장, 근육 운동, 정신 활동 등 다양한 생명활동에 이용된다.

**05** **답 ③**  
 ㄱ. 세포호흡을 통해 방출된 에너지의 일부는 ATP(㉑)에 화학 에너지 형태로 저장된다.

ㄷ. 세포호흡은 산소를 이용하여 포도당을 물과 이산화 탄소로 분해하는 과정이므로 (가)는 산소, (나)는 이산화 탄소이다. 산소(가)는 호흡계를 통해 흡수되고, 이산화 탄소(나)는 호흡계를 통해 몸 밖으로 나간다.

**오답 피하기** ㄴ. 세포호흡으로 발생한 에너지의 일부는 열에너지로 방출된다. 따라서 ㉒은 열에너지이다. 열에너지(㉒)의 일부는 체온 유지에 사용되며, 근육 운동에는 ATP(㉑)의 화학 에너지가 전환되어 사용된다.

**06** **답 ④**  
 음식물을 분해하여 영양소를 흡수하는 기관계는 소화계이므로 (가)는 소화계, 영양소와 산소를 온몸의 세포로 운반하는 기관계는 순환계이므로 (나)는 순환계이다.

ㄴ. 혈관은 순환계(나)에 속한다.  
 ㄷ. 소화계(가)와 순환계(나)에서 모두 물질대사가 일어나므로 '물질대사가 일어난다.'는 ㉑에 해당한다.

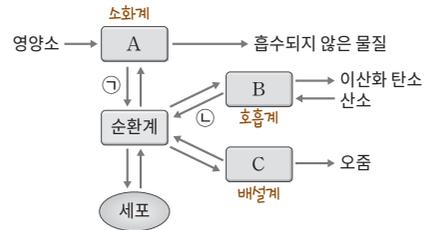
**오답 피하기** ㄱ. (가)는 소화계이다.

**07** **답 ⑤**  
 ㄴ. 아미노산이 분해되어 생성되는 노폐물은 물, 암모니아, 이산화 탄사이며, 생성된 암모니아는 간에서 요소로 전환된다. 따라서 A는 암모니아, D는 요소이다. 지방, 포도당, 아미노산이 분해되어 공통으로 생성되는 노폐물인 이산화 탄소는 폐를 통해, 물은 폐와 콩팥을 통해 몸 밖으로 내보내진다. 따라서 B는 이산화 탄소, C는 물이다.

ㄷ. 요소(D)는 콩팥에서 걸러져 몸 밖으로 배설되므로 단위 부피당 요소(D)의 양은 콩팥으로 들어오는 혈액인 혈액 ㉑이 콩팥에서 나가는 혈액인 혈액 ㉒보다 많다.

**오답 피하기** ㄱ. 독성이 강한 암모니아(A)는 간에서 독성이 약한 요소(D)로 전환된다.

**자료 분석** 기관계의 통합적 작용



- 영양소를 소화하고 흡수하여 순환계로 보내는 역할을 하는 A는 소화계이다.
- 산소를 몸 안으로 흡수하고 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내는 역할을 하는 B는 호흡계이다.
- 노폐물을 오줌의 형태로 내보내는 역할을 하는 C는 배설계이다.
- 소화계(A)에서 순환계로 이동하는 ㉑에는 영양소의 이동이, 호흡계(B)에서 순환계로 이동하는 ㉒에는 산소의 이동이 포함된다.

ㄱ. 소화계(A)에서 영양소의 소화와 흡수가 일어난다.  
 ㄷ. 호흡계(B)에서 흡수한 산소는 순환계를 통해 온몸으로 운반된다.

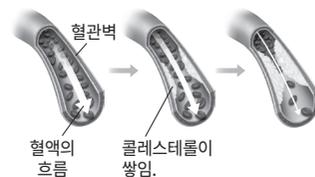
**오답 피하기** ㄴ. 세포호흡 결과 생성된 물의 일부는 호흡계(B)와 배설계(C)에서 몸 밖으로 내보낸다.

**09** **답 ④**  
 ㄱ. 동맥경화는 동맥 안쪽 벽에 콜레스테롤 등이 쌓여 혈관 내부가 좁아져서 생기는 질환으로 혈액 속에 콜레스테롤이나 중성지방이 정상보다 많은 질환인 고지질혈증으로 인해 생길 수 있는 질환이다. 따라서 '혈액 속에 중성지방이 정상보다 많으며, 동맥경화의 원인이 될 수 있다.'는 A에 해당한다.

ㄴ. 고혈압과 고지질혈증은 모두 대사성 질환이므로 '대사성 질환이다.'는 B에 해당한다.

**오답 피하기** ㄷ. 오줌에 포도당이 섞여 나오는 것은 당뇨병의 특징이다.

**개념 더하기** 동맥경화



- 동맥경화는 동맥의 안쪽 벽에 콜레스테롤 등이 쌓여 혈관 내부가 좁아져 혈액이 원활하게 흐르지 못하고, 혈관벽의 탄력이 떨어지는 질환이다.
- 혈관 내부가 좁아져 동맥에 혈액이 거의 흐르지 못하면 심장이나 뇌에 영양소와 산소가 제대로 공급되지 않아 심장마비, 뇌졸중 등을 일으킬 수 있다.
- 고지질혈증이 있으면 동맥경화에 걸릴 가능성이 크다.

10

답 ⑤

7. 혈당량이 정상보다 높은 상태가 지속되며 혈당량 조절에 필요한 인슐린의 분비가 부족하거나 인슐린이 제대로 작용하지 못해 발생하는 질환 (가)는 당뇨병이다.

나. 당뇨병(가)을 치료하지 않으면 심혈관계 질환, 시력 상실 등의 합병증이 나타날 수 있다.

다. 규칙적인 운동과 영양소가 골고루 포함된 식사를 하는 것은 당뇨병(가)을 예방하는 데 도움이 된다.

11

예시 답안 ㉠은 광합성, ㉡은 세포호흡이다. 광합성(㉠)에서는 빛에너지가 포도당의 화학 에너지로 전환되고, 세포호흡(㉡)에서는 포도당의 화학 에너지가 ATP의 화학 에너지와 열에너지로 전환된다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡이 무엇인지 각각 쓰고, ㉠과 ㉡에서 일어나는 에너지 전환 과정을 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡이 무엇이지만 각각 옳게 쓴 경우	30

12

(1) A는 폐, B는 간, C는 콩팥에 해당한다. 폐(A)는 호흡계, 간(B)은 소화계, 콩팥(C)은 배설계에 속한다.

(2) 예시 답안 A는 호흡계, B는 소화계, C는 배설계에 속한다. 호흡계(A)는 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내는 역할, 소화계(B)는 영양소를 소화하고 흡수하는 역할, 배설계(C)는 간에서 생성된 요소를 콩팥에서 걸러 물과 함께 오줌의 형태로 몸 밖으로 내보내는 역할을 한다.

채점 기준	배점(%)
A~C가 속하는 기관계의 이름을 각각 쓰고, 각 기관계의 기능을 옳게 설명한 경우	100
A~C가 속하는 기관계의 이름만 각각 옳게 쓴 경우	30

13

물질대사의 이상으로 발생하는 질환을 대사성 질환이라고 한다.

예시 답안 대사성 질환, 규칙적으로 운동한다. 영양소가 골고루 포함된 식사를 한다. 등

채점 기준	배점(%)
대사성 질환을 쓰고, 이를 예방하기 위한 생활 습관을 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100
대사성 질환을 쓰고, 이를 예방하기 위한 생활 습관을 한 가지만 옳게 설명한 경우	60
대사성 질환만 옳게 쓴 경우	20

개념 더하기 대사성 질환

- 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환이다.
- 합병증을 유발할 수 있으며, 치료하는 데 많은 시간과 노력이 필요하다.

예 고지질혈증, 당뇨병, 고혈압

03 생태계와 상호작용

8 쪽~11 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 13 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조    14 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조  
15 해설 참조    16 (1) A의 개체수: 7, B의 개체수: 0, C의 개체수: 1 (2) 해설 참조    17 (1) (가) 2차 천이, (나) 1차 천이 (2) 해설 참조

01

답 ⑤

7, 나. '생물의 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻는다.'는 분해자만 가지는 특징이므로 ㉠에 해당하며, '스스로 무기물에서 유기물을 합성할 수 없다.'는 분해자와 소비자가 가지는 특징이므로 ㉡에 해당한다. 따라서 A는 분해자인 곰팡이, B는 소비자인 메뚜기, C는 생산자인 벼이다.

다. 곰팡이(A), 메뚜기(B), 벼(C)는 모두 생물이므로 '세포로 이루어져 있다.'는 ㉢에 해당한다.

02

답 ①

7. 같은 종의 개체들이 무리 지어 개체군을 구성한다.

오답 피하기 나. ㉠은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 것이고, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것이다. 느티나무가 광합성을 하여 공기 중의 산소 농도를 높이는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것(㉡)에 해당한다.

다. 고라니가 풀을 먹는 것은 생물요소가 다른 생물요소에 영향을 미치는 것이다.

03

답 ②

다. 식물은 토양 속 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)(㉠)을 이용하여 단백질과 같은 질소 화합물을 합성할 수 있다.

오답 피하기 7. 질소고정과 탈질산화작용에 모두 세균이 관여하므로 '세균이 관여한다.'는 A와 B에 모두 나타나는 특징이다. 토양 속 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)이 질소 기체(N<sub>2</sub>)로 전환되는 것은 탈질산화작용에서만 나타나는 특징이므로 특징 2 개가 나타나는 A는 탈질산화작용, 특징 1 개가 나타나는 B는 질소고정이다.

나. 탈질산화세균에 의해 탈질산화작용(A)이 일어나고, 질소고정세균에 의해 질소고정(B)이 일어난다.

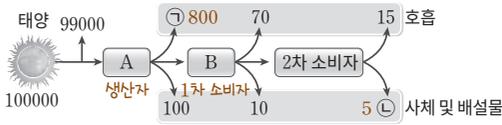
04

답 ⑤

7, 나. 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 생산자의 광합성을 통해 유기물로 합성된 뒤 탄소 화합물로 전환된다. 탄소 화합물은 생산자, 소비자, 분해자의 호흡으로 분해되어 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)의 형태로 대기나 물속으로 되돌아간다. 따라서 A는 생산자, ㉠ 과정은 호흡이다.

다. 생산자(A)의 체내에 저장된 탄소 화합물은 먹이사슬을 따라 소비자로 이동한다.

자료 분석 에너지흐름



- 생산자(A)는 광합성을 통해 태양의 빛에너지 중 1000(=100000-99000)을 유기물에 저장했다.
- 1차 소비자(B)의 에너지효율은  $\frac{1차 소비자의 에너지양}{생산자의 에너지양} \times 100 = \frac{1차 소비자의 에너지양}{1000} \times 100 = 10(\%)$ 이므로 1차 소비자(B)의 에너지양은 100이다. 생산자(A)의 에너지양이 1000이고 1차 소비자(B)에 100을, 사체 및 배설물로 100을 전달했으므로 ㉠은 800(=1000-(100+100))이다.
- 1차 소비자(B)에서 2차 소비자로 이동한 에너지양은 20(=100-(70+10))이므로 ㉡은 5(=20-15)이다.

- ㄴ. 2차 소비자의 에너지효율은  $\frac{2차 소비자의 에너지양}{1차 소비자의 에너지양} \times 100 = \frac{20}{100} \times 100 = 20(\%)$ 이다.
- ㄷ. ㉠은 800, ㉡은 5이므로 ㉠과 ㉡을 합한 값은 805(=800(㉠)+5(㉡))이다.

오답 피하기 ㄱ. 초식동물은 1차 소비자(B)에 해당한다.

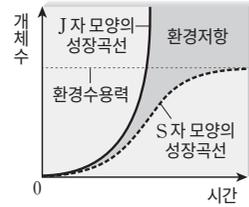
06

- ㄱ. 생태계에서 먹이사슬을 따라 에너지가 이동할 때 각 영양단계로 전달된 에너지 중 일부만 다음 영양단계로 전달되므로 상위 영양단계로 갈수록 에너지양이 감소한다.
- ㄷ. A는 일정 기간 동안 식물군집이 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량인 총생산량이고, B는 총생산량 중 생산자의 호흡량을 뺀 나머지 유기물의 총량인 순생산량이다.
- 오답 피하기 ㄴ. 생태계에서 1차 소비자와 2차 소비자의 개체수는 포식과 피식에 의한 먹이사슬로 조절된다. 따라서 (가)에서 1차 소비자의 개체수가 일시적으로 증가하면, 1차 소비자를 먹이로 하는 2차 소비자의 개체수는 증가한다.

