



고등 셀과 생명과학

# 정답과 해설

- 개념편 ..... 02
- 문제편 ..... 64



## 생명 시스템의 구성

### 01 생물과 생명과학의 특성

#### 탐구 기출 문제

| p.013 |

01 ㉔    02 ㉑ 있다 ㉒ 없다 ㉓ 하지 못한다 ㉔ 있다 ㉕ 있다

01 ㉔ 어린 개체가 세포분열을 통해 세포 수가 증가하여 몸집이 커지는 과정은 성장이며, 발생은 수정란이 새로운 개체로 형성되는 과정이다.

오답 피하기

㉑ 진화는 어느 한 개체의 유전자 변이가 아니라, 어떤 생물 집단이 오랜 세월을 걸쳐 환경 변화에 적응해 가는 과정에서 여러 세대에 걸쳐 집단의 유전적 구성이 변하는 것이다.

02 (가)는 바이러스, (나)는 동물 세포이다.

- ㉑ 바이러스는 유전물질인 핵산을 갖는다.
- ㉒ 바이러스는 세포 구조를 갖지 않으므로 세포막이 없다.
- ㉓ 바이러스는 독립적인 물질대사를 하지 못하므로 반드시 숙주세포 안에서만 물질대사를 하고, 자신의 유전물질(핵산)을 복제하여 증식한다.
- ㉔ 동물 세포에는 단백질이 있다.
- ㉕ 동물 세포에는 세포막이 있다.

#### 세미나 기출 문제

| p.015 |

01 ㉓    02 ㉕

01 ㉑ 세포호흡 과정에서 포도당을 분해할 때 방출되는 에너지를 이용하여 생명활동에 필요한 ATP를 얻는다. 세포 내에서 물질의 분해·합성 과정에서 에너지가 출입하는 것을 물질대사라고 한다.

㉒ 체온이 정상보다 올라가면 몸은 땀을 흘려 체온을 조절한다. 이때 땀에 포함된 물이 증발하면서 기화열을 빼앗아 가기 때문에 체온이 내려간다. 이러한 과정은 체내 상태를 일정하게 유지하려는 항상성의 한 예이다.

02 밝은색 토양이 많은 사막 지역에 사는 주머니생쥐는 털이 밝은색을 띠며, 어두운색 암석이 많은 지역에 사는 주머니생쥐는 털이 어두운색을 띤다. 이처럼 주머니생쥐는 서식지의 환경 색깔과 비슷한 털 색깔을 가져 포식자의 눈에 잘 띄지 않도록 적응하고 진화하였다.

㉓ 갈라파고스 제도에 사는 갈라파고스핀치는 먹이 종류에 따라 부리 크기와 모양이 다르다. 이는 서식지의 환경에 따라 생물이 적응하고 진화한 예이다.

오답 피하기

㉑ 생식, ㉒ 자극에 대한 반응, ㉓ 항상성, ㉔ 물질대사의 예이다.

#### 내신 기초 문제

| p.016 |

01 ㉕    02 ㉑    03 ㉓    04 ㉒    05 ㉓    06 ㉕

01 모든 생물은 세포로 이루어져 있으나, 바이러스는 생물과 비생물의 중간형으로 세포 구조를 갖지 않는다.

오답 피하기

㉑ 박테리오파지는 바이러스로 세포 구조를 갖지 않는다.

02 뱀은 아래턱이 분리될 수 있어 자신의 머리보다 큰 먹이를 먹을 수 있는 구조로 되어 있다. 이것은 적응과 진화의 예이다. 서식하는 섬의 먹이 환경에 따라서 갈라파고스핀치의 부리 모양이 다른 것도 적응과 진화의 예이다.

03 곤충이 잎에 닿았을 때 파리지옥의 잎이 빠르게 접히는 현상은 자극에 대한 반응이다.

㉑ 고양이의 눈에 빛을 비추었을 때 동공이 작아지는 것은 자극에 대한 반응의 예이므로, ㉑과 가장 관련이 깊다.

오답 피하기

- ㉑ 효모가 출아법으로 번식하는 것은 생식의 예이다.
- ㉒ 나비의 애벌레가 성충이 되는 것은 발생의 예이다.
- ㉓ 민들레가 바람에 씨를 멀리 날려 보내 번식하는 것은 생식, 적응과 진화의 예이다.
- ㉔ 사람의 꼬리뼈는 흔적기관으로, 진화의 예이다.

04 (가)는 바이러스, (나)는 대장균, (다)는 동물 세포이다.

- ㉑ 바이러스(가)는 세포 구조를 갖지 않는다.
- ㉓ 모든 생물은 유전정보를 저장하는 유전물질(핵산)을 갖는다.
- ㉔ 대장균(나)은 분열법으로 번식한다.
- ㉕ 동물 세포(다)에서는 단백질 합성이 일어난다.

오답 피하기

㉒ 바이러스(가)는 스스로 물질대사를 하지 못하므로 숙주세포 내에서만 증식할 수 있다.

05 ㉑ 생명과학의 연구 대상은 생물을 구성하는 물질을 이루는 분자 수준에서부터 세포, 조직, 기관, 개체, 개체군, 군집, 생태계까지 다양한 위계를 가지고 있다. 생물뿐만 아니라 생물과 상호작용하는 환경도 생명과학의 연구 대상이다.

오답 피하기

- ① 생명과학을 연구하는 목적은 생물의 기원, 구조와 기능 등을 연구함으로써 생명의 본질을 밝히고자 하는 것이다.
- ② 생명과학의 연구 성과는 인류의 생존과 복지에 이용된다.
- ④ 생명과학에서는 생물을 각각의 구성 요소뿐만 아니라 각 구성 요소들이 모여서 상호작용하는 하나의 시스템으로 파악하여 통합적으로 연구한다.
- ⑤ 생명과학의 연구 성과는 다른 영역의 학문과 연계되어 다양한 통합 학문 분야가 발달하고 있다.

**06** 생명현상을 DNA, 단백질 등의 분자 수준에서 연구하는 생명과학 분야는 분자생물학이다.

나신 실전 문제

| p.017~019 |

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

**01** ③ 아메바가 분열법으로 자손을 만드는 것은 성체가 자손을 만드는 생식의 예이다.

오답 피하기

② 식물이 광합성을 통해 생명활동에 필요한 포도당을 합성하는 과정은 물질대사의 예이다.

**02** 세균의 세포벽 합성은 물질대사의 예이다. 페니실린의 사용량이 증가하면서 페니실린에 내성을 갖는 세균의 비율이 증가하는 것은 적응과 진화의 예이다.

ㄱ. 세균의 세포벽 합성(㉠)은 물질대사와 관련이 있다.

오답 피하기

ㄴ. 물질대사는 개체 유지, 적응과 진화는 종족 유지와 관련된 생물의 특성이다.

ㄷ. 식물이 빛이 있는 방향으로 휘어 자라는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

**03** (가)는 체내 혈당량을 일정하게 유지하는 작용이고, (나)는 체내 염분 농도를 일정하게 유지하는 작용이다. 따라서 (가)와 (나)에서 공통적으로 나타난 생물의 특성은 항상성 유지이다.

**04** 특징 ㉠은 A에서만 나타나고 B에서는 나타나지 않았으므로 '세포막이 있다.'이다. 따라서 A는 아메바, B는 박테리오파지이다. 특징 ㉡은 A와 B에서 모두 나타나므로 '유전물질이 있다.'이다.

ㄱ. 아메바(A)는 세포로 이루어진 단세포생물이다.

ㄷ. 아메바와 박테리오파지는 모두 유전물질을 가지며, 증식 과정에서 돌연변이가 일어난다.

오답 피하기

ㄴ. 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없다.

**05** ㉠은 짙신벌레에서만 나타나는 특징, ㉡은 짙신벌레와 독감 바이러스에서 모두 나타나는 특징, ㉢은 독감 바이러스에서만 나타나는 특징이다.

ㄱ. '독립적으로 물질대사를 한다.'는 짙신벌레에게만 나타나는 특징이므로 ㉠에 해당한다.

ㄴ. '환경에 따라 자연선택이 일어난다.'는 짙신벌레와 독감 바이러스에서 모두 나타나는 특징이므로 ㉡에 해당한다.

오답 피하기

ㄷ. 독감 바이러스는 세포 구조를 갖지 않으므로 '세포로 이루어져 있다.'는 ㉠에 해당한다.

**06** (가)는 적응과 진화, (나)는 항상성이므로 (다)는 물질대사이다. ㄱ. 바이러스에서는 적응과 진화는 일어나지만, 항상성 유지와 물질대사는 일어나지 않으므로, '바이러스에서 나타나는가?'는 ㉠에 해당한다.

오답 피하기

ㄴ. 항상성 유지와 물질대사 모두 개체 유지를 위한 특성이다. ㄷ. 추운 곳에 사는 북극여우의 귀가 작고 몸집이 큰 것은 적응과 진화의 예이다.

**07** ㄱ. 생리학에서는 생물의 기관, 조직, 세포 및 세포 내 물질 수준에서 생명체의 기능과 조절 과정을 연구한다.

ㄴ. 유전학에서는 생물의 유전 현상과 유전자의 다양성을 연구하고, 생물의 형질이 발현되는 원리를 규명한다.

ㄷ. 생태학에서는 생물 사이의 관계 및 생물을 둘러싸고 있는 환경과 생물과의 상호작용을 연구한다.

**08** ㄱ. 유전자 분석 과정에서 발전된 컴퓨터 연산 및 생물 데이터 처리 기술은 생명과학과 정보학이 융합된 학문인 생물정보학이 발달하는 계기가 되었다.

ㄴ. 물리학의 최신 이론을 적용하여 발명한 고성능 전자 현미경으로 인해 생명과학이 크게 발전하였다.

ㄷ. 박쥐의 감각에 대한 연구 결과가 다른 여러 분야의 발달에 영향을 미친 사례이다.

**09** **모범 답안** (1) 자극에 대한 반응

(2) 강아지 로봇은 세포로 이루어져 있지 않으므로 세포분열을 통해 성장하지 않는다.

해설

(1) 식물이 빛이 오는 방향으로 휘어 자라는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

(2) 생물은 모두 세포로 이루어져 있으며, 세포분열을 통해 성장을 하는데, 강아지 로봇은 세포로 이루어져 있지 않으므로 생물이라고 할 수 없다.

**[서울형 TIP]** (2) 로봇이 생물이 아닌 까닭을 서술하려면 생물의 특성 중 로봇에서 나타나지 않는 특성을 확인한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	자극에 대한 반응을 언급한 경우	30
(2)	세포분열과 성장 두 단어를 모두 사용하여 강아지 로봇이 생물이 아닌 까닭을 옳게 서술한 경우	70
	세포분열과 성장 두 단어 중 한 가지만 사용하여 강아지 로봇이 생물이 아닌 까닭을 서술한 경우	30

**10** **모범 답안** 물질대사, 식물은 빛에너지를 이용하여 이산화탄소와 물을 포도당으로 합성한다. 단백질이나 유전물질을 합성한다. 포도당을 이산화탄소와 물로 분해하여 에너지를 얻는다. 등 중 한 가지

**해설** 파리지옥의 잎에 곤충이 닿으면 잎이 접하는 것은 자극에 대한 반응의 예이고, 소화효소를 이용하여 곤충을 분해하는 것은 물질대사의 예이다.

채점 기준		배점(%)
물질대사라 쓰고, 그 예를 옳게 서술한 경우		100
물질대사라고만 옳게 쓴 경우		30

**11** **모범 답안** (1) 유전물질(또는 핵산, DNA)

(2) 박테리오파지는 유전물질을 가지고 있어 숙주세포 내에서 증식하고, 이 과정에서 적응과 진화가 일어난다.

채점 기준		배점(%)
(1)	유전물질 또는 핵산, DNA 중 한 가지를 옳게 쓴 경우	30
(2)	박테리오파지의 생물적 특성으로 '유전물질을 가지고 있다.'와 '증식을 한다.' 두 가지를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	70
	박테리오파지의 생물적 특성으로 '유전물질을 가지고 있다.'와 '증식을 한다.' 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	40

**문제 속 자료**

**박테리오파지의 증식**

• 박테리오파지가 대장균에 감염될 때 박테리오파지의 유전물질(DNA)만 대장균 내로 들어간다. 주입된 박테리오파지의 DNA는 대장균의 유전자 발현 시스템을 이용하여 자신의 유전자를 발현시킨다. 그 결과 새로운 박테리오파지가 만들어진다.

**12** **모범 답안** (1) 생물의 유전체를 연구하면서 방대한 양의 DNA 염기서열 자료가 만들졌다. 이를 효율적으로 저장하고 분석하기 위해 컴퓨터 연산 기술과 정보처리 기술이 융합되면서 생물정보학이 발달하게 되었다.

(2) 미생물학, 화학(또는 화학공학). 미생물학 분야에서 푸른곰팡이에 들어 있는 물질이 세균이 자라지 못하게 한다는 것을 밝히는 데 기여하였고, 화학 분야에서는 발효와 정제

기술을 발전시켜 페니실린을 대량 생산할 수 있도록 하였다.

채점 기준		배점(%)
(1)	유전체 연구 과정에서 생물정보학이 발달하였음을 옳게 서술한 경우	50
(2)	두 가지 학문 분야와 각 분야가 미친 영향을 모두 옳게 서술한 경우	50
	두 가지 학문 분야 또는 각 분야가 미친 영향 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25

## 02 생명 시스템의 구성

### 탐구 기출 문제

| p.022 |

01 ④    02 ③

**01** A는 근육세포, B는 근육조직, C는 위(기관), D는 소화계(기관계)이다.

④ 여러 종류의 조직이 모여 특정한 형태를 이루고 고유한 기능을 수행하는 기관(C)을 이룬다.

**오답 피하기**

② 세포는 핵, 미토콘드리아, 소포체, 골지체, 라이보솜 등 여러 가지 세포소기관으로 구성되어 있다.

⑤ 기관계(D)는 식물에는 없고 동물에만 있는 구성 단계로, 연관된 기능을 하는 여러 기관이 모여 상호작용하며 일정한 역할을 담당한다. 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계, 신경계, 내분비계 등이 있다.

**02** 생명 시스템은 세포부터 생태계까지 여러 단계로 구성되며, 생명 시스템의 각 단계는 독립적인 생명 시스템으로 기능한다.

**오답 피하기**

나. 생명 시스템의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 개체 → 개체군 → 군집 → 생태계 순이다.

### 내신 기초 문제

| p.024 |

01 ③    02 ④    03 ⑤

**01** ③ 개체군은 같은 종의 개체들의 모임이다. 서로 다른 종의 개체군이 무리를 지어 일정한 지역에서 함께 생활하는 것은 군집이다.

**오답 피하기**

② 생명 시스템의 각 구성 단계는 모두 독립적인 하나의 생

명 시스템으로 기능한다.

⑤ 생태계에서는 먹이사슬을 따라 물질과 에너지가 이동하며, 생물은 물질과 에너지를 이용하여 다양한 생명활동을 한다.

**02** ④ 생명 시스템의 기본 단위는 세포이다.

**오답 피하기**

③ 하나의 세포가 한 개체를 이루는 생물을 단세포생물이라고 한다.

⑤ 다세포생물은 세포 → 조직 → 기관 → 개체의 구성 단계를 갖는다.

**03** ㄱ. 개체군(A)은 한 종의 개체들이 일정한 지역에서 모여 함께 생활하는 무리이다.

ㄴ. 군집은 생산자, 소비자, 분해자에 해당하는 생물로 이루어져 있으며, 구성 요소 간에 활발한 상호작용이 일어난다.

ㄷ. 생태계(B)는 생물요소와 비생물요소를 모두 포함하여, 군집을 이루는 생물이 주변의 다른 생물요소나 이를 둘러싼 햇빛, 물, 공기 등의 비생물요소와 상호작용하는 시스템이다.

**나신 실전 문제**

| p.024~025 |

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

**01** A는 세포, B는 기관이다.

ㄱ. 뉴런(신경세포)은 세포(A)에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 혈액은 백혈구, 적혈구, 혈소판과 같은 세포(혈구)들과 액체 상태의 혈장에 의해 연결되어 생명 유지 기능을 수행하는 조직에 해당한다.

ㄷ. 생명 시스템의 기본 단위는 세포(A)이다.

**02** ㄱ. 생명 시스템은 여러 구성 요소로 이루어져 있으며, 각 구성 요소 사이에서 활발한 상호작용이 일어난다.

ㄴ. 기관은 상피조직, 근육조직, 신경조직 등 여러 조직으로 구성되며, 각 조직 사이에 상호작용이 일어난다.

**오답 피하기**

ㄷ. 생물은 외부 환경과 끊임없이 영향을 주고받으며 살아가는 생명 시스템이다.

**03** 생명 시스템이란 하위의 구성 요소로 이루어져 있고, 각 구성 요소 사이에 상호작용이 일어나며, 외부와도 끊임없이 상호작용하는 하나의 계를 말한다. 세포는 세포소기관으로 구성되어 있고, 각 세포소기관 사이에 상호작용이 일어나며, 세포막을 통해 외부와도 끊임없이 상호작용이 일어나므로 세포는 생명 시스템으로 기능을 하고 있다.

**04** A는 개체, B는 개체군, C는 군집, D는 생태계이다.

⑤ 생태계(D)는 생물 군집과 생물을 둘러싼 비생물요소로 이루어진 생명 시스템이다.

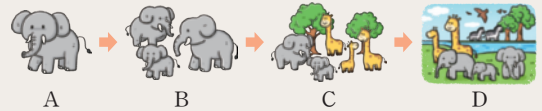
**오답 피하기**

③ 개체군(B)은 동일한 지역에 서식하는 한 종의 개체로 이루어진 집단을 말한다.

④ 군집(C)은 생산자, 소비자, 분해자에 해당하는 여러 개체군으로 이루어져 있으며, 각 개체군은 하나의 생명 시스템이다.

**문제 속 자료**

**생명 시스템의 구성 단계**



- A는 개체로, 독립적으로 생명을 유지할 수 있는 최소 단위이다.
- B는 개체군으로, 한 종의 개체로 이루어진 집단이다.
- C는 군집으로, 여러 종의 개체군으로 이루어진 집단이다.
- D는 생태계로, 생물 군집과 생물을 둘러싼 비생물요소로 구성되어 있다.

**05** 생태계는 군집을 이루는 생물이 다른 생물이나 햇빛, 물, 공기, 온도, 토양 등의 비생물요소와 영향을 주고받으며 살아가는 생명 시스템이다.

**06** ㄱ. 조직계는 식물에서만 나타나는 구성 단계이므로, 수련의 구성 단계 중 하나이다.

ㄴ. 기관계는 동물에서만 나타나는 구성 단계이다. 남생이는 연관된 기능을 수행하는 여러 기관이 모여 상호작용하며 일정한 역할을 담당하는 기관계를 갖는다.

**오답 피하기**

ㄷ. 군집을 이루는 생물은 주변의 다른 생물이나 햇빛, 물, 공기 등의 환경과 영향을 주고받으며 생태계를 이룬다. 물은 생물을 둘러싼 비생물요소 중 하나이다.

**07** **모범 답안** (1) A: 생태계, B: 개체, C: 세포, D: 기관  
 (2) C(세포) → 조직 → D(기관) → B(개체) → 개체군 → 군집 → A(생태계)

	채점 기준	배점(%)
(1)	A~D의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	50
(2)	생명 시스템의 구성 단계를 옳게 서술한 경우	50

**08** **모범 답안** (1) • A: 근육세포, 상피세포, 뉴런(신경세포) 등 중 두 가지

• B: 근육조직, 상피조직, 신경조직, 결합조직 등 중 두 가지  
 (2) 작은창자를 구성하는 근육조직은 수축과 이완을 반복하여 음식물을 이동시키며, 내벽의 상피조직은 소화된 영양소를 흡수한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A와 B의 예를 두 가지씩 모두 옳게 쓴 경우	40
(2)	B의 적절한 예와 이들 사이의 상호작용을 타당하게 서술한 경우	60
	B의 예를 적절하게 들었으나, 이들 사이의 상호작용에 대한 서술이 미흡한 경우	30

### 03 생명활동과 에너지

#### 탐구 기출 문제

| p.029 |

01 ③    02 ③

**01** 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응을 동화작용, 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 반응을 이화작용이라고 한다. 광합성은 이산화 탄소와 물을 이용하여 포도당과 산소를 생성하는 반응으로 동화작용, 세포호흡은 산소를 이용하여 포도당을 산화시켜 이산화 탄소와 물로 분해하는 반응으로 이화작용에 해당한다.

**오답 피하기**

③ 이화작용은 에너지를 방출하는 발열반응이고, 동화작용은 에너지를 흡수하는 흡열반응이다.

**02** (가)는 ATP, (나)는 ADP이다. ATP가 ADP와 무기인산( $P_i$ )으로 분해될 때 에너지가 방출되는데, 생물은 이 에너지를 이용하여 생명활동을 한다. ADP는 세포호흡 과정에서 포도당을 산화시킬 때 방출되는 에너지를 이용해 무기인산( $P_i$ ) 1개와 결합하여 다시 ATP가 된다.

ㄱ. ATP가 ADP로 분해되는 과정(㉠)은 크고 복잡한 물질이 작고 단순한 물질로 분해되는 과정이므로, 이화작용이다.

ㄴ. 미토콘드리아에서 세포호흡 과정을 통해 ADP가 ATP로 합성되는 ㉡이 일어난다.

**오답 피하기**

ㄷ. 1분자당 에너지양은 (가) ATP가 (나) ADP보다 크다.

#### 세미나 기출 문제

| p.031 |

01 ①    02 ③

**01** (가)는 ATP가 ADP와 무기인산( $P_i$ )으로 분해되는 반응으로, 에너지가 방출되는 발열반응이다. 이때 방출되는 에너지는 여러 가지 형태의 에너지로 전환되어 근육수축, 체온 유지, 물질 합성 등 (나) 다양한 생명활동에 이용된다.

**02** A는 산소이고, B는 이산화 탄소이다. (가)는 세포호흡이 일어나는 장소인 미토콘드리아이다. 세포호흡은 포도당이 산소(A)와 반응하여 이산화 탄소(B)와 물로 분해되는 반응으로, 이때 방출되는 에너지의 일부가 ATP(C)에 저장된다. 세포호흡에서 만들어진 ATP(C)가 분해될 때 저장되어 있던 에너지가 방출되어 근육수축, 물질 합성, 물질 운반, 정신 활동 등 다양한 생명활동에 이용된다.

#### 내신 기초 문제

| p.032 |

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

**01** 동화작용은 작고 간단한 물질이 크고 복잡한 물질로 합성되는 과정으로, 광합성, 단백질 합성, DNA 합성 등이 있다.

**오답 피하기**

②~⑤ 단백질, 포도당, 과산화 수소, 글라이코젠 등이 분해되는 과정은 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 이화작용에 해당한다.

**02** 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 증가했으므로 에너지가 흡수되는 흡열반응이다.

② A에 해당하는 에너지를 흡수하는 반응으로, 흡열반응이다.

**오답 피하기**

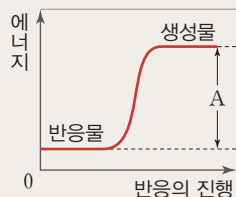
① 에너지를 흡수하므로 동화작용에 해당한다.

③ 광합성은 빛에너지를 흡수하여 포도당을 합성하는 동화작용이므로, 그림과 같이 반응물의 에너지양보다 생성물의 에너지양이 높다.

④ 물질대사는 반응이 단계적으로 일어나며, 각 단계마다 효소의 조절을 받는다.

#### 문제 속 자료

##### 반응물과 생성물의 에너지 변화



- A는 반응 과정에서 흡수하는 에너지의 크기이다.
- 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 높아졌으므로 에너지를 흡수하는 흡열반응이며, 동화작용의 에너지 변화를 나타낸 것이다.

**03** ㄱ. ATP는 아데닌, 라이보스, 인산기가 1 : 1 : 3으로 결합한 물질이므로, ㉠은 아데닌이다.

ㄷ. ATP가 ADP와 무기인산( $P_i$ )으로 분해될 때 방출되는 에너지는 다른 형태의 에너지로 전환되어 근육수축, 물질 합성, 물질 운반 등 다양한 생명활동에 이용된다.

**오답 피하기**

ㄴ. ATP에서 인산기와 인산기 사이의 결합을 고에너지 인

산 결합이라고 하는데, 결합이 형성될 때 에너지를 흡수하고, 결합이 분해될 때 에너지를 방출한다.

**04** 미토콘드리아에서 일어나는 세포호흡 과정에서 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해될 때 방출되는 에너지를 이용하여 ATP를 합성한다.

ㄴ. ⑥는 이산화 탄소를, 혈액에 의해 폐로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다.

ㄷ. 미토콘드리아에는 세포호흡 과정을 조절하는 효소들이 들어 있다.

**오답 피하기**

ㄱ. ①은 산소이다.

**05** 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환을 대사성 질환이라고 하며, 대사성 질환을 예방하려면 음식물로 섭취한 에너지와 여러 활동으로 소비하는 에너지양이 균형을 이루도록 해야 한다.

**오답 피하기**

· 학생 C: 체중이 적게 나가더라도 지방이 몸에 지나치게 많아지면 당뇨병, 고혈압, 고지질혈증 등의 대사성 질환이 발생할 확률이 높아지므로 균형 잡힌 영양 섭취와 적당한 운동을 통한 체지방 소비가 중요하다.

**06** 당뇨병, 고혈압, 고지질혈증은 대사성 질환에 속한다.

① 비만 등으로 인해 청소년에게서도 고혈압, 고지질혈증, 당뇨병 등과 같은 대사성 질환이 나타날 수 있다.

**오답 피하기**

②, ③ 대사성 질환은 물질대사의 이상으로 인해 나타나는 질환으로, 동맥경화, 심근경색, 뇌졸중 등의 심각한 합병증을 유발할 수 있다.