07

- ㄷ. K는 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기인 환경수용력이다. 실제 환경에서 개체군은 환경수용력(K) 이상으로 성장할 수 없다.
- 오답 피하기 ㄱ. 개체수가 계속 증가하는 A는 J자 모양의 성장곡선, 개체수가 일정 크기 이상 성장하지 않는 B는 S자 모양의 성장곡선이다.
- ㄴ. B는 실제 환경에서의 개체군성장곡선이므로  $t_1$ 과  $t_2$ 에서 모두 환경저항이 작용한다.

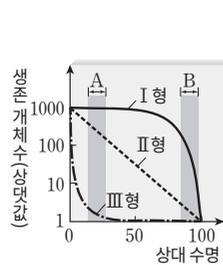
개념 더하기 개체군성장곡선



- 개체군성장은 개체군 내의 개체수가 시간에 따라 증가하는 것이다.
- 개체가 번식하기 이상적인 환경에서 개체군은 계속 성장한다. → J자 모양의 성장곡선
- 실제 환경에서는 개체수가 증가하면 먹이와 서식 공간이 부족해지고 경쟁이 심해지며, 노폐물이 축적되는 등의 환경저항이 커져 개체군이 일정 크기 이상으로 성장하지 않는다. → S자 모양의 성장곡선
- 환경수용력: S자 모양의 성장곡선에서 주어진 환경에서 서식할 수 있는 개체군의 최대 크기이다.

08

자료 분석 개체군생존곡선



종	특징	유형
(가)	?	II형
(나)	한 번에 적은 수의 자손을 낳으며 초기 사망률이 낮다.	㉠ I형
(다)	한 번에 많은 수의 자손을 낳으며 초기 사망률이 높다.	㉡ III형

- 한 번에 적은 수의 자손을 낳지만 초기 사망률이 낮은 유형은 I형이다. → ㉠은 I형이다.
- 한 번에 많은 수의 자손을 낳으며 초기 사망률이 높은 유형은 III형이다. → ㉡은 III형이다.

ㄱ. ㉠은 I형이다.

- 오답 피하기 ㄴ. 사람의 개체군생존곡선은 I형(㉠)과 가장 가깝다.
- ㄷ. (가)의 개체군생존곡선은 II형이고 A 시기 동안 사망한 개체수가 B 시기 동안 사망한 개체수보다 많으므로 (가)에서  $\frac{B 시기 동안 사망한 개체수}{A 시기 동안 사망한 개체수}$ 는 1보다 작다.

09

- ⑤ 빈도는 전체 방형구에서 특정 개체군의 개체가 출현하는 비율이며, 상대빈도 값이 클수록 특정 종이 출현한 방형구의 수가 많다. 따라서 상대빈도 값이 (라)보다 큰 (마)가 출현한 방형구의 수는 (라)가 출현한 방형구의 수보다 많다.

**오답 피하기** ① 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 모두 더한 값이므로 (가)~(마)의 중요치는 표와 같다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
(가)	30	5	20	55
(나)	30	20	20	70
(다)	5	24	26	55
(라)	25	25	10	60
(마)	10	26	24	60

따라서 (가)의 중요치는 55이다.

- ② 중요치가 가장 큰 개체군이 그 식물군집의 우점종이므로 중요치가 가장 큰 (나)가 이 지역의 우점종이다.
- ③ 상대밀도가 클수록 특정 개체군의 개체수가 많다. 따라서 상대밀도가 가장 작은 (다)가 개체수가 가장 적다.
- ④ 상대피도가 클수록 특정 개체군이 차지하는 면적이 크다. 따라서 상대피도가 가장 작은 (라)가 지표층 덮고 있는 면적이 가장 작다.

**10** **답** ④  
 ㄱ, ㄷ. A와 B를 단독 배양했을 때와는 다르게 혼합 배양했을 때 B는 개체수가 감소하다 사라졌으므로 A와 B 사이에 종간경쟁이 일어났다. 종간경쟁은 생태적 지위가 비슷한 개체군 사이에서 일어난다.

**오답 피하기** ㄴ. (나)에서 B의 개체수가 감소하다 사라졌으므로 경쟁배타원리가 적용되었다.

**11** **답** ②  
 ㄷ. 사자는 포식자이고, 얼룩말은 피식자이므로 사자(포식자)와 얼룩말(피식자)의 상호작용은 포식과 피식에 해당한다.

**오답 피하기** ㄱ. 기생은 두 개체군 중 한 개체군은 이익을 얻지만 다른 한 개체군은 손해를 보며, 편리공생은 두 개체군 중 한 개체군은 이익을 얻지만 다른 한 개체군은 이익도 손해도 보지 않는다. 따라서 (가)는 기생, (나)는 편리공생이고, ㉠은 '이익도 손해도 없음'이다.

ㄴ. 기생(가)과 편리공생(나)은 군집 내 개체군 사이의 상호작용에 해당한다.

**12** **답** ②  
 이 지역의 천이는 생물이 살던 곳에서 시작되는 2차 천이로 초본류 → 관목류 → 양수림 → 혼합림 → 음수림 순서로 진행된다. 따라서 A는 초본류, B는 양수림, C는 음수림이다.

ㄷ. 이 지역에서 일어난 천이는 산불이 난 뒤 생물이 살던 곳에서 시작되는 천이인 2차 천이이다.

**오답 피하기** ㄱ. A의 우점종은 초본류이다.

ㄴ. 지표면에 도달하는 빛의 세기는 양수림(B)에서가 음수림(C)에서보다 강하다.

**13**  
 (1) **예시 답안** A: 생산자, B: 분해자, 생산자(A)는 빛에너지를 이용하여 무기물에서 유기물을 합성하며, 분해자(B)는 생산자(A)나 소비자의 사체나 배설물 속의 유기물을 분해하여 필요한 물질과 에너지를 얻는다.

채점 기준	배점(%)
A와 B가 무엇인지 각각 쓰고, 그 특징을 옳게 설명한 경우	100
A와 B가 무엇인지만 각각 옳게 쓴 경우	30

(2) ㉠은 비생물요소가 생물요소에 영향을 미치는 것이고, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 영향을 미치는 것이다.

**예시 답안** • ㉠의 예: 민들레는 비옥한 토양에서 잘 자란다. 등

• ㉡의 예: 지렁이가 흙 속을 파헤치며 이동하여 토양에 공기가 잘 통하게 한다. 등

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡의 예를 모두 옳게 설명한 경우	100
㉠과 ㉡ 중 하나의 예만 옳게 설명한 경우	50

**14**  
 (1) **예시 답안** (가) 1차 소비자, (나) 3차 소비자, (다) 생산자, (라) 2차 소비자, 안정된 생태계에서는 상위 영양단계로 갈수록 생물량과 에너지양이 감소하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(가)~(라)가 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
(가)~(라)가 무엇인지만 각각 옳게 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** (가)의 에너지효율은  $\frac{200}{2000} \times 100 = 10(\%)$ 이고, (라)의 에너지효율은  $\frac{30}{200} \times 100 = 15(\%)$ 이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (라)의 에너지효율을 풀이 과정과 함께 옳게 구하여 쓴 경우	100
(가)와 (라)의 에너지효율 중 하나만 풀이 과정과 함께 옳게 구하여 쓴 경우	50
(가)와 (라)의 에너지효율을 풀이 과정 없이 옳게 쓴 경우	30

**15**  
 분서(가)는 군집 내 개체군 사이의 상호작용이고, 텃세(나)는 개체군 내 상호작용이다.

**예시 답안** (가) 분서, (나) 텃세, 분서(가)는 생태적 지위가 비슷한 술새들이 경쟁을 피하기 위한 것이며, 텃세(나)는 각 개체가 일정한 공간을 차지하고 다른 개체의 침입을 막아 지나친 경쟁을 줄이기 위한 것이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)에서 나타난 상호작용이 무엇인지 각각 쓰고, 각 상호작용이 일어난 까닭을 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)에서 나타난 상호작용이 무엇인지만 각각 옳게 쓴 경우	40

16

(1) A의 상대밀도는 50 %이고 총개체수는 20이므로 A의 전체 개체수는 10이다.

B의 상대밀도는 25 % (=100 - (50 + 25)), C의 상대밀도는 25 %이므로 B와 C의 전체 개체수는 각각 5이다. ㉠을 제외한 나머지 방형구에 있는 A의 개체수는 3, B의 개체수는 5, C의 개체수는 4이므로 ㉠에서 A~C의 개체수는 A는 7 (=10 - 3), B는 0 (=5 - 5), C는 1 (=5 - 4)이다.

(2) A와 B가 출현한 방형구의 수는 각각 3, C가 출현한 방형구의 수는 4이므로 A와 B의 상대빈도는 각각  $\frac{0.75}{2.5} \times 100 = 30(\%)$ , C의 상대빈도는 40 % (=100 - (30 + 30))이다. A와 C의 상대피도는 같고, B의 상대피도는 A의 3 배이므로 A와 C의 상대피도는 각각 20 %, B의 상대피도는 60 % (=100 - (20 + 20))이다. 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 모두 더한 값이므로 A~C의 중요치는 표와 같다.

C의 상대빈도는 40 % (=100 - (30 + 30))이다. A와 C의 상대피도는 같고, B의 상대피도는 A의 3 배이므로 A와 C의 상대피도는 각각 20 %, B의 상대피도는 60 % (=100 - (20 + 20))이다. 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 모두 더한 값이므로 A~C의 중요치는 표와 같다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
A	50	30	20	100
B	25	30	60	115
C	25	40	20	85

**예시 답안** 우점종은 중요치가 가장 큰 종이며, 중요치는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 모두 더한 값이다. A의 중요치는 100, B의 중요치는 115, C의 중요치는 85이므로 이 지역의 우점종은 중요치가 가장 큰 B이다.

채점 기준	배점(%)
우점종이 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 중요치와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
우점종이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

17

(1) 용암이 뒤덮인 곳과 같이 생물이 없던 지역에서 시작하는 군집의 변화를 1차 천이라고 하며, 기존의 식물군집이 산불, 산사태 등으로 훼손되어 대부분 사라졌지만, 다른 곳에서 유입되거나 토양 내 살아남은 식물의 뿌리나 종자 등이 자라면서 다시 시작되는 천이를 2차 천이라고 한다. 따라서 (가)는 2차 천이, (나)는 1차 천이이다.

(2) **예시 답안** 1차 천이(나)는 생물이 없던 곳에서 시작되고, 2차 천이(가)는 다른 곳에서 유입되거나 토양 내 살아남은 식물의 뿌리, 종자 등이 자라면서 시작되므로 2차 천이(가)가 1차 천이(나)보다 빠르게 진행된다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 천이 진행 속도를 그렇게 판단한 까닭을 들어 옳게 비교하여 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 천이 진행 속도만 옳게 비교하여 설명한 경우	40

II 항상성과 몸의 조절

01 신경자극전도와 시냅스전달

12 쪽 ~ 15 쪽

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

단답형·서술형 문제

- 12 (1) A: 말이집, B: 랑비에결절 (2) 해설 참조    13 (1) ㉠ K<sup>+</sup>, ㉡ Na<sup>+</sup> (2) (가) (3) 해설 참조    14 (1) 2 cm/ms (2) 4 ms (3) 해설 참조    15 해설 참조

01

답 ③

ㄱ. A는 핵을 비롯한 여러 세포소기관이 있으며, 뉴런의 생명활동을 조절하는 신경세포체이다.

ㄴ. B는 축삭돌기이다. 축삭돌기 말단에는 신경전달물질(㉡)이 들어 있는 시냅스소포가 있다.

**오답 피하기** ㄴ. 시냅스전달(㉠)은 연합뉴런(가)에서 원심성뉴런으로 일어난다.

02

답 ①

ㄱ. 신호는 감각기관 → 구심성뉴런 → 연합뉴런 → 원심성뉴런 → 반응기관 순으로 전달된다. 신호는 (가)에서 (나)로 전달되므로 (가)는 구심성뉴런, (나)는 연합뉴런이다.

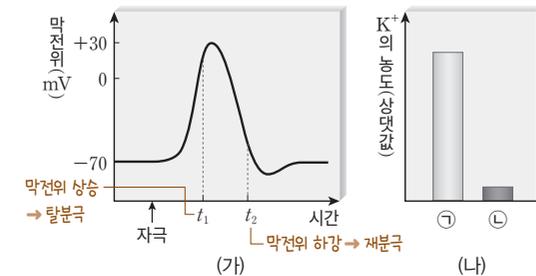
**오답 피하기** ㄴ. ㉠은 말이집으로 싸여 있는 부위이므로 ㉡에 역치 이상의 자극을 주어도 ㉠에서 활동전위가 발생하지 않는다.