④ 체지방이 지나치게 많으면 당뇨병, 고혈압, 고지질혈증, 지방간, 구루병 등의 대사성 질환이 발생할 확률이 높아진다.

⑤ 규칙적인 운동과 균형잡힌 식단으로 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형을 유지하면 대사성 질환을 어느 정도 예방할 수 있다.

**나신 실전문제**

| p.033~035 |

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

**01** (가)는 광합성, (나)는 세포호흡이 일어나는지 확인하는 실험이다.

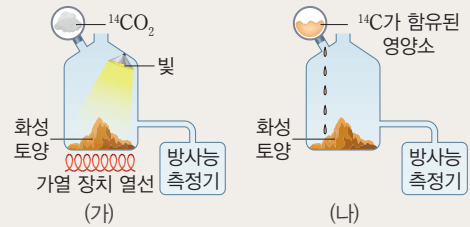
ㄱ. 생명체가 물질대사를 하는 특성을 이용하여 광합성과 세포호흡 여부를 통해 생명체의 존재를 알아보는 실험이다.

ㄴ. (가)는 광합성 여부를 통해 동화작용, (나)는 세포호흡 여부를 통해 이화작용이 일어나는지 확인하는 실험이다.

ㄷ. 물질대사가 일어났다면 (가)와 (나)에서 모두 방사성 동위원소를 가진 이산화 탄소( $^{14}\text{CO}_2$ )가 발생할 것이므로 방사성 기체가 검출될 것이다.

**문제 속 자료**

**화성 토양의 생명체 검출 실험**



- (가)에서 방사성 이산화 탄소( $^{14}\text{CO}_2$ )를 공급한 후 빛을 비추었을 때, 화성 토양 속에 광합성 생물이 있다면 광합성을 통해 토양 속에 방사성 탄소( $^{14}\text{C}$ )가 포함된 포도당이 생성·축적될 것이다. 따라서 용기 속 기체를 모두 제거하고 토양을 가열하면, 이 포도당이 산화되어 방사성 이산화 탄소( $^{14}\text{CO}_2$ )가 방출된다.
- (나)에서 화성 토양 속에 세포호흡을 하는 미생물이 있다면, 세포호흡 과정에서 방사성 탄소( $^{14}\text{C}$ )가 함유된 영양소를 분해하여 방사성 기체( $^{14}\text{CO}_2$ )를 방출한다.

**02** I 은 작고 단순한 물질인 아미노산을 크고 복잡한 물질인 단백질로 합성하는 과정이므로 동화작용이고, II 는 크고 복잡한 물질인 글라이코젠을 작고 단순한 물질인 포도당으로 분해하는 과정이므로 이화작용이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 동화작용은 반응 과정에서 에너지를 흡수하는 흡열반응이다.

ㄷ. 특정한 효소는 특정한 반응에만 작용하므로 서로 다른 반응에는 서로 다른 효소가 관여한다.

**03** (가)의 과정 A는 동화작용, B는 이화작용이다. (나)의 반응은 에너지를 흡수하는 반응이므로 동화작용에 해당한다.

ㄷ. (가)에서 과정 A는 흡열반응으로, 반응물인 포도당보다 생성물인 글라이코젠의 에너지양이 더 크다.

**오답 피하기**

ㄱ. (가)에서 과정 A는 동화작용으로, 작고 단순한 물질이 크고 복잡한 물질로 합성되는 과정이다.

ㄴ. (가)에서 과정 B는 이화작용이므로, 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 작다. 따라서 (나)와 같은 에너지양의 변화는 과정 A에서 나타난다.

**04** 과정 I 은 ATP의 합성, 과정 II 는 ATP의 분해를 나타낸 것이다.

ㄱ. ㉠은 ATP, ㉡은 ADP이다.

ㄴ. 미토콘드리아는 세포호흡이 일어나는 장소이므로 과정 I 이 일어난다.

ㄷ. ATP가 분해될 때 인산기와 인산기 사이의 결합인 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 에너지가 방출된다.

05 ㄱ. ㉓는 산소, ㉔는 이산화 탄소이고, ㉕은 ATP 분해 과정, ㉖은 ATP 합성 과정을 나타낸 것이다.

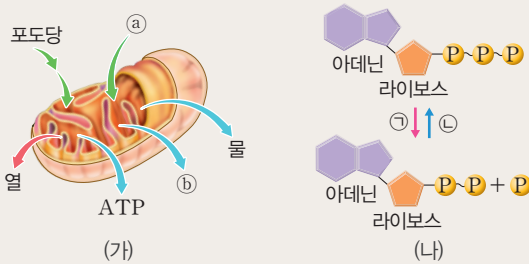
**오답 피하기**

ㄴ. 세포호흡이 일어나는 세포소기관인 미토콘드리아에서는 ATP가 합성되는 과정인 ㉖이 일어난다.

ㄷ. 근육수축과 같은 생명활동에는 ATP가 분해되는 과정인 ㉕에서 방출되는 에너지가 이용된다.

**문제 속 자료**

**미토콘드리아와 생명활동에 이용되는 에너지**



- (가)는 세포소기관인 미토콘드리아에서 일어나는 세포호흡을 나타낸 것이다. 세포호흡은 포도당과 산소(㉓)가 결합하여 이산화탄소(㉔)와 물로 분해되는 과정으로, 이때 방출되는 에너지가 ATP에 저장된다.
- ATP에서 인산기와 인산기 사이의 결합을 고에너지 인산 결합이라고 하는데, 이 결합이 끊어질 때(㉕) 에너지가 방출되고, 결합이 형성될 때(㉖) 에너지가 흡수된다. 이때 방출되는 에너지는 생명활동에 이용된다.

06 포도당이 글라이코젠이 합성되는 과정인 (가)는 동화작용이다.

ㄱ. 물질대사 과정에는 항상 효소가 이용된다.

ㄷ. 과정 II는 ATP가 분해되어 에너지가 방출되는 반응이고, 과정 I은 에너지를 흡수하여 ATP가 합성되는 반응이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 과정 I은 에너지가 흡수되는 흡열반응이다. 과정 II에서 방출된 에너지의 일부가 (가)에 이용된다.

07 당뇨병은 오줌에 당이 섞여 나오는 질환이고, 고혈압은 혈압이 정상치보다 높아지는 질환이다. 지방간은 간세포에 지방이 비정상적으로 많이 축적된 상태이다. ㉑과 ㉒이 모두 '○'이어야 하므로 A는 고혈압, B는 당뇨병, C는 지방간이다.

ㄴ. (가) '대사성 질환이다.'는 고혈압(A), 당뇨병(B), 지방간(C) 모두 갖는 특징이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 비만은 고혈압, 당뇨병, 고지질혈증, 지방간 등과 같은 대사성 질환의 주요 원인이 된다. 특히, 비만으로 인해 간에 지방이 과도하게 쌓이면 지방간(C)이 발생할 수 있다. 지방간은 만성 간염, 간경변의 원인이 된다.

08 고혈압은 혈압이 정상치보다 높아지는 질환으로 A는 정상인이고, B는 고혈압 환자이다.

ㄴ. 고혈압 환자는 대사 증후군이 발생할 확률이 높다. 고혈압은 인슐린 저항성 비만, 고지질혈증 등과 같은 대사 이상과 밀접하게 관련되어 있기 때문이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 오줌을 자주 누고 갈증을 자주 느끼며, 체중이 감소하는 증상은 당뇨병의 증상이다.

09 **모범 답안** (1) (가)는 동화작용이다. 동화작용의 다른 예로 광합성, 유전물질(핵산) 합성, 글라이코젠 합성 등이 있다. (나)는 이화작용이다. 이화작용의 다른 예로 세포호흡, 단백질 분해, 녹말 분해 등이 있다.

(2) (가)는 에너지를 흡수하는 반응으로 반응물의 에너지양보다 생성물의 에너지양이 크다. (나)는 에너지를 방출하는 반응으로 반응물의 에너지양보다 생성물의 에너지양이 작다.

채점 기준		배점(%)
(1)	반응의 종류와 예 한 가지를 모두 옳게 서술한 경우	50
	반응의 종류와 예 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25
(2)	에너지의 흡수·방출 여부와 반응물과 생성물의 에너지양 비교를 모두 옳게 서술한 경우	50
	에너지의 흡수·방출 여부와 반응물과 생성물의 에너지양 비교 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25

10 **모범 답안** 과정 (가)는 ADP에 무기인산( $P_i$ ) 1개가 결합하는 과정으로, 에너지를 흡수하는 동화작용이다. 과정 (나)는 ATP가 ADP와 1개의 무기인산( $P_i$ )으로 분해되는 과정으로, 에너지가 방출되는 이화작용이다.

채점 기준		배점(%)
과정 (가)와 (나)에서의 에너지 변화와 반응의 종류를 모두 옳게 서술한 경우		100
과정 (가)와 (나) 중 한 가지의 에너지 변화와 반응의 종류만 옳게 서술한 경우		50

11 **모범 답안** (1) 포도당과 산소(㉓)가 결합하여 이산화탄소(㉔)와 물(㉕)로 분해된다.

(2) 포도당에 저장되어 있는 화학 에너지는 포도당이 분해될 때 방출되어, 일부는 열에너지 형태로 몸 밖으로 방출되고 일부는 ATP의 화학 에너지로 전환되어 저장된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	세포호흡 과정을 반응물과 생성물로 구분하여 물질의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	50
(2)	세포호흡에서 일어나는 에너지 전환 과정을 모두 옳게 서술한 경우	50

12 **모범 답안** (1) 물질대사에 관여하는 효소나 호르몬에 이상이 있거나, 에너지 섭취량과 소비량의 불균형이 계속되어 나타날 수 있다.

(2) 적절한 영양 섭취와 신체 활동을 통해 에너지 섭취량과

소비량이 균형을 이룰 수 있도록 한다.

(3) 대사성 질환을 적극적으로 치료하지 않고 방치하면 여러 가지 증상이 동시에 나타나는 대사 증후군이 발생할 수 있으며, 특정 대사성 질환은 동맥경화, 심근경색, 뇌졸중 등의 심혈관계 질환을 일으킬 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	물질대사 이상과, 에너지 섭취량과 소비량의 불균형을 모두 옳게 서술한 경우	30
	물질대사 이상과, 에너지 섭취량과 소비량의 불균형 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	15
(2)	적절한 영양 섭취와, 에너지 섭취량과 소비량의 균형을 모두 옳게 서술한 경우	30
	적절한 영양 섭취와, 에너지 섭취량과 소비량의 균형 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	15
(3)	대사성 질환의 부작용으로 대사 증후군 및 심혈관계 질환을 모두 옳게 서술한 경우	40
	대사성 질환의 부작용으로 대사 증후군 및 심혈관계 질환 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20

## 04 기관계의 통합적 작용

### 세미나 기출 문제

| p.042 |

01 ④    02 ③

**01** A는 폐에서 흡수한 산소이고, B는 소화기관에서 흡수한 영양소이다.

ㄴ. 포도당은 음식물에 들어 있는 녹말이 분해된 것으로, 소화기관을 통해 흡수되어 조직 세포로 운반된다.

ㄷ. 산소, 이산화 탄소, 영양소, 노폐물 등의 운반에 순환계가 관여한다.

**오답 피하기**

ㄱ. A는 폐에서 조직 세포로 운반되는 기체이므로 폐를 통해 받아들인 산소이다. 세포호흡 결과 생성된 기체인 이산화 탄소는 조직 세포에서 폐로 운반된다.

**02** ③ 소화계에서 흡수하지 못한 물질은 소화계를 통해 대변의 형태로 배출된다.

**오답 피하기**

① 소화계에서는 영양소를, 호흡계에서는 산소를 흡수한다.

② 세포호흡 결과 생성된 노폐물 중 물의 일부와 이산화 탄소는 호흡계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

④, ⑤ 세포호흡으로 에너지가 생성될 때 소화계를 통해 흡수된 영양소와 호흡계를 통해 흡수된 산소가 이용되며, 순환계는 조직 세포와 소화계, 호흡계, 배설계 사이에서 영양소, 산소, 이산화 탄소, 노폐물 등을 운반한다.

### 내신 기출 문제

| p.043~044 |

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

**01** ㄷ. 소화계에서 흡수된 영양소는 간을 거쳐 심장을 통해 온몸으로 운반된다.

**오답 피하기**

ㄱ. 소화는 세포에서 흡수할 수 있는 크기로 영양소를 작게 분해하는 과정으로, 소화된 영양소도 유기물이다. 소화를 통해 흡수된 유기물은 세포호흡 과정에서 무기물로 분해된다.  
ㄴ. 소화된 영양소가 주로 흡수되는 장소는 작은창자의 용털이다.

**02** A는 용털, B는 압축관, C는 모세혈관이다.

ㄱ. 용털(A)은 표면적을 넓혀 영양소를 효율적으로 흡수할 수 있도록 하는 구조이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 소화계에서 분해된 영양소는 작은창자의 용털 상피세포에서 흡수된 후, 압축관(B)이나 모세혈관(C)으로 이동하여 순환계를 통해 온몸의 조직 세포로 운반된다.

**03** ㄱ. A는 허파꽂리로, 폐의 표면적을 넓혀 가스교환의 효율을 높이는 구조이다.

ㄴ. 허파꽂리(A)와 이를 둘러싼 모세혈관 사이에서 산소와 이산화 탄소의 가스교환이 일어난다.

ㄷ. 세포호흡 결과 생성된 노폐물 중 물의 일부와 이산화 탄소가 허파꽂리(A)를 통해 몸 밖으로 배출된다.

**04** A는 산소, B는 영양소, C는 이산화 탄소, D는 노폐물이다.

ㄴ. 조직 세포에서 모세혈관으로 이동하는 C와 D 중, 모세혈관에서 허파꽂리로 이동하는 C가 이산화 탄소이므로 D는 노폐물이다. 이산화 탄소(C)와 노폐물(D)은 각각 세포호흡 과정에서 생성된다.

**오답 피하기**

ㄱ. A는 허파꽂리를 통해 흡수되므로 산소이고, B는 모세혈관에서 조직 세포로 이동하므로 영양소이다. 산소(A)는 호흡계, 영양소(B)는 소화계를 통해 흡수한 물질이다.

ㄷ. (가)는 호흡계인 허파꽂리와 순환계인 모세혈관 사이의 가스교환을 나타낸 것이다.

**05** (가)는 모세혈관에서 폐로 이동하는 물질이므로 이산화 탄소이고, (나)는 폐에서 모세혈관으로 이동하는 물질이므로 산소이다.

ㄱ. 이산화 탄소(가)는 허파꽂리에서 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다.

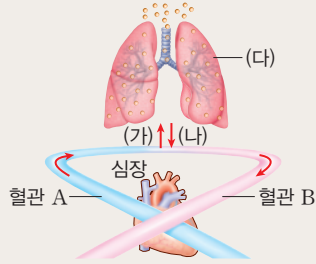
ㄴ. (다)는 폐이다. 폐는 수많은 허파꽂리로 구성되어 있으며, 이는 표면적을 넓혀 가스교환이 효율적으로 일어날 수 있도록 하는 구조이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 혈관 A는 심장에서 폐로 혈액이 흐르는 폐동맥이고, 혈관 B는 폐에서 심장으로 혈액이 흐르는 폐정맥이다. 혈관 A에는 이산화 탄소가 많은 혈액이 흐르고, 혈관 B에는 산소가 많은 혈액이 흐른다. 따라서 혈액 속의 산소 농도는 혈관 B에서가 혈관 A에서보다 높다.

**문제 속 자료**

**호흡계와 순환계에서의 가스교환**



- 혈관 A는 심장에서 폐로 가는 혈액이 흐르는 폐동맥, 혈관 B는 폐에서 심장으로 들어가는 혈액이 흐르는 폐정맥이다.
- 폐동맥을 통해 이산화 탄소가 폐로 운반된다. 폐에서는 가스교환을 통해 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보내고 산소를 흡수한다. 흡수된 산소는 폐정맥을 거쳐 심장으로 이동한 뒤, 동맥을 통해 온몸으로 운반된다.

**06** 탄수화물과 지방의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이므로 세포호흡에 의해 분해될 경우 물과 이산화 탄소가 생성된다. 반면 단백질의 경우 구성 원소에 질소(N)가 포함되므로 세포호흡에 의해 분해되면 물과 이산화 탄소 외에도 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

**07** 세포호흡을 통해 녹말과 지방이 분해되면 물과 이산화 탄소가 생성되고, 단백질이 분해되면 물, 이산화 탄소, 암모니아가 생성된다. 따라서 (가)는 지방, (나)는 단백질이고, ㉠은 이산화 탄소, ㉡은 암모니아이다.

⑤ 녹말이 분해될 때 생성되는 노폐물은 물과 이산화 탄소이고, 암모니아는 생성되지 않는다.

**오답 피하기**

- ① 지방(가)은 탄수화물이나 단백질보다 동일한 질량에 더 많은 에너지를 저장할 수 있으므로 여분의 에너지는 지방의 형태로 저장된다.
- ② 단백질(나)은 효소의 주성분이다.
- ③ 이산화 탄소(㉠)는 폐에서 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다.
- ④ 암모니아(㉡)는 독성이 있어 간에서 독성이 적은 요소로 전환된 뒤, 콩팥을 통해 몸 밖으로 배출된다.

**08** ㄱ. 소화계에서는 소화효소를 이용하여 영양소를 분해한 뒤, 몸속으로 흡수한다.  
ㄴ. 단백질이 분해될 때 만들어지는 암모니아는 간에서 독성이 적은 요소로 전환된 뒤, 콩팥에서 오줌의 형태로 배설

된다.

ㄷ. 산소, 이산화 탄소, 영양소, 노폐물은 모두 순환계를 통해 운반된다.

**09** ㄱ. 소화계(가)에서는 소화효소를 이용하여 영양소를 분해한 뒤 몸속으로 흡수한다.

ㄷ. 소화계(가)에서 흡수된 영양소는 순환계를 통해 온몸으로 운반된다. 우리 몸을 구성하는 모든 세포는 세포호흡을 하기 위해 영양소를 필요로 하며, 호흡계(나)를 구성하는 세포 또한 순환계를 통해 영양소를 공급받는다.

**오답 피하기**

ㄴ. 폐에서는 공기 중의 산소를 흡수하고, 세포호흡으로 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 내보낸다.

**10** ㄴ. 배설계(B)의 콩팥에서는 오줌의 형태로 여분의 물과 요소를 몸 밖으로 배출한다.

ㄷ. 순환계는 여러 기관계와 조직 세포 사이에서 산소, 이산화 탄소, 영양소, 노폐물 등 물질의 운반에 관여한다.

**오답 피하기**

ㄱ. A는 영양소를 흡수하므로 소화계이고, B는 오줌을 배출하므로 배설계이다.

**내신 실전 문제**

| p.045-047 |

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

**01** ㉠은 산소, ㉡은 이산화 탄소이다.

ㄱ. 단백질이 아미노산으로 분해되는 반응 (가)는 소화계에서 일어나며, 암모니아가 요소로 전환되는 반응 (다)는 소화계에 속하는 간에서 일어난다.

ㄷ. 이산화 탄소(㉡)는 순환계를 통해 폐로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다.

**오답 피하기**

ㄴ. ㉠은 산소로, 호흡계를 통해 흡수되어 세포호흡 과정에 이용된다.

**02** A는 허파꽂리에서 모세혈관으로 이동하므로 산소이고, B는 모세혈관에서 허파꽂리로 이동하므로 이산화 탄소이다.

ㄱ. ㉠은 허파꽂리로, 폐의 표면적을 넓혀 가스교환이 효율적으로 일어날 수 있도록 하는 구조이다.

**오답 피하기**

ㄷ. B는 이산화 탄소이다. 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 뒤 순환계를 통해 콩팥으로 이동하는 것은 암모니아이다.

**03** 연한 갈색의 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액은 녹말과 반응하면 청람색으로 변한다. 푸른색의 뷰렛 용액은 단백질과

반응하면 보라색으로 변한다.

ㄱ, ㄴ. 시험관 A에서 영양소 검출 반응 결과가 각각 연한 갈색과 푸른색인 것으로 보아 영양소 용액 속에 들어 있던 녹말과 알부민이 모두 분해되었음을 알 수 있다. 따라서 소화효소 용액에는 녹말 분해 효소와 단백질 분해 효소가 모두 들어 있다.

**오답 피하기**

ㄷ. 시험관 C에는 소화효소 용액을 넣지 않았으며, 영양소 검출 반응 결과가 각각 청람색과 보라색이므로 용액 속에 녹말과 단백질이 들어 있음을 알 수 있다. 따라서 녹말과 단백질의 소화는 일어나지 않았다.

**04** ㄱ. (가)와 (나)는 각각 녹말과 단백질의 소화 과정이다. 녹말의 소화는 입과 작은창자, 단백질의 소화는 위와 작은창자에서 일어난다.

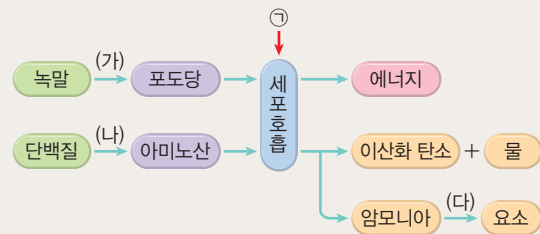
ㄷ. ㉠은 산소로, 폐에서 흡수되어 순환계를 통해 온몸으로 운반된다.

**오답 피하기**

ㄴ. 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된다. 간은 소화계에 속한다.

**문제 속 자료**

**에너지 대사와 노폐물 생성**



- 세포호흡은 소화계를 통해 흡수한 영양소와 호흡계를 통해 흡수한 산소(㉠)가 반응하여 에너지(ATP)와 노폐물이 생성되는 과정이다.
- 포도당이 세포호흡을 통해 분해되면 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)이 생성되며, 아미노산이 세포호흡을 통해 분해되면 이산화 탄소, 물, 암모니아가 생성된다.
- 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 후 콩팥을 통해 몸 밖으로 배출된다.

**05** ㄴ. 이산화 탄소(B)는 혈액에 녹아 순환계를 통해 폐로 운반된다.

**오답 피하기**

ㄱ. A는 포도당으로, 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 구성되어 있다. 질소(N)가 포함되어 있는 영양소는 아미노산이다.

ㄷ. 기관 (가)는 폐로 호흡계, 기관 (나)는 콩팥으로 배설계에 속한다.

**06** (가)는 조직 세포, (나)는 순환계, (다)는 호흡계이다. A는 조직 세포에서 방출되어 몸 밖으로 배출되는 물질이므로 이

산화 탄소이고, B는 폐를 통해 흡수되어 조직 세포로 운반되는 물질이므로 산소이다.

ㄱ. 이산화 탄소(A)는 조직 세포에서 세포호흡 결과 생성된 물질이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 이산화 탄소(A)가 조직 세포에서 모세혈관으로 이동하고, 산소(B)가 모세혈관에서 조직 세포로 이동하므로, 조직 세포와 순환계 사이의 가스교환 결과 혈액의 산소 농도는 낮아진다.

ㄷ. 모세혈관과 폐 사이에서 가스교환이 일어날 때 산소와 이산화 탄소는 확산에 의해 이동하므로 ATP는 소모되지 않는다.

**07** ㄷ. 순환계(B)를 구성하는 세포에서도 에너지가 필요하므로, 소화계(A)에서 흡수된 영양소를 순환계를 통해 공급받아 세포호흡으로 ATP를 합성한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 소화계(A)를 구성하는 세포에서도 에너지를 소비하므로, 물질대사가 일어난다.

ㄴ. 작은창자는 소화계인 A에 속하며, B는 순환계이다.

**08** ㄴ. 소화계(B)에서는 소화효소를 이용하여 음식물을 분해하고, 몸속으로 흡수하는 작용이 일어난다. A는 순환계이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 호흡계를 통해 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 배출한다.

ㄷ. 암모니아가 요소로 전환되는 과정은 소화계에 속하는 간에서 일어난다. C는 배설계이다.

**09** **모범 답안** (1) ㉠ 포도당 ㉡ 아미노산 ㉢ 지방산과 모노글리세리드

(2) 음식물에 들어 있는 영양소 중 녹말, 단백질, 지방과 같은 영양소는 분자의 크기가 커서 세포막을 통과할 수 없으므로, 포도당, 아미노산, 지방산과 모노글리세리드처럼 세포가 흡수할 수 있도록 크기가 작은 분자로 분해해야 하기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠~㉢을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	영양소 분자의 크기와 관련지어 소화가 일어나야 하는 까닭을 옳게 서술한 경우	70
	세포막이나 세포의 흡수 조건에 대한 언급 없이 크기가 큰 물질을 작은 물질로 분해해야 한다는 내용만 포함하여 서술한 경우	30

**10** **모범 답안** (1) A: 이산화 탄소, B: 물, C: 요소

(2) ㉠은 단백질이며, 세포호흡으로 분해되면 이산화 탄소, 물, 암모니아가 생성된다. 생성된 이산화 탄소는 순환계를 통해 폐로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다. 물은 일부는 폐에서 날숨으로, 대부분은 콩팥에서 오줌을 통해

배출된다. 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 뒤, 콩팥으로 운반되어 오줌을 통해 몸 밖으로 배출된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A~C의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	생성되는 노폐물의 종류 세 가지와 각 노폐물의 배출 방법을 모두 옳게 서술한 경우	70
	생성되는 노폐물의 종류 두 가지와 각 노폐물의 배출 방법을 옳게 서술한 경우	50
	생성되는 노폐물의 종류 한 가지와 배출 방법을 옳게 서술한 경우	30

- 11** **모범 답안** (1) (가) 소화계, (나) 호흡계, (다) 배설계  
 (2) 순환계의 혈액에 들어 있는 영양소와 산소는 조직 세포로 이동하고, 조직 세포의 세포호흡 결과 생성된 물, 이산화탄소, 질소 노폐물 등은 조직 세포에서 순환계로 이동한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)~(다)의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	영양소, 산소, 물, 이산화탄소, 질소 노폐물 등의 이동에 대해 옳게 서술한 경우	70
	영양소, 산소, 물, 이산화탄소, 질소 노폐물 등의 이동 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	40

- 12** **모범 답안** (1) A: 순환계, B: 소화계, C: 호흡계, D: 배설계  
 (2) 호흡계(C)는 들숨을 통해 세포호흡에 필요한 산소를 흡수하고, 날숨을 통해 세포호흡 과정에서 생성된 이산화탄소와 일부 물을 몸 밖으로 배출한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A~D의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	40
(2)	산소, 이산화탄소, 일부 물 등의 이동을 모두 옳게 서술한 경우	60
	산소와 이산화탄소의 이동에 대해서만 옳게 서술한 경우	30

## 05 생태계의 구조와 기능

### 세미나기출 문제

| p.054 |

01 ⑤    02 ①

- 01** ⑤ 각 영양단계에서 열에너지 형태로 방출된 에너지는 생물이 이용할 수 없으며, 생태계 밖으로 빠져나간다.