ㄴ. ㉢은 신경세포체에서 짧게 뻗어 나온 돌기인 가지돌기이다.

03

답 ④

자료 분석 ● 활동전위의 발생



K<sup>+</sup>의 농도는 항상 세포 안이 세포 밖보다 높다. → ㉠은 세포 안, ㉡은 세포 밖이다.

ㄱ. ㄴ. t<sub>1</sub>일 때 Na<sup>+</sup>이 Na<sup>+</sup>통로를 통해 세포 밖(㉡)에서 세포 안(㉠)으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

**오답 피하기** ㄴ. t<sub>2</sub>일 때 막전위는 음(-)의 값이므로 상대적으로 세포 안(㉠)은 음(-)전하, 세포 밖(㉡)은 양(+)전하를 띤다.

04

답 ②

역치 이상의 자극을 받은 뒤 막 투과도가 먼저 증가하는 ㉠은 Na<sup>+</sup>이고, 이후에 막 투과도가 증가하는 ㉡은 K<sup>+</sup>이다.

ㄷ.  $t_2$ 일 때  $K^+$ (㉠)의 막 투과도가  $Na^+$ (㉡)의 막 투과도보다 높으므로  $Na^+$ (㉡)의 유입보다  $K^+$ (㉠)의 유출이 더 많이 일어난다. 따라서  $t_2$ 일 때  $K^+$ 의 유출로 막전위가 하강하는 재분극이 일어난다.

**오답 피하기** ㄱ, ㄴ.  $Na^+ - K^+$  펌프는 막전위에 관계없이  $Na^+$ 과  $K^+$ 을 세포 안팎으로 이동시킨다.  $Na^+ - K^+$  펌프에 의해  $Na^+$ (㉡)은 세포 안에서 밖으로 이동하고,  $K^+$ (㉠)은 세포 밖에서 안으로 이동한다.

**05** **답 ①**  
㉠은 이온통로를 통해 세포 안에서 밖으로 이동하므로  $K^+$ 이고, ㉡은 이온통로를 통해 세포 밖에서 안으로 이동하므로  $Na^+$ 이다. 따라서 (가)는  $K^+$ (㉡)의 유출로 막전위가 하강하는 재분극, (나)는  $Na^+$ (㉠)의 유입으로 막전위가 상승하는 탈분극이다.

ㄴ. 활동전위가 발생할 때 탈분극(나)이 일어난 뒤 재분극(가)이 일어난다.

**오답 피하기** ㄱ.  $K^+$ (㉡)의 유출에 의해 막전위가 하강하는 재분극(가)이 일어난다.

ㄷ.  $K^+$ (㉡)의 농도는 항상 세포 안이 밖보다 높다.

**06** **답 ⑤**

ㄱ.  $t$ 일 때 III에서의 막전위는 휴지전위보다 낮은  $-80\text{ mV}$ 이므로 I~III 중 III에 신경자극이 가장 먼저 도달했다. 따라서 자극을 준 지점은 (나)이다.

ㄴ, ㄷ. (나)에 자극을 주었으므로 신경자극전도는 III → II → I 순으로 일어난다. 따라서  $t$ 일 때 I에서 탈분극, II에서 재분극이 일어나므로 II에서  $K^+$ 이  $K^+$  통로를 통해 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강한다.

**개념 더하기** ⊕ 신경자극전도 과정

- 뉴런이 자극을 받으면  $Na^+$ 이 세포 안으로 확산하여 탈분극이 일어난다.
- 옆으로 이동한 양(+)이온에 의해 이웃한 부위에서  $Na^+$ 이 세포 안으로 확산하여 탈분극이 일어나고, 이전에 탈분극이 일어났던 부위에서는  $K^+$ 이 세포 밖으로 확산하여 재분극이 일어난다.
- 활동전위가 축삭돌기를 따라 연속적으로 발생하여 신경자극전도가 일어난다.

**07** **답 ②**  
ㄷ. 말미집이 있는 뉴런에서는 도약전도가 일어나므로 신경자극전도 속도는 말미집이 있는 뉴런이 말미집이 없는 뉴런보다 빠르다. 따라서 Q에 역치 이상의 자극을 주었을 때 신경자극이 P에 도달하는 시간은 시냅스전뉴런이 말미집이 있는 뉴런이고, 시냅스후뉴런이 말미집이 없는 뉴런인 (가)에서가 시냅스전뉴런과 시냅스후뉴런이 모두 말미집이 없는 뉴런인 (나)에서보다 빠르다.

**오답 피하기** ㄱ. (나)의 뉴런은 모두 말미집이 없는 뉴런이므로 도약전도가 일어나지 않는다.

ㄴ.  $Na^+$ 의 농도는 항상 세포 밖이 안보다 높다.

**08** **답 ③**  
시냅스소포는 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 있으므로 ㉠은 시냅스전뉴런이고, ㉡은 시냅스후뉴런이다.

ㄱ. 신경전달물질은 시냅스전뉴런(㉡)의 시냅스소포에 들어 있으며, 시냅스틈으로 분비된 뒤 시냅스후뉴런(㉠)의 세포막에 있는 수용체에 결합하므로 X는 신경전달물질이다.

ㄷ. 시냅스전달은 시냅스전뉴런(㉡)에서 시냅스후뉴런(㉠)으로만 일어난다.

**오답 피하기** ㄴ. 신경전달물질(X)은 시냅스후뉴런(㉠)의 세포막에 있는 수용체에 결합하여 이온통로(㉢)를 열 뿐 이온통로(㉢)를 통해 시냅스후뉴런(㉠)으로 유입되지 않는다.

**09** **답 ④**

ㄱ. ㉠은 축삭돌기 말단이며, ㉡은 신경세포체에서 짧게 뻗어나온 가지돌기이다. (나)는 신경전달물질을 시냅스틈으로 분비하는 축삭돌기 말단(㉡)의 일부이다.

ㄷ. 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단(㉡)에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포(㉢)가 있다.

**오답 피하기** ㄴ. ㉠은 시냅스후뉴런의 가지돌기이다.

**10** **답 ③**

ㄱ. 신호가 ㉠ → ㉡ 방향으로 전달되면 ㉢에 역치 이상의 자극을 주었을 때 3개의 지점에서만 활동전위가 발생할 수 없으므로 신호는 ㉡ → ㉠ 방향으로 전달된다. 따라서 ㉢은 C이고, C(㉢)에 역치 이상의 자극을 주었을 때 A, B, C에서만 활동전위가 발생한다.

ㄴ. 신호는 ㉡ → ㉠ 방향으로 전달되므로 ㉡에는 축삭돌기 말단이 있고, ㉠에는 신경세포체가 있다.

**오답 피하기** ㄷ. C(㉢)에 역치 이상의 자극을 주었을 때 시냅스전달이 일어난 뒤, 신경자극전도는 B → A 순으로 일어난다. 따라서  $t$ 일 때 신경자극이 먼저 도달할 B에서는 막전위가 하강하는 재분극이 일어나고, 신경자극이 상대적으로 늦게 도달한 A에서는 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

**11** **답 ④**

ㄱ. X를 처리하기 전 A와 B에서 모두 활동전위가 발생했으므로 자극은 시냅스전뉴런의 가지돌기에 주었으며, 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로만 일어난다. 따라서 활동전위가 먼저 발생한 ㉠은 시냅스전뉴런에 있는 B에서의 막전위 변화이고, 활동전위가 상대적으로 늦게 발생한 ㉡은 시냅스후뉴런에 있는 A에서의 막전위 변화이다.

ㄷ. X를 처리하기 전 B에서 먼저 활동전위가 발생한 뒤 A에서 활동전위가 발생하므로 A가 재분극 상태일 때 B는 분극 상태이다.

**오답 피하기** ㄴ. X를 처리한 뒤 A에서는 활동전위가 발생하지 않았지만 B에서는 X를 처리하기 전과 동일하게 활동전위가 발생했다. 따라서 X는 시냅스전달을 억제한다.

12

(1) A는 축삭돌기를 감싸고 있는 말이집이고, B는 말이집과 말이집 사이에 축삭돌기가 노출된 부분인 랭비에결절이다.

(2) 말이집(A)이 없는 뉴런에서는 축삭돌기의 모든 부위에서 활동전위가 발생하지만 말이집(A)이 있는 뉴런에서는 랭비에결절에서만 활동전위가 발생한다.

**예시 답안** A가 있는 뉴런, 말이집(A)이 있는 뉴런에서는 랭비에결절에서만 활동전위가 발생하는 도약전도가 일어나며, 말이집(A)이 없는 뉴런에서는 축삭돌기 전체에서 활동전위가 발생한다. 따라서 말이집(A)이 있는 뉴런은 말이집(A)이 없는 뉴런보다 신경자극전도 속도가 빠르다.

채점 기준	배점(%)
신경자극전도 속도가 더 빠른 뉴런을 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
신경자극전도 속도가 더 빠른 뉴런만 옳게 쓴 경우	30

13

(1) 이온통로를 통해 세포 안에서 밖으로 이동하는  $\ominus$ 은  $K^+$ 이고, 세포 밖에서 안으로 이동하는  $\oplus$ 은  $Na^+$ 이다.

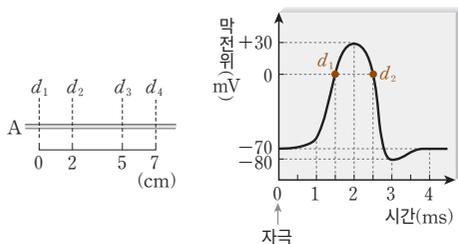
(2) 구간 I은  $K^+$ ( $\ominus$ )의 유출에 의한 재분극 상태이고, 구간 II는  $Na^+$ ( $\oplus$ )의 유입에 의한 탈분극 상태이다. 따라서 신경자극은 구간 II보다 I에 먼저 도달했으므로 자극을 준 지점은 (가)이다.

(3) **예시 답안** 구간 I에서  $K^+$ ( $\ominus$ )이  $K^+$ 통로를 통해 세포 밖으로 확산하여 막전위가 하강하는 재분극이 일어나고, 구간 II에서  $Na^+$ ( $\oplus$ )이  $Na^+$ 통로를 통해 세포 안으로 확산하여 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

채점 기준	배점(%)
구간 I과 II에서 일어나는 막전위의 변화를 $\ominus$ 과 $\oplus$ 의 이동과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
구간 I과 II에서 일어나는 막전위 변화만 옳게 설명한 경우	30

14

**자료 분석** 신경자극전도와 막전위 변화



- 자극을  $d_3$ 에 줬으므로  $d_1$ 보다  $d_2$ 에 신경자극이 먼저 도달하며,  $t$ 일 때  $d_1$ 과  $d_2$ 에서의 막전위는 모두 0 mV이다.  $\rightarrow t$ 일 때  $d_2$ 에서는 재분극,  $d_1$ 에서는 탈분극이 일어나고 있다.
- $d_1$ 과  $d_2$  사이의 거리는 2 cm이고, (나)에서 자극을 받은 뒤 경과된 시간이 1.5 ms일 때와 2.5 ms일 때 막전위가 0 mV가 되므로 신경자극이  $d_2$ 에서  $d_1$ 로 전도되는 데 걸린 시간은 1 ms이다.  $\rightarrow A$ 의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다.

(1) A의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다.

(2)  $d_3$ 에서 3 cm 떨어져 있는  $d_2$ 까지 신경자극이 전도되는 데 걸린 시간은 1.5 ms이고,  $t$ 일 때  $d_2$ 는 자극을 받고 시간이 2.5 ms 지난 상태이므로  $t$ 는 4 ms이다.

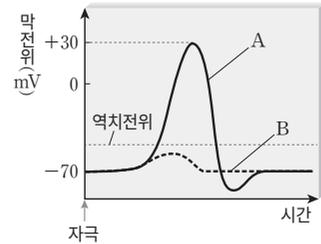
(3)  $d_4$ 에 역치 이상의 자극을 1 회 주고 경과된 시간이 4 ms( $t$ )일 때  $d_2$ 는 자극을 받고 시간이 1.5 ms가 지난 상태이므로 막전위는 0 mV이고 탈분극이 일어나고 있으며,  $d_3$ 은 자극을 받고 시간이 3 ms가 지난 상태이므로 막전위는 -80 mV이고 과분극이 일어나고 있다.