**오답 피하기**

- ① 생물이 사용하는 모든 에너지는 광합성에 의해 태양으로부터 오는 빛에너지가 유기물에 저장된 것이다.
- ② 유기물에 저장된 에너지는 생태계에서 먹이사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한다.
- ③ 각 영양단계에서 전달받은 에너지의 일부는 세포호흡을

통해 ATP를 생산하는 데 사용된다. 이렇게 생성된 ATP는 근육수축, 물질 합성, 물질 운반 등 에너지를 필요로 하는 생명활동에 이용된다.

④ 식물은 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 유기물에 저장된 화학 에너지로 바꾸는 역할을 한다. 따라서 생태계에서 사용되는 모든 에너지는 식물을 통해 생태계로 유입되므로, 유기물을 생산할 수 있는 식물을 생산자라고 한다.

- 02** ㄱ. A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 전 영양단계인 1차 소비자가 보유한 에너지 총량은 12이고, 현 영양단계인 2차 소비자가 보유한 에너지 총량은 3이므로, 2차 소비자의 에너지효율은  $\frac{3}{12} \times 100 = 25\%$ 이다.  
 ㄷ. 분해자가 받은 에너지 총량은  $36 + 5 + 2 = 43$ 이므로 분해자에서 방출되는 에너지량은 43이다.

### 내신 기초 문제

| p.055-056 |

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

- 01** A는 생산자, B는 소비자, C는 분해자이다. ㉠은 비생물요소가 생물요소에 미치는 영향, ㉡은 생물요소가 비생물요소에 미치는 영향, ㉢은 생물과 생물 사이에서 서로 영향을 주고받는 것을 나타낸 것이다.

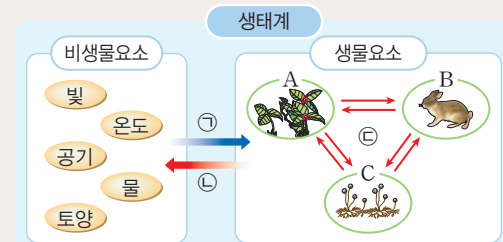
- ㄱ. 대기 중 이산화탄소 농도는 비생물요소에 해당하므로, 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는(㉠) 예에 해당한다.  
 ㄴ. 스라소니와 토끼는 모두 생물이므로, 생물요소끼리 영향을 주고받는(㉢) 예에 해당한다.

**오답 피하기**

- ㄷ. 세균과 곰팡이는 분해자로, 이들은 생물요소에 포함된다.

### 문제 속 자료

#### 생태계의 구성 요소



- 생태계는 생물요소와 이를 둘러싼 비생물요소로 이루어져 있다.
- 생물요소는 생산자(A), 소비자(B), 분해자(C)로 이루어져 있으며, 비생물요소에는 빛, 온도, 공기, 물, 토양 등이 있다.
- 생물의 형태나 생활 습성 등은 환경에 영향을 받으며(㉠), 생물도 환경에 영향을 주어 환경을 변화시킨다(㉡). 또 생물과 생물 사이에서도 끊임없이 상호작용이 일어난다(㉢).

**02** 같은 종일 경우 추운 곳에 사는 동물일수록 몸집이 크고 몸의 말단부가 작다. 이는 추운 곳에서는 몸의 부피에 비해 표면적을 작게 하여 체온을 유지하는 데 유리하도록 적응한 것이다. 따라서 북극여우와 사막여우의 체형이 다른 것은 온도가 생물에 영향을 준 예에 해당한다.

② 개구리나 곰이 겨울에 겨울잠을 자는 것은 온도에 적응한 예이다.

**오답** 피하기

① 파충류의 몸이 비늘로 덮여 있는 것은 수분의 증발을 막기 위해 적응한 것이다.

③ 사막에 사는 선인장의 잎이 가시 형태로 변한 것은 수분의 증발을 막기 위한 것이다.

④ 한 개체에서 빛을 많이 받은 잎이 빛을 적게 받은 잎보다 조직이 발달하여 두꺼워진 것은 빛의 세기에 적응한 것이다.

⑤ 고산지대에 사는 사람이 저지대에 사는 사람보다 적혈구 수가 많은 것은 고산지대의 희박한 공기에 적응한 것이다.

**03** (가) 곤충의 몸 표면이 키틴질의 껍데기로 싸인 것은 물(수분)의 증발을 막기 위해 적응한 예이다.

(나) 온대 지방의 활엽수가 가을에 단풍이 들고 낙엽이 지는 것은 온도 변화에 적응한 예이다.

(다) 닭은 일조 시간이 길 때, 사슴은 짝을 때 번식하는 것은 빛의 변화에 적응한 예이다.

**04** ⑤ 대기 중의 탄소는 광합성을 통해 생산자에게 흡수되고, 유기물 형태로 먹이사슬을 따라 소비자로 이동한다. 생산자가 생산한 유기물 중 일부는 소비자에게 전달되지만, 나머지는 분해자에 의해 분해되거나 퇴적되어 화석연료가 된다. 생산자가 가진 탄소가 모두 소비자와 분해자로 전달되는 것은 아니다.

**05** (가)는 화석연료의 연소 과정이고, (나)는 호흡 과정이다. A는 생산자, B는 소비자이다.

ㄱ. 생산자(A)에서는 빛에너지를 이용하여 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)로부터 유기물을 합성하는 광합성과 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 호흡이 모두 일어난다.

ㄷ. 생산자(A)에서 소비자(B)로의 탄소 이동은 유기물의 형태로 먹이사슬을 따라 일어난다.

**오답** 피하기

ㄴ. 화석연료의 연소 과정 (가)에는 효소가 관여하지 않는다.

**06** ㉠은 공기 중의 질소 기체(N<sub>2</sub>)가 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)으로 전환되는 질소고정 작용이고, ㉡은 암모늄 이온이 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)으로 전환되는 질산화 작용이다. ㉢은 먹이사슬을 통한 질소 이동을 나타낸 것이다.

ㄱ. 질소고정세균에 의해 질소고정 작용(㉠)이 일어난다.

ㄴ. 질산화세균에 의해 질산화 작용(㉡)이 일어난다.

ㄷ. 식물에서 합성된 질소 화합물은 먹이사슬을 따라 동물로 이동(㉢)하며, 이때 질소는 유기물 형태로 이동한다.

**07** ④ 생산자에 의해 유기물에 저장된 에너지는 먹이사슬을 통해 이동한다.

**오답** 피하기

① 1차 소비자가 보유한 에너지 총량은 441 kcal/m<sup>2</sup>·년이고, 2차 소비자가 보유한 에너지 총량은 39 kcal/m<sup>2</sup>·년이므로, 2차 소비자의 에너지효율은  $\frac{39}{441} \times 100 \approx 8.84\%$ 이다.

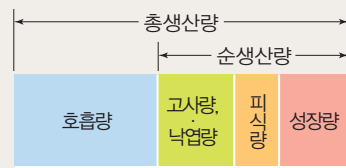
②, ⑤ 일반적으로 상위 영양단계로 갈수록 보유하고 있는 에너지 총량은 감소하고, 에너지효율은 증가한다.

③ 에너지는 빛에너지 형태로 생산자로 유입된 후 먹이사슬을 통해 이동하다가 열에너지 형태로 빠져나간다. 빠져나간 열에너지는 복사 에너지 형태로 우주공간으로 방출되므로 다시 생태계로 돌아오지 않는다. 따라서 에너지는 순환하지 않는다.

**08** ① 총생산량은 식물이 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량을 말하며, 총생산량에서 호흡량을 뺀 것이 순생산량이다.

문제 속 자료

생산자의 총생산량과 소비량



총생산량 = 호흡량 + 순생산량

- 총생산량: 식물이 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량
- 호흡량: 생산자의 호흡으로 소비되는 유기물의 양
- 순생산량: 총생산량에서 호흡량을 뺀 나머지
- 고사량, 낙엽량: 말라죽거나 낙엽으로 떨어진 양
- 피식량: 상위 영양단계 생물(1차 소비자)에게 먹힌 양
- 성장량: 순생산량에서 고사량, 낙엽량, 피식량을 제외한 나머지로, 식물이 최종적으로 보유하고 있는 양

**09** 1차 소비자가 일시적으로 증가하였으므로 ㉠에서는 생산자가 감소하고 2차 소비자가 증가하며, ㉡에서는 1차 소비자가 감소하고, ㉢에서는 2차 소비자가 감소하고 생산자가 증가하여 생태계평형이 회복된다.

ㄴ, ㄷ. 생태계평형은 먹이 관계에 의해 유지되는데, 먹이그물이 복잡할수록 생태계평형이 안정적으로 유지된다.

**오답** 피하기

ㄱ. ㉠ 과정에서 생산자는 감소하고, 2차 소비자는 증가한다.

**10** 늑대의 개체 수를 인위적으로 감소시켰을 때 일시적으로 사슴의 개체 수가 증가하였으나, 늘어난 사슴 개체 수에 의해 초원의 생산량이 감소하여 사슴 개체 수가 급격히 감소하였다.

- ㄱ. 초원의 풀은 생산자이고, 초식동물인 사슴은 1차 소비자, 사슴의 포식자인 늑대는 2차 소비자이다.
- ㄴ. 늑대 사냥이 허가된 직후 사슴 개체 수가 증가한 것은 사냥으로 인해 포식자인 늑대의 개체 수가 감소하였기 때문이다.
- ㄷ. 사슴의 개체 수가 증가하여 초원의 생산량이 감소하고 초원이 황폐해지면서 사슴의 개체 수가 감소하게 되었다.

내신 실전문제 | p.057~059 |

01 ㉓	02 ㉕	03 ㉔	04 ㉔	05 ㉔	06 ㉔
07 ㉑	08 ㉓	09 ~ 12 해설 참조			

- 01** (가)는 생물요소와 비생물요소를 모두 포함하는 생태계이다. (나)는 개체군 A~C로 이루어진 생물군집, (다)는 온도, 빛, 물, 토양, 공기 등으로 구성된 비생물요소이다. ㉑과 ㉔은 비생물요소와 생물요소의 상호작용, ㉕은 개체군 사이의 상호작용을 나타낸 것이다.
- ㄱ. 비생물요소 (다)는 그 지역에 서식하는 생물요소 (나)의 종류, 형태, 습성 등에 다양한 영향을 미친다.
  - ㄷ. 먹이사슬은 생물들 사이의 먹고 먹히는 관계이므로, 생물요소 사이의 상호작용(㉕)의 대표적인 예에 해당한다.
- 오답 피하기**
- ㄴ. 부레옥잠은 물에 떠서 살기 알맞도록 잎자루에 공기주머니가 발달해 있으므로, 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 ㉑의 예에 해당한다.
- 02** ㄱ. (가)에서 수생식물에 의해 수질오염이 정화되는 것은 생물이 환경에 영향을 주는 것이므로 A는 생물요소, B는 비생물요소이다.
- ㄴ. (나)에서 더운 곳에 사는 동물일수록 몸의 말단부가 길어지는 것은 열을 몸 밖으로 빨리 내보내기 위한 적응으로, 온도가 생물에 영향을 주는 예이다.
  - ㄷ. 토끼는 풀을 먹고 살며, 토끼의 배설물은 풀이 자라는데 필요한 양분이 되는 것은 생물과 생물 사이의 상호작용인 (다)의 예에 해당한다.
- 03** 바다의 깊이에 따라 투과되는 빛의 파장이 다르므로, 바다의 깊이에 따라 서식하는 해조류(녹조류, 갈조류, 홍조류)의 종류가 다르다. 따라서 (가)의 예는 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 것이므로, (가)는 ㉑에 해당한다.
- 비버로 인해 환경의 변화가 일어난 (나)의 예는 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이므로, (나)는 ㉔에 해당한다.