**예시 답안**  $d_2$ 에서는  $Na^+$ 의 막 투과도가  $K^+$ 의 막 투과도보다 높고,  $d_3$ 에서는  $K^+$ 의 막 투과도가  $Na^+$ 의 막 투과도보다 높다.

채점 기준	배점(%)
$d_2$ 와 $d_3$ 모두에서 $K^+$ 의 막 투과도와 $Na^+$ 의 막 투과도를 비교하여 옳게 설명한 경우	100
$d_2$ 와 $d_3$ 중 하나에서만 $K^+$ 의 막 투과도와 $Na^+$ 의 막 투과도를 비교하여 옳게 설명한 경우	50

15

**자료 분석** 시냅스전달에 영향을 미치는 물질



- A: 시냅스에 X를 처리하지 않았을 때, 시냅스후뉴런의 막전위가 상승하여 활동전위가 발생한다.  $\rightarrow$  시냅스전달이 정상적으로 일어난다.
- B: 시냅스에 X를 처리했을 때, 시냅스후뉴런의 막전위가 상승하지만 역치전위에 도달하지 못해 활동전위가 발생하지 않는다.  $\rightarrow$  시냅스전달이 정상적으로 일어나지 않는다.

**예시 답안** 시냅스에 X를 처리했을 때(B) 시냅스후뉴런의 막전위가 역치전위에 도달하지 못해 활동전위가 발생하지 않으므로 X는 시냅스전달을 억제한다.

채점 기준	배점(%)
X가 시냅스전달을 억제한다고 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 설명한 경우	100
X가 시냅스전달을 억제한다고만 설명한 경우	30

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

단답형·비율형 문제

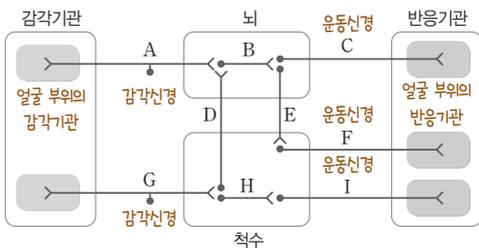
- 13 (1) A: 구심성신경, B: 체성신경계, C: 자율신경계, D: 교감신경  
 (2) 해설 참조    14 해설 참조    15 (1) X: 인슐린, ㉠ 포도당, ㉡ 글라이코젠 (2) 해설 참조    16 (1) 사이뇌의 시상하부 (2) 해설 참조    17 (1) ㉠ 뇌하수체후엽, ㉡ 콩팥 (2) ㉢ 혈장, ㉣ 오줌 (3) 해설 참조

01 답 ④  
 ㄱ. A는 뇌, B는 뇌신경, C는 척수, D는 척수신경이다. 중추신경계에 속하는 뇌(A)와 척수(C)는 연합뉴런으로 구성된다.  
 ㄴ. 말초신경계에 속하는 척수신경(D)에는 감각기관에서 받아들인 정보를 척수(C)로 전달하는 구심성신경과 척수(C)의 명령을 반응기관으로 전달하는 원심성신경이 모두 있다.  
 오답 피하기 ㄴ. 뇌신경(B)은 말초신경계에 속한다.

02 답 ①  
 ㄱ. 호흡운동의 조절 중추는 숨골이므로 A는 숨골이고, ㉢는 '×'이다. C는 체온조절 중추가 아니므로 B가 체온조절 중추인 사이뇌이고, ㉣는 '○'이다. 따라서 C는 소뇌이다.  
 오답 피하기 ㄴ. 삼투압 조절 중추는 사이뇌(B)의 시상하부이다.  
 ㄴ. '몸의 균형을 조절한다.'는 소뇌(C)의 특징이지만 ㉢는 '×'이고, 숨골(A)은 특징 (가)를 가지므로 '몸의 균형을 조절한다.'는 (가)에 해당하지 않는다.

03 답 ④

자료 분석 ④ 신호 전달 경로



- A와 G는 감각신경(구심성신경), C, F, I는 운동신경(원심성신경)이다.
- 의식적 반응은 대뇌(B)가 중추이므로 A → B → C, G → D → B → E → F의 방향으로 일어난다.
- 반사는 척수(H)가 중추이므로 A → D → H → I, G → H → I 방향으로 일어난다.

ㄴ. 음악을 듣고 노래를 따라 부르는 행동의 반응 경로는 자극(음악) → 감각기관(귀) → 청각신경 → 대뇌 → 운동신경 → 반응기관(근육) → 반응(노래를 따라 부른다.)이므로 A → B → C이다.

ㄴ. 뜨거운 주전자에 손이 닿아 급히 떼는 행동의 반응 경로는 자극(뜨거움) → 감각기관(손) → 감각신경 → 척수 → 운동신경 → 반응기관(손) → 반응(손을 떼다.)이므로 G → H → I이다.  
 오답 피하기 ㄱ. 감각신경(A)은 체성신경계에 속하지 않는다.

04 답 ③  
 ㄴ. (가)를 자극하면 심장세포에서 활동전위 발생 빈도가 감소하므로 심장박동이 억제된다. 따라서 (가)는 부교감신경이다. 이완 상태일 때 부교감신경(가)의 작용이 활성화되므로 이 사람이 이완 상태일 때가 긴장 상태일 때보다 부교감신경(가)에서 활동전위 발생 빈도가 높고, 그 결과 심장박동이 억제된다.  
 오답 피하기 ㄱ. 부교감신경(가)은 심장세포로 신경전달물질을 분비하므로 신호를 반응기관으로 전달하는 원심성신경이다.  
 ㄴ. (가)는 심장박동을 억제하는 부교감신경이므로 신경절이후 뉴런에서 심장세포로 아세틸콜린을 분비한다.

05 답 ③  
 ㄴ. A는 다리뇌 아래에 있는 숨골에서 뿜어 나오는 원심성신경이므로 부교감신경이다. 부교감신경(A)은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길므로 ㉣에 아세틸콜린이 분비되는 신경절이 있다.  
 오답 피하기 ㄱ. A는 숨골에서 뿜어 나오는 부교감신경이므로 활성화되었을 때 숨관가지를 수축하는 반응이 일어나는 ㉠이고, 부교감신경(㉠, A)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 숨골에 있다. 척수에서 나오는 교감신경인 B는 ㉡이며, 교감신경(㉡, B)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다.  
 ㄴ. 교감신경(㉡, B)의 신경절이후 뉴런에서는 신경전달물질로 노르에피네프린이 분비된다.

06 답 ⑤  
 ㄴ. (나)는 내분비세포에서 분비된 물질이 B로 분비되어 운반된 뒤 세포 ㉠에 작용하므로 호르몬에 의한 신호 전달이고, B는 호르몬이 분비되는 혈관이다.  
 ㄴ. 세포 ㉠은 내분비세포에서 분비된 특정 호르몬에 결합하는 수용체를 가지는 표적세포이다.  
 오답 피하기 ㄱ. (가)는 뉴런이 연결된 세포에 신호가 전달되므로 신경계에 의한 신호 전달이다. 따라서 A는 뉴런에서 분비되는 신경전달물질이다.

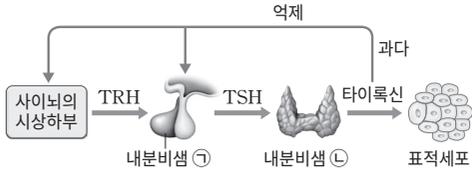
07 답 ③  
 ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 호르몬이므로 내분비샘에서 혈관으로 분비되어 혈액을 따라 이동한다.  
 ㄴ. A는 갑상샘, B는 부신속질, C는 뇌하수체이고, A~C는 모두 호르몬을 분비하므로 내분비계를 구성한다.  
 오답 피하기 ㄴ. 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘(A)을 자극하므로 다른 내분비샘을 자극하는 ㉡은 갑상샘자극호르몬(TSH)이다.

혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 뇌하수체전엽의 작용이 억제되므로 갑상샘자극호르몬(TSH)㉠의 분비가 억제된다.

08

답 ③

자료 분석 음성피드백



- 사이뇌의 시상하부에서 분비된 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 뇌하수체전엽을 자극하여 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다. → 내분비샘 ㉠은 뇌하수체전엽이다.
- 뇌하수체전엽(㉠)에서 분비된 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진한다. → 내분비샘 ㉡은 갑상샘이다.
- 혈액 속 타이록신의 농도가 증가하면 음성피드백에 의해 사이뇌의 시상하부에서 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)의 분비가 억제되고, 뇌하수체전엽(㉠)에서 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제된다. → 갑상샘(㉡)에서 타이록신의 분비가 억제되어 혈액 속 타이록신의 농도가 감소한다.

③ 타이록신의 혈액 속 농도가 증가하면 타이록신은 시상하부와 뇌하수체전엽(㉠)에 작용하여 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비를 억제한다.

오답 피하기 ① 타이록신의 혈액 속 농도는 음성피드백에 의해 조절되어 일정하게 유지된다.

② 타이록신은 표적세포에 작용하여 물질대사를 촉진한다.

④ 사이뇌의 시상하부에서 분비되는 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)은 뇌하수체전엽(㉠)을 자극하여 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비를 촉진한다.

⑤ 뇌하수체전엽(㉠)에서 분비되는 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘(㉡)을 자극하여 타이록신의 분비를 촉진한다.

09

답 ①

ㄱ. 포도당을 섭취하여 혈당량이 높아진 뒤 A는 혈당량이 정상 범위로 감소했고, B는 혈당량이 정상 범위보다 더 감소했다. 따라서 호르몬 ㉠은 인슐린이고, B는 이자에서 혈당량을 감소시키는 인슐린(㉠)이 A보다 과다하게 분비된다. 인슐린(㉠)은 이자의 β세포에서 분비된다.

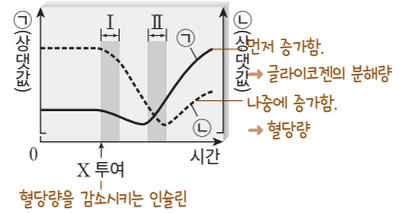
오답 피하기 ㄴ. 인슐린(㉠)은 혈당량이 높을 때 분비되므로, A의 혈액 속 인슐린(㉠) 농도는 혈당량이  $t_1$ 일 때보다 낮은  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 낮다.

ㄷ. 인슐린(㉠)은 간에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되어 저장되는 과정을 촉진한다. 따라서 A와 B 모두 간에 저장되는 글라이코젠의 양은 혈당량이 높아 인슐린(㉠)의 농도가 높은  $t_1$ 일 때가 인슐린(㉠) 분비량이 낮은  $t_2$ 일 때보다 많다.

10

답 ②

자료 분석 혈당량 조절



- X를 투여하면 혈당량과 간에서 글라이코젠 분해량이 모두 감소한다. → X는 혈당량을 감소시키는 인슐린이다.
- 간에서 글라이코젠의 분해가 촉진되면 혈액으로의 포도당 방출이 촉진되어 혈당량이 증가한다. → ㉠이 먼저 증가한 뒤 ㉡이 증가하므로 ㉠은 글라이코젠의 분해량, ㉡은 혈당량이다.

ㄴ. X는 이자에서 분비되는 인슐린이다. 인슐린(X)은 간에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 과정을 촉진한다.

오답 피하기 ㄱ. 혈당량이 정상 수준보다 낮아지면 글루카곤의 작용으로 간에서 글라이코젠의 분해와 포도당 방출이 촉진되고, 이에 따라 혈당량이 증가한다. 따라서 II에서 먼저 증가한 ㉠은 단위 시간당 간에서 글라이코젠의 분해량이고, 나중에 증가한 ㉡은 혈당량이다.

ㄷ. 혈당량(㉡)이 낮을 때 분비되어 혈당량(㉡)을 증가시키는 글루카곤은 이자의 α세포에서 분비된다. 혈당량(㉡)은 II에서 I에서보다 낮으므로 단위 시간당 이자의 α세포에서의 글루카곤 분비량은 II에서 I에서보다 많다.

11

답 ②

ㄴ. 체온조절 중추 X의 온도가 증가하면 ㉠은 감소하므로 ㉠은 저온 자극을 받으면 증가하고, 고온 자극을 받으면 감소하는 열 발생량이다. 골격근이 수축하기 위해 세포호흡이 일어나므로 골격근이 떨리면 열 발생량(㉠)이 증가한다.

오답 피하기 ㄱ. 체온조절 중추 X는 사이뇌의 시상하부이다.

ㄷ.  $T_2$ 일 때가  $T_1$ 일 때보다 사이뇌의 시상하부(X) 온도가 높으므로 고온 자극을 받아 피부 근처 혈관이 확장되어 있다. 따라서 단위 시간당 피부 근처 혈관을 흐르는 혈액량은  $T_2$ 일 때가  $T_1$ 일 때보다 많고, 피부를 통한 열 발산량도 많다.

12

답 ④

ㄴ. A는 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 조절하는 항이뇨호르몬(ADH)이다. 혈장 삼투압이 같은 조건에서 ㉠일 때는 정상 상태일 때보다 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)(A)의 농도가 높으므로 콩팥에서 재흡수되는 물의 양이 많다. 따라서 ㉠은 전체 혈액량이 정상보다 감소한 상태이다.

ㄷ. P일 때 혈액 속 항이뇨호르몬(ADH)(A)의 농도는 ㉠일 때가 정상 상태일 때보다 높으므로 생성되는 오줌 삼투압도 ㉠일 때가 정상 상태일 때보다 높다.

오답 피하기 7. ㉔는 항이노호르몬(ADH)(A)을 분비하는 뇌하수체후엽이다. 삼투압 조절 중추는 사이뇌의 시상하부이다.

13

(1) 사람의 말초신경계는 감각기관에서 받아들인 정보를 중추로 전달하는 구심성신경(A)과 중추의 명령을 반응기관으로 전달하는 원심성신경으로 구분하며, 원심성신경은 골격근과 연결되어 주로 의식적인 몸의 움직임을 조절하는 체성신경계(B)와 혈관, 내분비샘, 내장기관 등에 연결되어 항상성 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절하는 자율신경계(C)로 구분한다. 자율신경계(C)에는 길항작용을 하는 교감신경(D)과 부교감신경이 있다.

(2) 예시답안 B(체성신경계)는 골격근과 연결되어 주로 의식적인 몸의 움직임을 조절하고, C(자율신경계)는 혈관, 내분비샘, 내장기관 등에 연결되어 항상성 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절한다.

채점 기준	배점(%)
B의 반응기관과 역할, C의 반응기관과 역할을 모두 옳게 설명한 경우	100
B의 반응기관과 역할, C의 반응기관과 역할 중 하나만 옳게 설명한 경우	50

14

예시답안 (가) 부교감신경, (나) 교감신경, (가)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길고, (나)는 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다. (가)는 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런에서 모두 아세틸콜린이 신경전달물질로 분비되며, (나)는 신경절이전 뉴런에서는 아세틸콜린이, 신경절이후 뉴런에서는 노르에피네프린이 신경전달물질로 분비된다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)가 무엇인지 각각 쓰고, (가)와 (나)의 차이점을 두 가지 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)가 무엇인지 각각 쓰고, (가)와 (나)의 차이점을 한 가지만 옳게 설명한 경우	70
(가)와 (나)가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

15

(1) 식사한 뒤에는 혈당량이 증가하므로 이자에서 인슐린(X)의 분비가 촉진된다. 인슐린(X)의 분비가 촉진되면 간에서 포도당(㉔)이 글라이코젠(㉕)으로 전환되는 과정과 근육세포 등에서 혈액 속 포도당이 흡수되는 것을 촉진하므로 혈당량이 감소한다.

(2) 예시답안 인슐린(X)의 분비가 촉진되면 간에서 포도당(㉔)이 글라이코젠(㉕)으로 합성되는 과정과 혈액 속 포도당(㉔)이 세포로 흡수되는 것을 촉진하므로 혈당량이 감소한다.

채점 기준	배점(%)
X의 분비가 촉진되었을 때 일어나는 혈당량 조절 과정을 X의 역할과 관련지어 옳게 설명한 경우	100
X의 분비가 촉진되었을 때 일어나는 혈당량 조절 과정만 옳게 설명한 경우	50

16

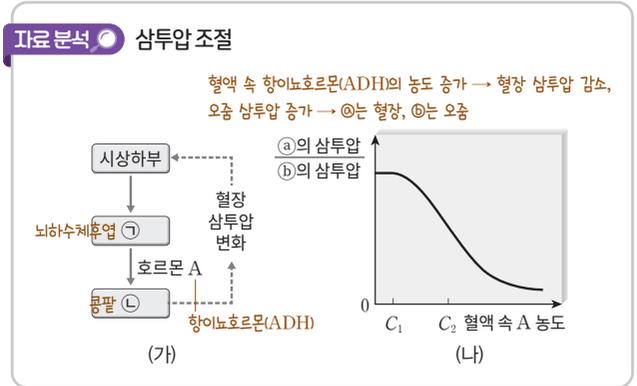
(1) 체온조절 중추 (가)는 사이뇌의 시상하부이다.

(2) 사이뇌의 시상하부(가)가 저온 자극을 감지하면 골격근을 수축시켜 떨리게 하여 열 발생량이 증가하고, 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시키면 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 감소하여 몸 표면을 통한 열 발산량이 감소한다.

예시답안 ㉔에서는 사이뇌의 시상하부(가)가 골격근을 떨리게 하여 열 발생량이 증가한다. ㉕에서는 사이뇌의 시상하부(가)가 교감신경의 작용을 활성화하여 피부 근처 혈관을 수축시켜 열 발산량이 감소한다.

채점 기준	배점(%)
㉔과 ㉕에 의한 체온조절 과정을 중추 (가)와 자율신경계의 작용, 열 발산량, 열 발생량을 모두 포함하여 옳게 설명한 경우	100
㉔과 ㉕에 의한 체온조절 과정을 중추 (가)와 자율신경계의 작용, 열 발산량, 열 발생량 중 일부만 포함하여 옳게 설명한 경우	50

17



(1) A는 사이뇌의 시상하부에 의해 분비량이 조절되며, 혈장 삼투압을 조절하는 항이노호르몬(ADH)이다. 항이노호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽(㉔)에서 분비되고, 콩팥(㉕)에 작용하여 물의 재흡수를 촉진한다.

(2) 항이노호르몬(ADH)(A)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로 혈액 속 항이노호르몬(ADH)(A)의 농도가 증가하면 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하여 혈장 삼투압은 감소하고, 오줌 삼투압은 증가한다. 따라서 ㉔는 혈장이고, ㉕는 오줌이다.

(3) C<sub>2</sub>일 때가 C<sub>1</sub>일 때보다 항이노호르몬(ADH)(A)의 농도가 높으므로 단위 시간당 콩팥에서 물의 재흡수량이 많다.

예시답안 C<sub>2</sub>일 때가 C<sub>1</sub>일 때보다 단위 시간당 콩팥에서 물의 재흡수량이 많아 오줌양이 적고, 오줌 삼투압이 높다.

채점 기준	배점(%)
C <sub>1</sub> 일 때와 비교하여 C <sub>2</sub> 일 때의 특징을 오줌양, 물의 재흡수량, 오줌 삼투압을 모두 이용하여 옳게 설명한 경우	100
C <sub>1</sub> 일 때와 비교하여 C <sub>2</sub> 일 때의 특징을 오줌양, 물의 재흡수량, 오줌 삼투압 중 두 가지만 이용하여 옳게 설명한 경우	60
C <sub>1</sub> 일 때와 비교하여 C <sub>2</sub> 일 때의 특징을 오줌양, 물의 재흡수량, 오줌 삼투압 중 한 가지만 이용하여 옳게 설명한 경우	30

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

단답형·비율형 문제

- 13 (1) ㉔ 독감, ㉕ 수면병 (2) 해설 참조 14 (1) 식세포작용  
 (2) 해설 참조 15 (1) (가) A형, (나) AB형, (다) O형 (2) 해설  
 참조 16 해설 참조

01 [답] ① (가)는 병원체가 세균인 감염성질환, (나)는 비감염성질환, (다)는 병원체가 바이러스인 감염성질환이다.

ㄱ. (가)의 병원체인 세균은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 없는 단세포생물이다.

[오답 피하기] ㄴ. 바이러스에 의한 감염성질환은 항바이러스제를 이용하여 치료한다.

ㄷ. (가)와 (다)는 모두 감염성질환이고, (나)는 비감염성질환이다.

02 [답] ③ ㄱ. 감기, 수면병, 콜레라는 모두 감염성질환이고, 고혈압은 비감염성질환이다. 따라서 ‘병원체에 감염되어 나타나는가?’는 (가)에 해당한다.

ㄴ. 수면병의 병원체인 원생동물에는 막으로 둘러싸인 세포소기관이 있지만, 감기의 병원체인 바이러스와 콜레라의 병원체인 세균에는 모두 막으로 둘러싸인 세포소기관이 없다. 따라서 ‘병원체에 막으로 둘러싸인 세포소기관이 있는가?’는 (나)에 해당한다.

[오답 피하기] ㄷ. 감기의 병원체인 바이러스는 세포로 이루어져 있지 않고, 콜레라의 병원체인 세균은 세포로 이루어져 있다.

03 [답] ① ㄱ. 침과 눈물에는 세균의 번식을 억제하는 항균성단백질이 들어 있다.

[오답 피하기] ㄴ. 침의 농도가 0.01일 때에는 X가 번식하지만, 눈물의 농도가 0.01일 때에는 X가 번식하지 않으므로 눈물이 침보다 X를 효과적으로 제거한다.

ㄷ. 침과 눈물에 들어 있는 X의 번식을 억제하는 물질(㉔)에 의한 X의 번식 억제는 선천면역에 해당한다.

04 [답] ㄷ ㉔은 큰포식세포, ㉕은 보조 T림프구, ㉖은 세포독성 T림프구이다.

ㄷ. X에 감염된 뒤 P에서 큰포식세포(㉔)가 식세포작용으로 X를 분해하여 항원 조각을 제시했으며, 이를 인식한 보조 T림프구(㉕)의 도움을 받아 증식한 세포독성 T림프구(㉖)가 X에 감염된 세포를 직접 제거하는 세포성면역이 일어났다.

[오답 피하기] ㄱ. ㉕은 보조 T림프구이다.  
 ㄴ. 세포독성 T림프구(㉖)는 항체를 분비하지 않으며, 독성 물질을 분비하여 병원체에 감염된 세포를 제거한다.

05 [답] ⑤

ㄱ, ㄴ. 보조 T림프구는 후천면역에 관여하므로 보조 T림프구가 결핍된 생쥐에서 선천면역은 정상적으로 일어난다. B에서 X의 수는 점차 줄어들지만 A에서는 X의 수가 계속 증가하므로 A는 보조 T림프구가 결핍된 생쥐이고, B는 정상 생쥐이다.

ㄷ. 보조 T림프구는 체액성면역에 관여하므로 t일 때 X에 대한 혈액 속 항체 농도는 정상 생쥐(B)에서가 보조 T림프구가 결핍된 생쥐(A)에서보다 높다.

06 [답] ⑤

㉔은 보조 T림프구, ㉕은 B림프구이다. 항원 X가 몸속에 침입하면 큰포식세포는 식세포작용으로 항원 X를 분해하여 세포 표면에 항원 조각을 제시한다. 보조 T림프구(㉔)는 이 항원 조각을 인식하여 증식하고, 보조 T림프구(㉔)의 도움으로 B림프구(㉕)가 기억세포와 형질세포로 분화한다. 형질세포는 항원 X와 특이적으로 결합할 수 있는 항체 X를 생성하여 체액으로 분비한다.

07 [답] ④

자료 분석 ● 혈액형 판정

구분	응집소 α	응집소 β	Rh 응집소
	항A 혈청	항B 혈청	항Rh 혈청
(가) B형 Rh <sup>-</sup> 형	-	+	-
(나) A형 Rh <sup>-</sup> 형	+	㉔ -	+
(다) O형 Rh <sup>+</sup> 형	-	㉔ -	㉕ +
(라) AB형 Rh <sup>-</sup> 형	+	+	-

(+: 응집함, -: 응집 안함)

- (가)는 B형, Rh<sup>-</sup>형이고, (라)는 AB형, Rh<sup>-</sup>형이다.
- (나)의 혈액에는 응집원 A가 있고, (다)의 혈액에는 응집원 A가 없다. → (가)~(라)의 ABO식 혈액형은 서로 다르므로 (나)는 A형, (다)는 O형이다. 따라서 ㉔은 ‘-’, ㉕은 ‘+’이다.
- (나)와 (다)의 Rh식 혈액형은 모두 Rh<sup>+</sup>형이다.

ㄱ. ㉔은 ‘-’, ㉕은 ‘+’이다.

ㄷ. (가)의 혈액과 (다)의 혈장을 섞으면 (가)의 응집원 B와 (다)의 응집소 β가 결합하여 응집반응이 일어난다.

[오답 피하기] ㄴ. (다)의 혈액에는 Rh 응집원이 있지만, (라)의 혈액에는 Rh 응집원이 없다.

08 [답] ③

ㄱ. (가)의 혈액을 항B 혈청에 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않으므로 (가)의 혈액에는 응집원 B가 없다. 따라서 ㉔은 A, ㉕은 β이고, (가)의 ABO식 혈액형은 A형이다.