- ㄴ. 생물군집에서 분해자 역할을 하는 세균은 생물요소에 해당한다.
- 오답 피하기**
- ㄱ. (가)는 ㉑이다.
  - ㄷ. (다)는 생물과 생물 사이의 상호작용이므로, ㉕이다. 미생물이 사체를 분해하여 토양 속 무기물의 양이 증가하는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이므로 (나)의 예에 해당한다.

- 04** (가)는 생산자, (나)는 소비자, (다)는 분해자이다. ㉑은 공중 방전(번개)에 의한 질소 산화물 생성 과정, ㉔은 질소고정세균에 의한 질소고정 작용, ㉕은 생산자가 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)을 흡수해 단백질과 같은 크고 복잡한 물질을 합성하는 질소동화 작용이다.
- ㄷ. ㉕은 질소동화 작용이며, ㉕의 결과 식물체 내에서 단백질, 핵산이 합성된다.
- 오답 피하기**
- ㄱ. (가)는 생산자이다.
  - ㄴ. ㉑은 공중 방전(번개)에 의해 일어나고, ㉔은 질소고정세균에 의해 일어난다.
- 05** A는 생산자, B는 1차 소비자, C는 2차 소비자이다. 2차 소비자의 에너지효율이 20%이므로 B에서 C로 이동한 에너지는 100이다. 따라서 B에서 분해자로 이동한 에너지는 20이므로, A에서 B로 이동한 에너지는 100이다. 태양에서 A로 이동한 에너지가 1000이므로 A에서 분해자로 이동한 에너지 ㉑은 100이다. 그러므로 분해자에서 최종적으로 방출되는 에너지 ㉔은 125임을 알 수 있다.
- ㄴ. 1차 소비자가 가지고 있는 모든 유기물은 생산자로부터 받은 것이므로 1차 소비자가 사용하는 모든 유기물의 양은 생산자의 피식량에 포함된다.
- 오답 피하기**
- ㄱ. 1차 소비자의 에너지효율은  $\frac{100}{1000} \times 100 = 10\%$ 이다.
  - ㄷ. ㉑과 ㉔을 더한 값은  $100 + 125 = 225$ 이다.
- 06** 그림 (가)에서 A는 분해자, 광합성을 하는 B는 생산자이다. 그림 (나)에서 I은 생산자, II는 2차 소비자, III은 3차 소비자이다.
- ㄱ. B는 생산자이므로, (나)의 I에 해당한다.
  - ㄴ. II의 에너지효율은 20%이고, III의 에너지 효율은 25%이므로 에너지효율은 III이 II보다 높다.
- 오답 피하기**
- ㄷ. 생산자(B)의 에너지는 먹이사슬을 통해 이동하는 동안 각 영양단계에서 호흡을 통해 방출된다. 따라서 생산자, 소

비자, 분해자의 호흡량을 모두 더한 값은 1000이다.

- 07 (가)에서 2차 소비자의 에너지효율이 15 %이므로,  $\frac{15}{\text{㉠}} \times 100 = 15\%$ 에서 ㉠은 100이다. 3차 소비자의 에너지효율은 1차 소비자의 2배이므로  $\frac{\text{㉡}}{15} = 2 \times \frac{100}{1000}$ 에서 ㉡은 3이다.

(나)에서 ㉢는 총생산량, ㉣는 호흡량, ㉤는 순생산량, ㉥는 피식량이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 1차 소비자의 에너지량은 생산자가 1차 소비자에게 먹히는 피식량(㉥)에 포함된다.

ㄷ. 순생산량(㉤)은 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량인 총생산량(㉢)에서 호흡량(㉣)을 제외하고 남은 양이다.

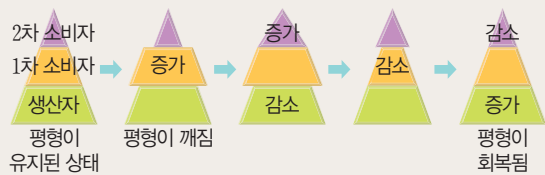
- 08 ㄱ. 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 생산자의 개체 수는 감소하고, 2차 소비자의 개체 수는 증가한다.  
 ㄷ. 1차 소비자의 개체 수가 감소하였으므로 생산자의 개체 수는 증가하고, 2차 소비자의 개체 수는 감소한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 생산자의 개체 수가 감소하였으므로 ㉠ 과정에서 생산자로부터 1차 소비자로 이동하는 유기물의 양은 감소한다.

**문제 속 자료**

**생태계평형 파괴와 회복 과정**



- 일시적으로 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 2차 소비자의 개체 수는 증가하고 생산자의 개체 수는 감소한다.
- 생산자의 개체 수가 감소하고 2차 소비자의 개체 수가 증가함에 따라 1차 소비자의 개체 수가 감소한다.
- 1차 소비자의 개체 수가 감소하면 2차 소비자의 개체 수는 감소하고 생산자의 개체 수가 증가하여 생태계가 원래의 상태를 회복한다.

- 09 **모범 답안** (1) (가) 생태계, (나) 생물군집, (다) 비생물요소  
 (2) ㉠은 비생물요소가 생물군집에 주는 영향, ㉡은 생물군집이 비생물요소에 주는 영향이다.

채점 기준	배점(%)
(1) (가)~(다)에 들어갈 알맞은 말을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2) ㉠과 ㉡의 상호작용을 모두 옳게 서술한 경우	70
㉠과 ㉡의 상호작용 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	40

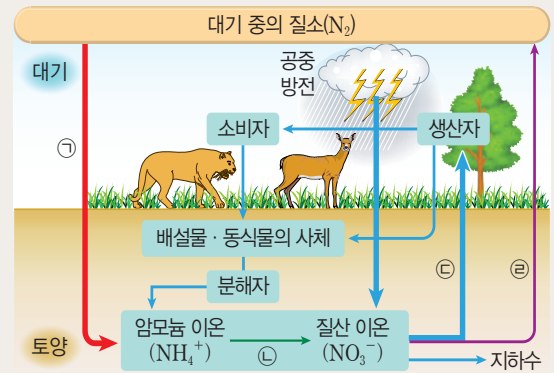
- 10 **모범 답안** (1) ㉠ 질소고정 작용 ㉡ 질산화 작용 ㉢ 질소동화 작용 ㉣ 탈질산화 작용

- (2) ㉠ 질소고정세균 ㉡ 질산화세균 ㉢ 탈질산화세균  
 (3) 식물이 뿌리를 통해 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이나 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )을 흡수하여 단백질과 같이 질소가 포함된 유기물을 합성하는 과정이다.

채점 기준	배점(%)
(1) 과정 ㉠~㉢의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	40
(2) ㉠, ㉡, ㉢에 관여하는 세균의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	15
과정 ㉢에서 흡수되는 물질과 그 물질을 이용하여 합성되는 물질들을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	45
과정 ㉢에서 흡수되는 물질만 포함하여 옳게 서술한 경우	10

**문제 속 자료**

**생태계에서의 질소 순환**



- 대기 중의 질소는 공중방전(번개)에 의해 질산 이온( $\text{NO}_3^-$ )이 되어 토양에 축적되거나, 질소고정세균에 의해 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )으로 전환되어 식물에 흡수된다. 또 암모늄 이온 중 일부는 질산화세균에 의해 질산 이온으로 전환된다.
- 암모늄 이온과 질산 이온은 생산자인 식물에 흡수되어 단백질과 같은 크고 복잡한 물질을 합성하는 데 이용되며, 합성된 물질은 먹이사슬을 따라 이동하여 최종적으로 분해자에 의해 분해된다.
- 토양 속의 질산 이온은 탈질산화세균에 의해 다시 질소 기체( $\text{N}_2$ )로 전환되어 대기 중으로 돌아간다.

- 11 **모범 답안** (1) 태양의 빛에너지  
 (2) 생산자는 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 화학 에너지 형태로 전환하여 생태계에 저장한다. 이렇게 저장된 에너지는 생물의 호흡이나 분해 과정에서 발생하는 열에너지 형태로 생태계 밖으로 방출된다.

채점 기준	배점(%)
(1) 태양의 빛에너지라고 옳게 쓴 경우	20
빛에너지 형태로 유입되고, 화학 에너지 형태로 저장되어 열에너지 형태로 방출되는 과정을 모두 옳게 서술한 경우	80
(2) 빛에너지와 화학 에너지를 포함하여 생태계로 유입된 에너지가 저장되는 과정을 옳게 서술한 경우	40
열에너지 형태로 생태계 밖으로 방출된다는 내용만 옳게 서술한 경우	30

- 12 **모범 답안** (1) 안정된 생태계에서는 어떤 요인에 의해 한 영양단계의 개체 수가 일시적으로 증가하거나 감소하더라도 다른 영양단계와의 먹이 관계에 따른 상호작용을 통해 원래

의 상태로 회복한다. 또한, 생태계의 먹이그물이 복잡하게 형성될수록 한 생물종의 개체 수 변화가 다른 생물종에 미치는 영향이 줄어들어 생태계평형이 잘 유지된다.

(2) • 홍수, 가뭄, 화산 폭발, 산불 등과 같은 자연재해로 인해 생물의 서식지가 파괴되거나 생물의 개체 수가 급격히 변하여 생태계평형이 깨질 수 있다.

• 삼림 벌목, 공장 폐수나 농약 사용으로 인한 오염, 무분별한 개발, 외래종 유입 등과 같은 사람의 활동이나 간섭에 의한 인위적 요인으로도 생물의 서식 환경이 변화되어 생태계 평형이 깨질 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	생태계평형 유지 원리를 각 영양단계의 개체 수 변화와 먹이 관계를 포함하여 옳게 서술한 경우	50
	먹이그물이 복잡할수록 생태계평형이 잘 유지된다는 내용만 포함하여 서술한 경우	20
(2)	생태계평형 파괴 요인을 자연재해와 사람의 활동이나 간섭의 입장으로 구분하고, 각 예를 제시하며 옳게 서술한 경우	50
	생태계평형 파괴 요인을 자연재해와 사람의 활동이나 간섭의 입장 중 한 가지만 예를 제시하며 옳게 서술한 경우	25

## 06 개체군과 군집의 특성

### 탐구 기출 문제

| p.065 |

01 ③ 02 ④

01 조사한 각 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 각각 더한 값은 100이므로 ㉠은 40이고, 중요치는 각 종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 더한 값으로 표와 같다.

종	상대밀도(%)	상대빈도(%)	상대피도(%)	중요치
A	10	20	㉠ (40)	70
B	30	? (50)	30	110
C	60	30	30	120

따라서 우점종은 종 C이고, 상대밀도는 각 종의 개체 수를 전체 개체 수로 나누어 백분율로 나타낸 것이므로 종 C의 개체 수는 종 B의 개체 수의 2배이다.

02 종 A~C의 상대빈도를 모두 더한 값은 100이므로 (가)는 개체 수, (나)는 상대빈도이다. 상대밀도는 각 종의 개체 수를 전체 개체 수로 나누어 백분율로 나타낸 것이다.

종 A~C의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도, 중요치를 구하면 표와 같으며, 종 C의 중요치가 가장 크므로 우점종은 종 C이다.

종	(가) 개체 수	상대밀도 (%)	(나) 상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치
A	4	12.5	20	25	57.5
B	12	37.5	30	40	107.5
C	16	50	? (50)	? (35)	135

오답 피하기

㉠. (가)는 개체 수이다.

### 세미나 기출 문제

| p.067 |

01 ③

01 A는 양수림, B는 음수림이고, 이 식물군집은 음수림(B)에서 극상을 이룬다.

오답 피하기

ㄷ. 과정 (가)에서 층상구조가 발달하므로, 지표면에서 도달하는 빛의 세기는 감소한다.

### 내신 기초 문제

| p.068~069 |

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

01 개체군은 일정 지역에 모여 사는 같은 종의 무리이고, 개체군밀도는 일정 지역에 서식하는 개체군의 단위 면적당 개체 수이다. 출생, 사망, 이입, 이출 등은 개체군밀도에 영향을 주는 요인에 해당한다.

02 A는 J자형 성장곡선이고, B는 S자형 성장곡선이다. 환경 저항으로 인해 개체군의 크기가 일정 크기 이상으로 증가하지 못하여 S자형 성장곡선이 나타난다.

오답 피하기

ㄴ. B의 구간 I에서 개체 수가 증가하고 있으므로 개체군 밀도는 증가한다.

03 개체군밀도는 개체군을 구성하는 개체 수를 개체군이 서식하는 공간의 면적으로 나눈 값이므로, 개체 수가 증가하거나 서식지 면적이 감소하면 증가한다.

오답 피하기

③, ④ 개체의 이출이나 사망은 개체 수를 감소시키므로 개체군밀도를 감소시키는 요인에 해당한다.

04 개체군생존곡선의 유형이 I형인 생물은 사람, 코끼리와 같은 대형 포유류 등이고, II형인 생물은 다람쥐, 조류 등이며, III형인 생물은 굴, 어류, 개구리 등이다.

05 제시된 자료에서 빛의 세기, 수온, 영양염류의 양은 돌말 개체군의 크기가 계절에 따라 주기적으로 변동하는 데 영향을 준 요인에 해당한다.