ㄴ. (나)의 혈액에는 응집원 A(㉔)가 없고, 응집소 β(㉕)가 있으므로 (나)의 ABO식 혈액형은 O형이다. (다)의 혈액을 항A 혈청과 섞었을 때 응집반응이 일어나지만 항B 혈청과 섞었을 때는 응집반응이 일어나지 않으므로 (다)의 ABO식 혈액형은 A형이다. 따라서 (나)와 (다)의 혈액에는 모두 응집소 β가 있다.

**오답 피하기** ㄷ. (가)의 혈장에는 응집소 β가 있지만 (나)의 적혈구에는 응집원 A와 응집원 B가 모두 없으므로 (가)의 혈장과 (나)의 적혈구를 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.

**09** **답** ⑤  
 형질세포는 분화가 완료된 세포이므로 기억세포로 분화할 수 없다. 따라서 ㉠은 기억세포, ㉡은 형질세포이다.

ㄱ. 구간 I에서는 선천면역인 식세포작용이 일어난다.  
 ㄴ. 구간 II에서 항원 조각을 인식하여 증식한 보조 T림프구의 도움으로 X에 대한 B림프구가 기억세포(㉠)와 형질세포(㉡)로 분화하고, 형질세포(㉡)가 항체를 생성하여 분비한다.  
 ㄷ. (가)는 2차 면역반응에서 일어나는 과정이므로 구간 III에서 일어난다.

**10** **답** ⑤  
 ㄱ, ㄴ. 백신을 접종하면 병원체 X에 대한 1차 면역반응이 일어나 B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화하므로 A는 기억세포이다. 이후 병원체 X에 감염됐을 때 1차 면역반응에서 생성된 기억세포(A)에 의해 2차 면역반응이 일어난다.

ㄷ. 과정 ㉠에서 형질세포가 분비한 항체가 병원체 X와 결합하는 항원항체반응이 일어나고, 이로 인해 병원체 X가 제거된다.

**11** **답** ①  
 ㄱ. (나)의 II에서 X에 대한 항체가 생성되었으므로, 항체를 이용하여 병원체를 제거하는 체액성면역이 일어났다.

**오답 피하기** ㄴ. 형질세포는 분화가 완료된 세포이므로 기억세포로 분화할 수 없다.

ㄷ. (나)의 II에서 분리한 혈장에는 X에 대한 항체는 있지만 X에 대한 기억세포는 없다. 따라서 (라)의 III에서는 2차 면역반응이 일어나지 않았다.

**12** **답** ④  
 X는 독성을 약화한 병원체를 이용하여 만드는 약독화 생백신이다.  
 ㄴ. 약독화 생백신(X)은 약화한 병원체의 독성이 되살아나 위험할 수 있다는 단점이 있다.

ㄷ. 약독화 생백신(X)을 주사하면 일반적인 감염과 유사하게 병원체가 몸속에서 증식하여 면역반응을 일으킨다.

**오답 피하기** ㄱ. X는 약독화 생백신이다. 불활성화 백신은 열이나 화학 약품으로 완전히 죽인 병원체를 이용하여 만든다.

**13**  
 (1) 독감의 병원체는 바이러스, 수면병과 말라리아의 병원체는 모두 원생생물, 결핵의 병원체는 세균, 무좀의 병원체는 곰팡이이다. 세균과 바이러스는 모두 핵막이 없고, 곰팡이와 원생생물은 모두 핵막이 있다. 따라서 ㉠은 '아니오', ㉡은 '예'이고, ㉢는 독감, ㉣는 수면병이다.

(2) **예시 답안** 독감(㉢)의 병원체는 바이러스이므로 독감(㉢)은 항바이러스제를 이용하여 치료하지만, 결핵의 병원체는 세균이므로 결핵은 항생제를 이용하여 치료한다.

채점 기준	배점(%)
독감(㉢)과 결핵의 치료 방법에 따른 차이점을 병원체의 종류와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
독감(㉢)과 결핵의 치료 방법만 옳게 설명한 경우	50

**14**  
 (1) ㉠은 큰포식세포이며, (가)에서 큰포식세포(㉠)가 병원체를 세포로 들여와 분해하는 식세포작용이 일어난다.

(2) **예시 답안** 보조 T림프구, 보조 T림프구(㉡)는 큰포식세포(㉠)가 세포 표면에 제시한 항원 조각을 인식하여 증식한다. 증식한 보조 T림프구(㉡)의 도움으로 세포성면역에서는 세포독성 T림프구가 증식하고, 체액성면역에서는 B림프구가 형질세포와 기억세포로 분화한다.

채점 기준	배점(%)
㉡이 무엇인지 쓰고, 후천면역에서 ㉡의 역할을 옳게 설명한 경우	100
㉡이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

**15**

**자료 분석** **혈액의 응집반응**

구분	B형 또는 O형		
	AB형 (나)	O형 (다)	O형 (라)
응집소 α X	×	○	○
응집소 β Y	×	○	?

(○: 있음, ×: 없음)

- 항A 혈청에는 응집소 α가 있으며, (가)의 혈액을 항A 혈청과 섞었을 때 응집반응이 일어났으므로 (가)에는 응집원 A가 있다. → X는 응집소 α, Y는 응집소 β이고, (가)의 ABO식 혈액형은 A형이다.
- (나)에는 응집소 α(X)와 응집소 β(Y)가 모두 없으므로 (나)의 ABO식 혈액형은 AB형이다.
- (다)에는 응집소 α(X)와 응집소 β(Y)가 모두 있으므로 (다)의 ABO식 혈액형은 O형이다.
- (라)에는 응집소 α(X)가 있으므로 (라)의 ABO식 혈액형은 B형 또는 O형이다.

(2) **예시 답안** (나)의 혈장에는 응집소 α와 응집소 β가 모두 없으므로 (라)의 적혈구와 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않는다.

채점 기준	배점(%)
응집반응이 일어나지 않는 까닭을 (가)의 혈장에 응집소 α와 응집소 β가 모두 없기 때문이라고 설명한 경우	100
응집반응이 일어나지 않는다고만 설명한 경우	50

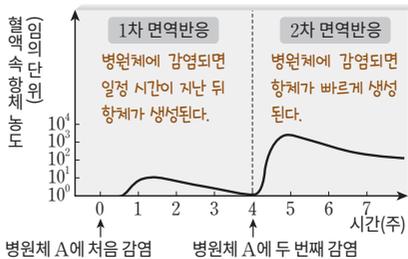
**예시 답안** ㉔ X에 대한 B림프구가 분화한 기억세포, ㉕ 혈장, ㉖에 ㉔를 주사했을 때는 혈액 속 항체 농도에 변화가 없었지만, 이후 X를 주사했을 때 2차 면역반응이 일어나 많은 양의 항체가 빠르게 생성되었으므로 ㉔는 X에 대한 B림프구가 분화한 기억세포이다. ㉖에 ㉕를 주사했을 때는 혈액 속 항체 농도가 약간 상승했으며, 이후 X를 주사했을 때 1차 면역반응이 일어나 상대적으로 적은 양의 항체가 생성되었으므로 ㉕는 X에 대한 항체가 들어 있는 혈장이다.

채점 기준	배점(%)
㉔와 ㉕가 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 실험 결과를 포함하여 옳게 설명한 경우	100
㉔와 ㉕가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

**개념 더하기** 백신의 작용 원리

백신은 특정 병원체에 대한 1차 면역반응을 인위적으로 안전하게 일으켜 기억세포를 생성하게 한다.

<b>1차 면역반응</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리 몸에 특정 병원체가 처음 침입했을 때 일어나는 면역반응이다.</li> <li>• B림프구가 기억세포와 형질세포로 분화하고, 형질세포는 항체를 생성한다.</li> </ul>
<b>2차 면역반응</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차 면역반응이 일어난 뒤 같은 병원체가 다시 침입했을 때 일어나는 신속하고 강력한 면역반응이다.</li> <li>• 기억세포가 빠르게 증식하여 형질세포로 분화한다.</li> <li>• 처음 감염되었을 때보다 많은 항체가 빠르게 생성된다.</li> </ul>



**III 생명의 연속성과 다양성**

**01 염색체와 생식세포 형성**

24 쪽 ~ 26 쪽

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

**단답형·서술형 문제**

- 09 해설 참조    10 (가) → (다) → (마) → (라) → (나)  
11 (1) 해설 참조 (2) 해설 참조    12 (1) (가)  $2n=8$ , (나)  $2n=4$  (2) 해설 참조    13 64 가지    14 해설 참조

**01**

답 ④

㉔는 뉴클레오솜, ㉕는 DNA이다.

ㄴ. 뉴클레오솜(㉔)은 DNA(㉕)가 8 개의 히스톤 단백질을 감고 있는 구조이다.

ㄷ. 유전자는 DNA에서 유전정보를 저장하는 부분으로, 하나의 DNA(㉕)에는 수많은 유전자가 있다.

**오답 피하기** ㄱ. 하나의 염색체를 이루는 두 염색분체는 DNA가 복제되어 형성되므로 ㉔는  $a$ 이다.

**02**

답 ①

ㄱ. 핵형분석 결과 P의 세포에는 모양과 크기가 같은 23 쌍의 염색체가 있으므로 P는 성염색체로 X염색체 2 개를 가지는 여자이다.

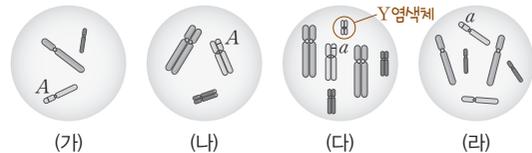
**오답 피하기** ㄴ. ㉔는  $G_1$ 기, ㉕는  $G_2$ 기, ㉖는 분열기(M기)이다. (가)의 염색체는 DNA가 복제되어 응축된 상태이므로  $G_1$ 기(㉔)에서는 관찰되지 않는다.

ㄷ. 체세포분열에서는 상동염색체의 접합이 일어나지 않는다.

**03**

답 ①

**자료 분석** 핵상과 염색체



- (가)와 (나)에는 모양과 크기가 같은 염색체가 없다. → (가)와 (나)의 핵상과 염색체 수는  $n=3$ 이다.
- (다)에는 모양과 크기가 같은 2 쌍의 염색체와 모양과 크기가 다른 염색체 1 쌍이 있고, (라)에는 모양과 크기가 같은 3 쌍의 염색체가 있다. → (다)와 (라)의 핵상과 염색체 수는  $2n=6$ 이고, (다)는 수컷의 세포, (라)는 암컷의 세포이다.
- (다)에는 A가 없으므로 (가)와 (나)는 모두 (라)와 같은 개체의 세포이다. → (가), (나), (라)는 II의 세포이고, (다)는 I의 세포이다.

ㄱ. I은 수컷이다.

**오답 피하기** ㄴ. II는 대립유전자 A와 a를 모두 가지므로 II의 생식세포는 A 또는 a를 가진다.

㉔. (가)~(라) 중 핵상이 2n인 세포는 (다)와 (라)이다.

**04** 답 ⑤

㉕. (가)에는 모양과 크기가 같은 염색체가 없으므로 (가)의 핵상은 n이다.

㉖. (가)에는 성염색체로 X염색체 또는 Y염색체 하나만 있다. 따라서 (가)에 있는 7개의 염색체 중 1개는 성염색체, 6개는 상염색체이므로 (가)의 상염색체 수/성염색체 수는 6이다.

㉗. (가)의 핵상과 염색체 수가 n=7이므로 이 동물의 체세포의 핵상과 염색체 수는 2n=14이다. 체세포분열 중기 세포에서 하나의 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 이 동물의 체세포분열 중기 세포의 염색분체 수는 28이다.

**05** 답 ㉑, ㉒

**자료 분석** 감수분열

세포	핵막 소실 여부	세포	T의 DNA 상대량을 더한 값
I	㉑ 소실됨.	I, II	6
II	소실됨.	I, IV	4
III	㉒ 소실 안 됨.	II, III	? 8
IV	소실 안 됨.	III, IV	? 6

(가) (나)

- 핵막은 감수 1분열 전기와 감수 2분열 전기에 소실되므로 G<sub>1</sub>기 세포와 G<sub>2</sub>기 세포는 핵막이 소실되지 않았으며, 감수 1분열 중기 세포와 감수 2분열 중기 세포는 핵막이 소실되었다. → II는 감수 1분열 중기 세포 또는 감수 2분열 중기 세포이고, IV는 G<sub>1</sub>기 세포 또는 G<sub>2</sub>기 세포이다.
- 유전자형이 TT인 사람에서 T의 DNA 상대량은 G<sub>1</sub>기 세포는 2, G<sub>2</sub>기 세포는 4, 감수 1분열 중기 세포는 4, 감수 2분열 중기 세포는 2이다. → I과 IV의 T의 DNA 상대량을 더한 값이 4이므로 I과 IV는 G<sub>1</sub>기 세포와 감수 2분열 중기 세포 중 하나이다. 따라서 I은 감수 2분열 중기 세포, II는 감수 1분열 중기 세포, III은 G<sub>2</sub>기 세포, IV는 G<sub>1</sub>기 세포이다.

㉑. I은 감수 2분열 중기 세포이다.

㉒. 감수 1분열 중기 세포(II)와 G<sub>1</sub>기 세포(IV)의 T의 DNA 상대량을 더한 값은 4+2=6이다.

**오답 피하기** ㉓. 감수 2분열 중기 세포(I)는 핵막이 소실되었으므로 ㉑은 '소실됨.'이고, G<sub>2</sub>기 세포(III)는 핵막이 소실되지 않았으므로 ㉒은 '소실 안 됨.'이다.

**06** 답 ㉑, ㉒

간기의 S기에 DNA가 복제되므로 G<sub>1</sub>기 세포의 DNA 상대량이 1이면 DNA가 복제되는 S기 세포의 DNA 상대량은 1~2이며, DNA 복제가 끝난 G<sub>2</sub>기 세포와 분열기(M기) 세포의 DNA 상대량은 2이다. 따라서 I에는 G<sub>1</sub>기 세포가 있고, II에는 G<sub>2</sub>기 세포와 분열기(M기) 세포가 있다.

㉕. 핵막은 분열기(M기) 중 전기에 소실되므로 I에는 핵막을 가지는 세포가 있다.

㉖. 상동염색체인 ㉑과 ㉒은 부모에게서 각각 하나씩 물려받은 것이다.

**오답 피하기** ㉗. (나)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되는 감수 1분열 중기의 세포이다.

**07** 답 ②

**자료 분석** 감수분열과 유전적 다양성

세포	대립유전자				DNA 상대량	
	㉑ B	㉒ A	㉓ d	㉔ a	A	D
ABD (가) n	○	○	?×	×	? 2	2
abD (나) n	×	?×	×	○	? 0	2
AbD (다) n	×	○	×	×	2	? 2

(○: 있음, ×: 없음.)

- (가)~(다)는 모두 P의 세포인데 (가)에 있는 ㉑이 (나)와 (다)에 없고, (가)에 없는 ㉒이 (나)에 있으므로 (가)~(다)의 핵상은 모두 n이다.
- (다)에는 A가 있으므로 ㉒은 A이다.
- 핵상이 n인 세포에서 A와 a, B와 b, D와 d는 각각 동시에 존재할 수 없다. → (가)에는 A와 D가 있으므로 ㉑은 B이며, (나)에는 D가 있으므로 ㉓은 d, ㉔은 a이다.
- 형질 ㉔에 대한 P의 유전자형은 AaBbDD이다. → a가 없는 (가)와 (다), B가 없는 (나)와 (다)는 동시에 형성될 수 없다. 따라서 (가)와 (나)가 G<sub>1</sub>기 세포 I로부터 형성된 세포, (다)는 G<sub>1</sub>기 세포 II로부터 형성된 세포이다.

㉕. 형질 ㉔에 대한 P의 유전자형은 AaBbDD이므로 P에서 a, B, D를 모두 가지는 생식세포가 형성될 수 있다.

**오답 피하기** ㉖. ㉓은 d이다.

㉗. II로부터 (다)가 형성되었다.

**08** 답 ③

㉕. 생식세포 형성 과정에서 상동염색체 쌍이 무작위로 배열되었다가 독립적으로 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 만들어진다.

㉖. 암수 생식세포가 무작위로 수정되어 유전적으로 다양한 자손이 태어난다.

**오답 피하기** ㉗. 감수분열 결과 염색체 수가 체세포의 절반인 생식세포가 형성되므로 생식세포의 수정으로 태어난 자손은 체세포 1개당 염색체 수가 부모와 같다.

**09**

**예시 답안** (나), (다), (나) 상염색체는 남녀에게 공통으로 있는 22쌍의 염색체야. (다) 상동염색체에 있는 대립유전자는 서로 같을 수도 있고 다를 수도 있어.

채점 기준	배점(%)
(나), (다)를 쓰고, 잘못된 내용을 모두 옳게 고쳐 쓴 경우	100
(나), (다)만 쓴 경우	30

10 **답** (가) → (다) → (마) → (라) → (나)  
 (가)는 간기의 세포, (나)는 말기의 세포, (다)는 전기의 세포, (라)는 후기의 세포, (마)는 중기의 세포이다.

**개념 더하기** 체세포분열 과정

간기	세포가 성장하고 DNA가 복제되며, 세포분열을 준비한다.	
분열기 (M기)	전기	염색체가 응축하고 핵막이 소실된다.
	중기	염색체가 세포 중앙에 배열된다.
	후기	염색분체가 분리되어 양극으로 이동한다.
	말기	핵막이 나타나고, 염색체가 풀어진다. 이후 세포질분열이 일어나 딸세포 2 개가 만들어진다.

11 체세포분열 결과 DNA양이 모세포와 같은 딸세포가 만들어지며, 감수분열 결과 DNA양이 모세포의 절반이 딸세포가 만들어진다.

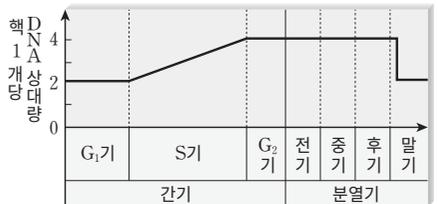
(1) **예시 답안** 감수분열, 체세포분열은 DNA가 복제된 뒤 분열이 1 회 일어나지만, 감수분열은 DNA가 복제된 뒤 분열이 연속해서 2 회 일어나기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
감수분열을 쓰고, DNA가 복제된 뒤 일어나는 분열 횟수와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
감수분열만 쓴 경우	30

(2) **예시 답안** B, A에서는 DNA가 복제되므로 염색체 수에 변화가 없고, B에서는 감수 1분열 후기에 상동염색체가 분리되므로 세포당 염색체 수가 반으로 감소하며, C에서는 감수 2분열 후기에 염색분체가 분리되므로 염색체 수에 변화가 없다.

채점 기준	배점(%)
B를 쓰고, A~C에서 일어나는 염색체 수 변화와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
B만 쓴 경우	30

**개념 더하기** 체세포분열에서 DNA양 변화



체세포분열에서는 S기에 DNA가 복제된 뒤 분열기에 염색분체가 분리되므로 DNA양이 모세포와 같은 딸세포가 만들어진다.

12

(1) (가)의 감수 1분열 중기 세포에 4 개의 2가 염색체가 존재하므로 (가)의 체세포에는 상동염색체 4 쌍이 있다. 따라서 (가)의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이다. (나)의 감수 2분열 중기 세포에는 4 개의 염색분체가 존재하므로 이 세포의 핵상과 염색체 수는  $n=2$ 이다. 따라서 (나)의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=4$ 이다.

(2) **예시 답안** (가), 그림의 세포에는 모양과 크기가 같은 염색체가 없으므로 이 세포의 핵상과 염색체 수는  $n=4$ 이다. 따라서 ㉠의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이므로 ㉠은 (가)에 해당한다.

채점 기준	배점(%)
(가)를 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 제시된 세포의 핵상, 염색체 수와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
(가)만 쓴 경우	30

13

**답** 64 가지  
 이론적으로  $n$  쌍의 상동염색체를 가진 모세포로부터  $2^n$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어질 수 있으므로 A와 B에서 각각  $8(=2^3)$  가지의 서로 다른 염색체 조합을 가진 생식세포가 만들어진다. 따라서 A와 B의 생식세포가 수정되어 태어나는 자손에서 나타날 수 있는 염색체 조합은 최대  $64(=8 \times 8)$  가지이다.

14

**예시 답안** 무성생식을 하는 생물집단에서는 모체와 유전적으로 동일한 자손이 만들어지지만 유성생식을 하는 생물집단에서는 유전적으로 다양한 자손이 만들어진다. 따라서 유성생식을 하는 생물집단이 무성생식을 하는 생물집단보다 유전적 다양성이 높아 급격한 환경 변화가 일어나도 살아남는 개체가 있을 가능성이 높다.

채점 기준	배점(%)
유성생식을 하는 생물집단에서는 유전적으로 다양한 자손이 만들어져 유전적 다양성이 높으므로 급격한 환경 변화가 일어나도 살아남는 개체가 있을 가능성이 높기 때문이라고 옳게 설명한 경우	100
유성생식을 하는 생물집단이 유전적 다양성이 높기 때문이라고만 설명한 경우	50



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

단답형·비율형 문제

- 13 해설 참조    14 해설 참조    15 (1) (가) 겉씨식물문, (나) 속씨식물문 (2) 해설 참조    16 (1) 원구 (2) 해설 참조

01 ④  
 (가)는 진화, (나)는 자연선택, (다)는 변이, (라)는 생존경쟁이다. 다윈은 생물의 진화를 자연선택으로 설명했으며, 다윈의 진화론에 따른 생물의 진화는 변이(다) → 생존경쟁(라) → 자연선택(나) → 진화(가) 순으로 일어난다.

02 ③  
 부모 세대에서 A의 수는 6, a의 수는 10이므로 A의 대립유전자빈도는  $\frac{6}{16} = \frac{3}{8}$ , a의 대립유전자빈도는  $\frac{10}{16} = \frac{5}{8}$ 이다. 자손 세대에서 A의 수는 4, a의 수는 12이므로 A의 대립유전자빈도는  $\frac{4}{16} = \frac{1}{4}$ , a의 대립유전자빈도는  $\frac{12}{16} = \frac{3}{4}$ 이다. A와 a의 대립유전자빈도가 부모 세대와 자손 세대에서 다르므로 이 개체군은 자손 세대의 유전자풀이 부모 세대와 다르다. 따라서 이개체군은 진화하고 있다.

03 ㄴ  
 ㄴ. 개체군의 크기가 작을수록 같은 사건이 일어났을 때 원래 개체군의 유전자풀과 달라질 확률이 높다. 따라서 개체군의 크기가 작을수록 병목 현상(㉠)의 효과가 크게 나타난다.  
 오답 피하기 ㄱ. 병목 현상(㉠)은 지진, 화재, 가뭄과 같은 자연재해나 질병, 남획 등으로 개체군의 크기가 갑자기 줄어들면서 대립유전자빈도가 무작위로 변하는 현상으로, 병목 현상(㉠)에 의해 새로운 대립유전자는 만들어지지 않는다.  
 ㄷ. a의 대립유전자빈도는 (가)에서  $\frac{3}{10}$  이고, (나)에서  $\frac{7}{10}$  이다.

04 ②  
 (가)는 돌연변이, (나)는 자연선택, (다)는 유전자흐름이다.  
 ㄷ. 유전자흐름(다)은 분리된 개체군 사이에서 개체가 이동하거나 생식세포가 이동할 때 특정 대립유전자가 개체군으로 들어오거나 개체군에서 나가는 현상이다.  
 오답 피하기 ㄱ. (가)는 돌연변이이다.  
 ㄴ. 자연선택(나)이 일어나면 생존에 유리한 형질을 나타나게 하는 대립유전자를 가지는 개체가 그렇지 않은 개체보다 더 많이 살아남으며, 살아남은 개체는 자신의 대립유전자를 생식세포를 통해 자손에게 전달한다. 따라서 자연선택(나)이 일어나면 생존에 유리한 형질을 나타나게 하는 대립유전자의 빈도가 증가해 개체군의 유전자풀이 변한다.

05 ④  
 ㄴ. 두 종의 유연관계가 가까울수록 최근의 분기점에서 갈라진 두 가지에 위치한다. 따라서 A와 B의 유연관계는 A와 D의 유연관계보다 더 가깝다.

ㄷ. 계통수를 작성할 때에는 생물의 형태와 발생 과정, DNA의 염기서열 등과 같은 특징을 이용할 수 있다.

오답 피하기 ㄱ. 계통수의 분기점에는 해당 분기점에서 갈라진 모든 종의 공통조상이 위치한다. 따라서 분기점 ㉠에는 C와 D의 최근 공통조상이 위치하며, C와 E의 최근 공통조상은 분기점 ㉡에 위치한다.

06 ④  
 ㄴ. (나)와 (다)의 명명자는 모두 Nakai이다.  
 ㄷ. (가)와 (라)는 속명이 *Rhododendron*으로 같으므로 (가)~(다) 중 (라)와 유연관계가 가장 가까운 생물은 (가)이다.

오답 피하기 ㄱ. (가)의 속명은 *Rhododendron*이고, 종소명은 *schlippenbachii*이다.