오답 피하기

- ① 돌말 개체군밀도는 봄이 가장 높다.
- ②, ③ 늦은 봄 돌말의 개체 수 감소와 여름에 돌말의 개체 수가 적은 것은 영양염류의 양이 감소했기 때문이다.
- ④ 초가을에 영양염류의 양이 증가하여 돌말의 개체 수가 일시적으로 증가하였다.

06 군집은 여러 개체군으로 구성되며, 각 개체군은 역할에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분된다. 군집을 구성하는 생산자와 소비자가 먹이사슬은 형성하며, 먹이사슬의 각 단계를 이루는 종이 다양할수록 군집이 안정된다.

07 우점종은 시베리아낙엽송과 같이 군집에서 개체 수가 가장 많거나 가장 넓은 면적을 차지하여 군집 내 영향력이 큰 종이다. 핵심종은 땀을 쌓아 숲을 습지로 만드는 비버와 같이 군집의 구조를 유지하는 데 큰 역할을 하는 종이다.

오답 피하기

나. 지표종은 대기오염 물질인 이산화 황의 농도가 낮은 곳에서 서식하는 지의류 같이 특정 군집에서만 볼 수 있어 그 군집의 특징을 나타내는 종이다. 개체 수가 매우 적어 특정 지역에서만 발견되며, 보호종으로 지정된 경우가 많은 종은 희소종이다.

08 각 종의 밀도는 각 종의 개체 수를 조사한 면적으로 나눈 값이다. 빈도는 각 종이 출현한 방형구 수를 조사한 방형구 수로 나눈 값이다. 피도는 각 종이 차지하는 면적을 조사한 면적으로 나눈 값이다. 종 A와 B의 밀도, 빈도, 피도를 표로 나타내면 다음과 같다.

종	밀도(수/m <sup>2</sup> )	빈도	피도
A	4	1	0.16
B	4	0.5	0.16

오답 피하기

- ㄱ. 종 A와 B는 개체 수가 8로 서로 같으므로 밀도는 서로 같다.
- ㄴ. 종 A와 B가 방형구 내에서 차지하는 면적이 서로 같으므로 피도는 서로 같다.

09 위도나 고도에 따른 기온, 강수량 등의 환경요인에 의해 식물군집의 분포가 달라진다.

오답 피하기

- ㄱ. (가)는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이에 의해 나타나는 식물군집의 분포를 나타낸 수평분포이다. (나)는 고도에 따른 식물군집의 분포를 나타낸 수직분포이다.

10 A는 초원, B는 음수림이다. 초원(A)에서가 층상구조가 발달한 음수림(B)에서보다 지표면에 도달하는 빛의 세기가 강하다.

오답 피하기

- ㄱ. 호수에서 습지를 거쳐 시작되는 천이는 1차 천이 중 습성천이이다.

내신 실전문제

| p.070~073 |

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

01 ㄱ. 개체군(㉠)은 일정한 지역에 서식하는 같은 종의 무리이다. 개체군 내 개체 수는 이입, 출생 등에 의해 증가하고, 이출, 사망 등에 의해 감소한다.

- ㄴ. 개체군밀도는 일정한 공간에 서식하는 개체 수로, 출생, 이입으로 개체 수가 증가할수록 개체군밀도가 높아진다.
- ㄷ. 환경저항에 의해 개체군의 크기가 조절되므로 환경저항은 개체 수 변화 요인 (가)와 (나)에 모두 영향을 준다.

02 A의 구간 I에서 개체 수가 증가하므로 출생한 개체 수가 사망한 개체 수보다 많다. B의 구간 II에서 개체 수가 증가하고, 개체군밀도는 개체 수에 비례하므로 구간 II에서 개체군밀도는 증가한다.

오답 피하기

- ㄱ. A는 J자형 성장곡선이고, B는 S자형 성장곡선이다.

03 표는 개체군생존곡선의 유형 중 I형~III형의 특징을 나타낸 것이다.

유형	특징
I형	적은 수의 개체가 출생하지만, 부모의 보호를 받아 초기 사망률이 낮고, 대부분의 개체가 수명을 다하고 죽는다. 예) 사람, 코끼리, 사자 등
II형	각 연령층에서 사망률이 비교적 일정하다. 예) 다람쥐, 조류(새), 히드라 등
III형	많은 수의 개체를 낳지만, 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 수가 적다. 예) 개구리, 어류, 굴, 식물 등

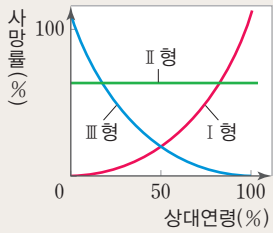
X는 사람으로, 개체군생존곡선의 유형 중 I형에 해당한다. Y는 굴로, III형에 해당한다. 나머지 Z는 다람쥐이고, II형에 해당한다.

오답 피하기

- ㄴ. 초기 사망률이 높아 성체로 성장하는 개체 수가 적은 것은 개체군생존곡선의 유형 중 III형에 해당하는 특징이다.

**보충 자료**

**개체군의 사망률 곡선**



- 초기 사망률은 I형이 III형보다 낮고, 후기 사망률은 I형이 III형보다 높다.
- II형의 경우 연령대별로 사망률이 비교적 일정하게 나타난다.

**04** 서로 다른 개체군 사이의 먹고 먹히는 상호 관계에 의해 개체군의 크기는 주기적으로 변동한다. ㉠은 증가, ㉡은 감소이다. 토끼 개체군에는 항상 환경저항이 작용한다.

**오답 피하기**

ㄴ. (가)에서 토끼 개체 수가 증가(㉠)하므로 토끼 개체군의 개체군밀도는 증가한다.

**05** 군집을 구성하는 개체군 중 빛에너지를 흡수하여 유기물을 합성하는 A는 생산자, 생물의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 분해하는 B는 분해자, 나머지 C는 생산자(A)나 다른 소비자를 섭취하여 유기물을 얻는 소비자이다.

**오답 피하기**

③ 균류에 속하는 곰팡이는 분해자(B)에 해당한다.

**06** 군집 내 개체 수가 가장 많거나 가장 넓은 면적을 차지하는 (가)는 우점종이고, (나)는 특정 군집에서만 볼 수 있어 그 군집의 특징을 나타내는 지표종이다. 핵심종의 예로는 담치를 잡아먹는 불가사리, 강에 댐을 쌓는 비버 등이 있다.

**07** 종 B의 개체 수는 A의 2배이므로 개체군밀도는 B가 A의 2배이다. 종 A의 상대빈도는

$$\frac{\text{종 A의 빈도}}{\text{종 A의 빈도} + \text{종 B의 빈도}} \times 100 \text{이므로 } 40\% \text{이다.}$$

**오답 피하기**

ㄱ. 관찰된 방형구 수는 빈도가 높은 종 B가 A보다 많다.

**08** 밀도 =  $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적}}$  이고,

$$\text{상대밀도} = \frac{\text{특정 종의 밀도}}{\text{모든 종의 밀도의 합}} \times 100 \text{이다.}$$

상대밀도는 주어진 자료를 이용하여 다음과 같이 구할 수도 있다.

$$\text{상대밀도} = \frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{조사한 종의 개체 수의 합}} \times 100$$

따라서 지역 (가)에서 종 A의 상대밀도는

$$\frac{8}{25} \times 100 = 32\% \text{이다.}$$

**오답 피하기**

ㄴ. 지역 (가)와 (나)에서 종 B의 개체 수는 8로 서로 같지만, (가)의 면적이 (나)의 2배이므로 종 B의 밀도는 (가)에서 (나)에서의  $\frac{1}{2}$ 배이다.

ㄷ. 중요치(상대밀도+상대빈도+상대피도)가 가장 큰 개체군이 우점종이다. 종 B와 C는 빈도와 피도가 서로 같으므로 개체 수가 많은 종 B가 C보다 상대밀도가 크다. 따라서 (나)에서 우점종은 종 B이다.

**09** 사막(나)은 강수량이 매우 적고 바람이 강한 곳에서 형성되며 열대사막, 온대사막, 툰드라 등이 있다.

**오답 피하기**

- ㄱ. 숲이 우거진 육상군집(가)은 삼림이다.
- ㄷ. 열대우림은 삼림(가)에 해당하고, (다)는 초원이다.

**보충 자료**

**육상군집의 종류에 따른 특징과 예**

삼림	초원	사막
기온이 높고, 강수량이 많은 지역에서 발달	삼림보다 강수량이 적은 지역에서 발달	기온이 낮고, 강수량이 적은 지역에서 발달
열대우림, 낙엽수림, 침엽수림	열대초원 (사바나), 온대초원	열대사막, 온대사막, 툰드라

**10** ㉠은 침엽수림, ㉡은 혼합림, ㉢은 낙엽활엽수림이다. ㉠~㉢ 중 양수가 우점종인 곳은 침엽수림(㉠)이다. 혼합림(㉡)에서는 침엽수와 활엽수가 같이 존재한다. 자료는 군집의 수직분포로, 특정 지역에서 고도가 높아질수록 온도가 낮아지면서 나타나는 식물군집의 분포이다.

**11** 토양층이 형성되지 않은 용암 대지에서부터 시작되는 천이는 1차 천이 중 건성천이에 해당한다. A는 지의류, B는 초원이다. 1차 천이(건성천이)의 과정은 용암 대지(맨땅) → 지의류 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상) 순이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 용암대지는 건조하고 양분이 부족한 환경으로 초원(B)에서보다 토양층이 발달하지 않았다.

**12** ㄱ, ㄴ. 관목림 이후 단계인 C는 양수림, A는 음수림이다. ㉠에서 산불이 일어나 2차 천이가 시작되면 초원부터 천이가 진행되므로 B가 초원이다.

ㄷ. 앞의 평균 두께는 양수림의 우점종이 음수림의 우점종보다 두껍다. 이는 양수인 식물이 강한 빛에 적응해 잎을 두껍게 발달시키기 때문이다.

**13** ㄷ. 건성천이와 습성천이 모두 극상일 때 우점종은 음수이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 극상은 천이의 후기에 나타나며 안정된 군집을 이룬 상태이다.

ㄴ. 온대 지방에서 일어나는 식물군집의 천이 과정에서 극상일 때 우점종은 음수림이다. 혼합림은 음수림 이전에 나타나므로 극상인 음수림 이후에 혼합림이 나타나지 않는다.

**14** **모범 답안** (1) A의 개체군밀도: 200 마리/m<sup>2</sup>, B의 개체군 밀도: 100 마리/m<sup>2</sup>

(2) 개체 수가 일정하게 유지되는 시점에서 개체군 A의 개체 수가 B의 개체 수보다 많으므로 환경수용력은 A가 B보다 크다.

(3) 개체 수가 증가하면 먹이 부족, 단위 개체당 서식 공간 부족, 노폐물 증가 등과 같은 환경저항이 증가하므로 사망 개체 수가 증가한다. 따라서 개체 수가 많은 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 환경저항이 크게 작용하므로 개체군 A에서 사망 개체 수는 t<sub>1</sub>일 때가 t<sub>2</sub>일 때보다 적다.

**[서술형 TIP]** 개체군밀도는 단위 면적당 개체 수를 의미하므로 개체 수의 단위인 마리와 면적의 단위인 m<sup>2</sup>를 이용하여 표시해야 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	개체군 A와 B의 개체군밀도를 단위를 포함하여 각각 옳게 쓴 경우	20
(2)	개체군 A와 B의 환경수용력을 옳게 비교한 경우	30
(3)	환경저항과 연관 지어 t <sub>1</sub> 과 t <sub>2</sub> 일 때 사망 개체 수를 옳게 비교하여 서술한 경우	50
	사망 개체 수에 대한 비교만 옳게 서술한 경우	20

**15** **모범 답안** (1) I형, 부모의 보호를 받아 대부분이 성체로 성장하는 I형이 III형보다 한 개체당 출생하는 자손 수가 적다.

(2) II형인 생물에서 사망하는 개체 수는 구간 ㉠에서가 구간 ㉡에서보다 많다.

**해설** 개체군생존곡선의 유형이 I형인 생물은 초기 사망률이 낮고, III형인 생물은 초기 사망률이 높아 개체군을 유지하기 위해 번식 가능한 성체로 성장하는 비율이 서로 다르다.

채점 기준		배점(%)
(1)	I형이라 쓰고, I형에 해당하는 생물이 한 개체당 자손 수가 적은 까닭을 옳게 서술한 경우	60
	I형이라고만 옳게 쓴 경우	20
(2)	구간 ㉠과 ㉡에서 II형인 생물이 사망하는 개체 수를 옳게 비교하여 서술한 경우	40

**16** **모범 답안** (1) 저위도에서 고위도로 갈수록 기온이 낮아진다.

(2) A는 열대우림이다. 위도는 같지만 강수량이 많은 지역에서 A(열대우림)가 형성되고, 강수량이 적은 지역에서 B(열대사막)가 형성된다.