07 ①

자료 분석 3역 분류체계

구분	㉠	㉡	㉢	특징(㉠~㉢)
달팽이 A	○	?×	×	• 단세포생물이다. ㉢ • 유전물질은 갖는다. ㉡ • 펩티도글리칸이 포함된 세포벽을 갖는다. ㉡
대장균 B	?○	?○	○	
극호염균 C	○	×	○	

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

(나)

- 달팽이는 진핵생물역, 대장균은 세균역, 극호염균은 고균역에 속한다.
- 생물은 모두 유전물질을 가지므로 ㉠은 '유전물질을 갖는다.'이다.
- 대장균과 극호염균은 단세포생물이고, 달팽이는 다세포생물이다. 대장균은 펩티도글리칸이 포함된 세포벽을 갖는다. → ㉡은 '펩티도글리칸이 포함된 세포벽을 갖는다.', ㉢은 '단세포생물이다.'이며, A는 달팽이, B는 대장균, C는 극호염균이다.

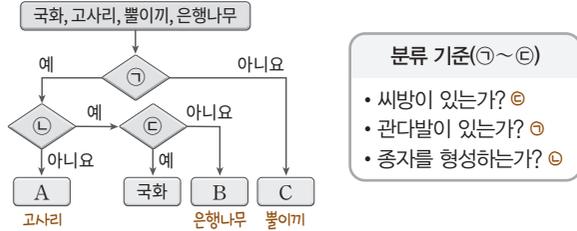
ㄱ. 달팽이(A)는 진핵생물역에 속한다.

오답 피하기 ㄴ. '단세포생물이다.'는 ㉢이다.

ㄷ. 극호염균(C)과 달팽이(A)의 유연관계는 극호염균(C)과 대장균(B)의 유연관계보다 더 가깝다.

08 ⑤  
 선태식물문은 포자로 번식하며, 관다발이 없는 비관다발식물이다. 양치식물문은 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있으며, 포자로 번식하는 비종자 관다발식물이다. 겉씨식물문은 종자로 번식하는 종자식물이며, 씨방이 없고, 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있다. 속씨식물문은 종자로 번식하는 종자식물이며, 씨방이 있고, 체관과 물관으로 이루어진 관다발이 있다. 따라서 A는 '관다발 있음.', B는 '종자 형성함.', C는 '씨방 있음.'이다.

자료 분석 식물의 분류



**분류 기준(㉠~㉢)**

- 씨방이 있는가? ㉠
- 관다발이 있는가? ㉡
- 종자를 형성하는가? ㉢

- 국화는 속씨식물문, 고사리는 양치식물문, 뽕이끼는 각태류식물문, 은행나무는 겉씨식물문에 속한다.
- 국화는 씨방과 관다발이 모두 있고 종자를 형성하며, 뽕이끼는 씨방과 관다발이 모두 없고 종자를 형성하지 않는다. 고사리는 씨방은 없지만 관다발은 있으며, 종자를 형성하지 않는다. 은행나무는 씨방은 없지만 관다발은 있으며, 종자를 형성한다. → A는 고사리, B는 은행나무, C는 뽕이끼이며, ㉠은 '관다발이 있는가?', ㉡은 '종자를 형성하는가?', ㉢은 '씨방이 있는가?'이다.

7. A는 고사리이다.

오답 피하기 ㄴ. 은행나무(B)는 겉씨식물문에 속한다.

ㄷ. ㉠은 '씨방이 있는가?'이다.

10

자료 분석 동물의 특징

구분	A 메뚜기	B 불가사리
배엽	3배엽성동물	3배엽성동물
원구의 발생	원구가 입이 됨.	원구가 항문이 됨.
체절	있음.	없음.
수관계	없음.	있음.

- 산호: 자포동물문에 속한다. 2배엽성동물이며, 몸에 체절과 수관계가 없다.
- 참새: 척삭동물문에 속한다. 3배엽성동물 중 원구가 항문이 되는 후구동물에 해당하며, 몸에 체절과 수관계가 없다.
- 메뚜기: 절지동물문에 속한다. 3배엽성동물 중 원구가 입이 되는 선구동물에 해당하며, 몸에 체절이 있고 수관계가 없다. → A는 메뚜기이다.
- 오징어: 연체동물문에 속한다. 3배엽성동물 중 선구동물에 해당하며, 몸에 체절과 수관계가 없다.
- 불가사리: 극피동물문에 속한다. 3배엽성동물 중 후구동물에 해당하며, 몸에 체절이 없고 수관계가 있다. → B는 불가사리이다.

7. 메뚜기(A)는 키틴이 포함된 단단한 외골격이 몸을 덮고 있어 성장을 위해 탈피를 한다.

ㄴ. 불가사리(B)의 유생은 몸이 좌우 대칭이지만 성체는 몸이 방사 대칭이다.

오답 피하기 ㄷ. 붕어는 척삭동물문에 속한다. 따라서 붕어와 불가사리(B)의 유연관계는 붕어와 메뚜기(A)의 유연관계보다 더 가깝다.

11

A는 몸이 질긴 큐티클층으로 싸여 있으므로 예쁜꼬마선충이며, 예쁜꼬마선충(A)은 선형동물문, 말미잘은 자포동물문, 갯지렁이는 환형동물문에 속한다. 따라서 예쁜꼬마선충(A)과 갯지렁이의 유연관계는 예쁜꼬마선충(A)과 말미잘의 유연관계보다 더 가깝다.

7. 갯지렁이(B)는 축수담륜동물에 속한다.

ㄴ. 말미잘(C)과 해파리는 모두 자포동물문에 속한다.

오답 피하기 ㄷ. 예쁜꼬마선충(A)은 성장을 위해 탈피를 하는 탈피동물에 속하지만, 갯지렁이(B)는 축수담륜동물에 속하며 탈피를 하지 않는다.

12

7. 곰, 지네, 해파리, 플라나리아 중 척추가 있는 동물은 곰이고, 축수담륜동물에 속하는 동물은 플라나리아이며, 체절이 있는 동물은 지네이다. 따라서 A는 곰, B는 지네, C는 플라나리아, D는 해파리이다.

ㄷ. 지네(B)는 발생 과정에서 외배엽, 중배엽, 내배엽을 형성하는 3배엽성동물이고, 해파리(D)는 발생 과정에서 외배엽과 내배엽을 형성하는 2배엽성동물이다.

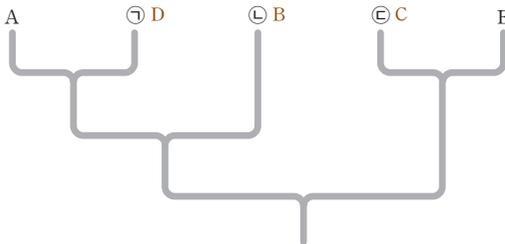
오답 피하기 ㄴ. 플라나리아(C)는 축수담륜동물에 속하므로 ㉠은 'O'이다.

개념 더하기 동물 분류군의 특징

자포동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방사 대칭 동물이고, 2배엽성동물이다.</li> <li>• 축수에 자세포가 있으며, 이를 이용하여 먹이를 잡거나 몸을 보호한다.</li> <li>• 산호, 말미잘, 해파리 등이 있다.</li> </ul>
편형동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물이며, 선구동물 중 축수담륜동물에 속한다.</li> <li>• 몸이 납작하며, 입과 내장기관은 있지만 항문은 없다.</li> <li>• 간흡충, 납작벌레, 플라나리아 등이 있다.</li> </ul>
절지동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물이며, 선구동물 중 탈피동물에 속한다.</li> <li>• 키틴이 포함된 외골격이 몸을 덮고 있어 성장을 위해 탈피를 한다.</li> <li>• 몸에 체절이 있다.</li> <li>• 나비, 지네, 메뚜기 등이 있다.</li> </ul>
척삭동물문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 좌우 대칭 동물이고, 3배엽성동물이며, 후구동물이다.</li> <li>• 발생 과정의 일부 시기 또는 일생 동안 척삭이 나타나며, 척삭동물 중에는 척삭이 척추로 바뀌는 척추동물이 있다.</li> <li>• 곰, 사람, 참새 등이 있다.</li> </ul>

**자료 분석** ④ 생물의 학명과 계통수

생물	학명	목	과
A	<i>Corvus corax</i>	참새목	? 까마귀과
B	<i>Passer domesticus</i>	참새목	참새과
C	<i>Aquila chrysaetos</i>	? 매목	수리과
D	<i>Corvus dauuricus</i>	? 참새목	까마귀과
E	<i>Haliaeetus albicilla</i>	매목	수리과



- 생물의 분류 단계는 가장 작은 단계인 종부터 속, 과, 목, 강, 문, 계, 역까지 8 단계로 이루어져 있다. → 같은 속에 속하는 생물은 같은 과, 같은 목에 속한다.
- A와 D는 속명이 *Corvus*로 같으므로 같은 속에 속한다. → A와 D는 모두 까마귀과, 참새목에 속한다.
- C와 E는 같은 수리과에 속하므로 모두 매목에 속한다.
- ㉠은 A와 유연관계가 가장 가까운 D이고, ㉡은 A, D(㉠)와 같은 참새목에 속하는 B이다. ㉢은 E와 유연관계가 가장 가까운 C이다.

**예시 답안** A와 D는 속명이 같으므로 같은 까마귀과, 참새목에 속한다. 참새목에 속하는 A, B, D 중 같은 까마귀과에 속하는 A와 D가 유연관계가 가장 가까우므로 ㉠은 D, ㉡은 B이다. 따라서 ㉢은 E와 같은 수리과에 속하는 C이다.

채점 기준	배점(%)
A~E가 속한 속, 과, 목을 근거로 각 생물의 유연관계를 분석하여 ㉠~㉢이 무엇인지 옳게 설명한 경우	100
㉠~㉢이 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

14

토끼는 진핵생물역의 동물계, 포도상구균은 세균역, 플레밍푸른곰팡이는 진핵생물역의 균계에 속한다.

**예시 답안** A: 포도상구균, B: 플레밍푸른곰팡이, C: 토끼, 플레밍푸른곰팡이에는 키틴이 포함된 세포벽이 있고, 포도상구균에는 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있으며, 플레밍푸른곰팡이와 토끼에는 모두 핵막이 있기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
A~C가 무엇인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 각 생물의 세포막 유무, 핵막 유무와 관련지어 옳게 설명한 경우	100
A~C가 무엇인지만 옳게 쓴 경우	30

**개념 더하기** ④ 3역 분류체계의 특징

세균역	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단세포생물이며, 핵막이 없다.</li> <li>• 펩티도글리칸이 포함된 세포벽이 있다.</li> </ul>	
고균역	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단세포생물이며, 핵막이 없다.</li> <li>• 펩티도글리칸이 포함되지 않은 세포벽이 있다.</li> </ul>	
진핵 생물역	식물계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다세포생물이며, 핵막이 있다.</li> <li>• 셀룰로스가 포함된 세포벽이 있다.</li> <li>• 대부분 광합성을 하며, 생태계에서 생산자의 역할을 한다.</li> </ul>
	균계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대부분 다세포생물이며, 핵막이 있다.</li> <li>• 키틴이 포함된 세포벽이 있다.</li> <li>• 다른 생물의 사체나 배설물을 분해하며, 생태계에서 분해자의 역할을 한다.</li> </ul>
	동물계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다세포생물이며, 핵막이 있다.</li> <li>• 세포벽이 없다.</li> <li>• 다른 생물을 먹이로 먹으며, 생태계에서 소비자의 역할을 한다.</li> </ul>
	원생 생물계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주로 단세포생물이며, 일부는 다세포생물이다.</li> <li>• 핵막이 있다.</li> </ul>

15

- (1) 소나무는 겉씨식물문에 속하고, 장미는 속씨식물문에 속한다.
- (2) **예시 답안** 겉씨식물문(가)은 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있으며, 속씨식물문(나)은 씨방이 있어 밑씨가 씨방에 싸여 있다. 겉씨식물문(가)은 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있고, 속씨식물문(나)은 체관과 물관으로 이루어진 관다발이 있다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 차이점을 밑씨, 관다발과 관련지어 모두 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 차이점을 밑씨, 관다발 중 하나만 관련지어 옳게 설명한 경우	50

16

- (1) 3배엽성동물은 원구의 발생에 따라 선구동물과 후구동물로 분류한다.
- (2) **예시 답안** • 공통점: (가)와 (나)는 모두 발생 과정에서 외배엽, 중배엽, 내배엽을 형성하는 3배엽성동물이다.  
• 차이점: (가)는 원구(㉠)가 입이 되는 선구동물이고, (나)는 원구(㉡)가 항문이 되는 후구동물이다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나)의 공통점과 차이점을 주어진 단어를 모두 이용하여 옳게 설명한 경우	100
(가)와 (나)의 공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 설명한 경우	50