**해설** 위도에 따라 연평균기온이 다르며, 같은 위도라도 강수량에 따라 다양한 식물군집의 분포가 나타난다.

채점 기준		배점(%)
(1)	저위도에서 고위도로 갈수록 기온이 낮아진다고 옳게 서술한 경우	30
(2)	열대우림이라 쓰고, A와 B의 생태분포가 다른 까닭을 옳게 서술한 경우	70
	열대우림이라고만 옳게 쓴 경우	30

**17** **모범 답안** (1) 토양 속 무기물의 양이 증가한다.

(2) A는 양수림이다. 양수림(A)이 형성되면 지표면에 도달하는 빛의 세기가 약해진다. 그 결과, 양수 묘목은 잘 자라지 못하지만, 음수 묘목은 자랄 수 있으므로 점차 음수림(B)으로의 천이가 일어난다.

**[서술형 TIP]** 천이 초기와 후기에 영향을 주는 환경요인을 구분하고, 각 환경요인이 식물의 생장에 미치는 영향을 고려하여 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	과정 (가)에서 토양 속 무기물의 양 변화를 옳게 서술한 경우	30
(2)	양수림이라 쓰고, 제시한 글을 모두 포함하여 천이 과정을 옳게 서술한 경우	70
	양수림이라 쓰고, 제시한 글 중 두 개만 포함하여 천이 과정을 옳게 서술한 경우	40
	양수림이라고만 옳게 쓴 경우	10

## 07 개체군과 군집 내 상호작용

### 탐구 기출 문제

| p.077 |

01 ㉡

**01** ㉠은 개체군 내 상호작용을, ㉡은 군집 내 상호작용을 나타낸 것이다. 올빼미가 자신의 세력권을 형성하는 것은 개체군 내 상호작용인 텃세의 예이며, 청소노래기가 곰치의 이빨에 낀 찌꺼기를 청소해 주고, 청소노래기는 먹이를 얻는 것은 군집 내 상호작용인 상리공생으로 ㉡에 해당한다.

### 세미나 기출 문제

| p.079 |

01 ㄱ, ㄷ 02 ㉡

**01** 단독 배양했을 때 종 A와 B의 개체군성장곡선은 모두 S자형 성장곡선을 나타낸다. (나)에서 종 A와 B의 개체군의 크기는 포식과 피식의 관계에 의해 주기적으로 변동한다.

**오답 피하기**

ㄴ. (나)에서 종 A의 개체 수가 증가하면 B의 개체 수가 증

가하고, B의 개체 수가 증가하면 A의 개체 수가 감소하므로 B는 A의 포식자이다.

- 02** 생태적 지위가 겹치는 종 A와 B를 함께 배양하면 종간경쟁이 일어나 경쟁에서 이긴 A만 살아남고, B는 개체 수가 점점 감소하다가 사라지는 ⑤와 같은 양상을 보인다.

**오답 피하기**

②는 포식과 피식, ③은 상리공생, ④는 편리공생에 의한 개체군의 크기 변화이다.

**내신 기초문제** | p.080~081 |

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

- 01** 텃새, 리더제, 순위제, 사회생활, 가족생활 등은 개체군 내 상호작용에, 분서는 군집 내 상호작용에 해당한다.
- 02** 먹이, 배우자, 서식 공간을 차지하기 위해 자신의 영역(세력권)을 점유하여 다른 개체의 침입을 막는 개체군 내 상호작용은 텃새이다.
- 03** 개체군 내 상호작용은 일정한 지역에 서식하는 같은 종으로 구성된 집단 내 개체 사이에서 먹이, 배우자, 서식 공간에 대한 과도한 경쟁을 줄이기 위해 일어난다.
- 오답 피하기**
- ㄱ. 기생, 상리공생은 군집 내의 개체군 사이에서 나타나는 상호작용이다.
- 04** (가)는 가족생활, (나)는 텃새, (다)는 리더제이다. 큰기러기가 다른 지역으로 이동할 때 집단 내 리더를 따라 이동하는 것은 리더제(다)의 예에 해당한다.
- 05** 암탉이 개체군 내 서열에 따라 먹이를 먹는 순서를 결정하는 것은 순위제, 코끼리 개체군 내에서 경험 많은 개체가 무리 전체를 통솔하는 것은 리더제의 예에 해당한다.

**보충 자료**

개체군 내 상호작용의 예

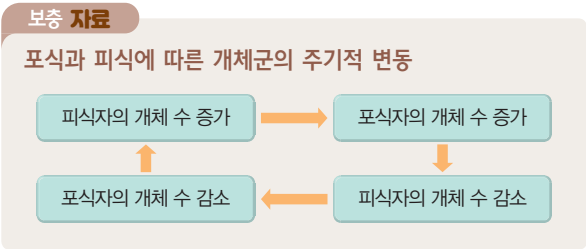
상호작용	생물의 예
텃새	은어, 까치, 물개 등
순위제	암탉, 고릴라, 큰뿔양 등
리더제	코끼리, 기러기, 순록 등
사회생활	개미, 벌 등
가족생활	사자, 코끼리, 곰, 침팬지 등

- 06** 군집 내 개체군 사이에서는 먹이, 서식 공간 등에 대한 과도한 경쟁을 줄이기 위한 다양한 상호작용이 나타난다.

**오답 피하기**

ㄷ. 배우자는 개체군 내의 개체 사이에서 상호작용이 나타나게 하는 원인에 해당한다.

- 07** 생태계를 구성하는 생물요인 사이에서 나타나는 상호작용은 개체군 내 상호작용과 군집 내 상호작용으로 구분된다. 개체군 내 상호작용에는 텃새, 리더제, 순위제, 사회생활, 가족생활 등이 있고, 군집 내 상호작용에는 종간경쟁, 분서, 기생, 상리공생, 포식과 피식 등이 있다.
- 08** 눈신토끼 개체군과 스라소니 개체군의 크기가 주기적으로 변동하는 것은 포식자인 스라소니와 피식자인 눈신토끼 사이에서 포식과 피식에 의한 결과이다.



- 09** (가)는 종간경쟁, (나)는 상리공생이다. 종간경쟁을 하는 두 개체군은 모두 손해를 보고, 상리공생을 하는 두 개체군은 모두 이익을 얻는다.
- 오답 피하기**
- ㄱ. (가)는 손해를 보는 개체군이 있는 상호작용이므로 종간경쟁이다.
- 10** 종간경쟁은 생태적 지위가 겹치는 두 종 사이에서 나타나는 상호작용이다. 여러 종의 아메리카솔새가 경쟁을 피하기 위해 활동 영역을 나누어 사는 것과 큰홍학, 청둥오리 등이 먹이의 종류를 달리하여 경쟁을 피하는 것은 모두 군집 내 상호작용 중 분서에 해당한다.

**내신 실전문제** | p.082~083 |

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

- 01** (가)는 텃새, (나)는 사회생활, (다)는 순위제이다. 세력권은 개체가 먹이, 배우자, 서식 공간 등을 점유하는 영역이다. 개체군은 일정 지역에 서식하는 같은 종으로 구성된 개체의 무리이다.
- 02** ㄴ. (나)의 사자 무리는 혈연관계의 집단으로 구성되어 생활하므로 개체군 내 상호작용 중 가족생활이 나타난다.  
 ㄷ. 개체군 내 상호작용은 먹이, 배우자, 서식 공간에 대한 개체 간 과도한 경쟁을 줄여 개체군이 안정적으로 유지될 수 있게 한다.

**오답 피하기**

ㄱ. (가)의 기러기 떼는 리더를 따라 개체들이 이동하므로 개체군 내 상호작용 중 리더제가 나타난다.

**03** 개미가 개체군 내에서 일개미, 여왕개미, 병정개미 등으로 구성원의 역할을 분담하는 것은 개체군 내 상호작용 중 사회생활에 해당한다. 따라서 A와 B는 한 개체군에 속한 서로 다른 개체이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 개체군은 일정한 지역에 서식하는 하나의 종으로 구성된 개체들의 모임이므로 A와 B는 서로 같은 종이다.

**04** 포식과 피식 관계인 두 개체군에서 포식자의 개체 수가 증가하면 피식자에 작용하는 환경저항이 증가하므로 피식자의 개체 수는 감소한다. 따라서 개체군 A는 포식자, 개체군 B는 피식자이다. 포식과 피식 관계인 두 개체군의 크기는 주기적으로 변동한다.

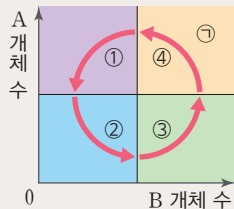
**오답 피하기**

ㄱ. 개체군 A는 포식자이다.

ㄴ. 구간 ①에서 개체군 A의 개체 수는 증가하고, B의 개체 수는 감소하므로 개체군 A와 B 중 이익을 얻는 개체군은 A이다.

**문제 속 자료**

포식과 피식에 따른 개체군의 주기적 변동



구간	상태	A(포식자) 개체 수 변화	B(피식자) 개체 수 변화	변동
①	피식자 많고 포식자 많음 → 피식자 감소	감소	감소	피식자가 많이 잡아 먹혀 줄고, 먹이 감소로 포식자의 개체 수도 점차 줄어들음.
②	피식자 적고 포식자도 적음	감소 → 증가	증가	포식자의 개체 수가 적어 피식자의 개체 수가 다시 늘어나기 시작
③	피식자 많고 포식자 적음	증가	증가	피식자 개체 수가 늘어나자, 먹이가 풍부해 포식자의 개체 수가 증가하기 시작
④	피식자 많고 포식자도 많음	증가 → 감소	감소	포식자의 개체 수가 늘어나 피식자의 개체 수가 다시 감소 → 주기 순환 시작점(①)으로 돌아감

**05** 종 A와 B의 개체 수는 따로 배양했을 때가 함께 배양했을 때보다 많으므로 종 A와 B 사이의 상호작용은 두 종 모두에게 손해가 되는 상호작용이다. 그림 (나)에서 종 B의 개체 수가 0이 되어 사라지는 경쟁배타가 일어났으므로 종 A와 B 사이의 상호작용은 종간경쟁이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 상리공생은 상호작용하는 두 종이 모두 이익을 얻는 것이다.

ㄷ.  $t_2$ 일 때 개체군밀도는 개체 수가 많은 종 A가 B보다 크다.

**06** 개체군은 하나의 종으로 구성된다. ㉠은 개체군 A에서 나타나는 상호작용이므로 개체군 내 상호작용이고, ㉡은 서로 다른 개체군인 A와 B 사이에 나타나는 군집 내 상호작용이다. 열대열말라리아원충은 사람의 몸속에 살면서 적혈구에서 양분을 얻으므로 (가)는 기생이다. 흰동가리는 말미잘의 보호를 받고, 말미잘은 흰동가리가 유인한 먹이를 먹으며 서로 이익을 얻으므로 (나)는 상리공생이다. 기생(가)과 상리공생(나)은 모두 군집 내 상호작용이므로 ㉠에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 상호작용하는 두 개체군이 모두 이익을 얻는 군집 내 상호작용은 상리공생이다.

**07** **모범 답안** (1) 세력권

(2) 텃세

(3) 순위제, 리더제, 사회생활, 가족생활 중 한 가지, 개체군 내 과도한 경쟁을 막는다. 또는 과도한 경쟁을 줄여 개체군을 안정적으로 유지할 수 있게 한다. 등

**해설** 개체군 내 상호작용은 개체군 내 개체 사이의 과도한 경쟁을 줄여 개체군을 안정적으로 유지하는 데 도움이 된다.

**[서울형 TIP]** 개체군 내 상호작용이 나타나는 까닭과 관련하여 개체군이 얻을 수 있는 이점을 연결하여 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	세력권이라고 옳게 쓴 경우	20
(2)	텃세라고 옳게 쓴 경우	20
(3)	텃세 외의 개체군 내 상호작용 중 한 가지를 쓰고, 과도한 경쟁을 줄인다는 내용을 포함하여 개체군 내 상호작용의 장점을 옳게 서술한 경우	60
	텃세 외의 개체군 내 상호작용 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	20

**08** **모범 답안** (1) 상리공생

(2) • 동박새는 동백꽃의 꽃가루받이를 돕고 동백꽃으로부터 꿀을 얻는다.

• 흰동가리는 말미잘의 보호를 받고, 말미잘은 흰동가리가 유인한 먹이를 먹는다.

• 뿌리혹세균은 콩과식물에게 질소 화합물을 제공하고, 콩과식물은 뿌리혹세균에게 양분을 제공한다.

- 흰둥가리는 말미잘의 보호를 받고, 말미잘은 흰둥가리가 유인한 먹이를 먹는다.
- 균류는 살 곳을 제공하고, 조류는 양분을 제공한다. 등 중 한 가지

**해설** 함께 배양했을 때 시간이 지날수록 종 A와 B의 개체 수가 각각 증가하므로 이 두 종은 서로에게 이익을 얻는 상리공생 관계이다.

**(서술형 TIP)** 상리공생하는 두 생물종이 서로에게 주는 이익이 무엇인지를 포함하여 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	상리공생이라고 옳게 쓴 경우	30
(2)	상리공생의 예 중 한 가지를 두 생물종이 서로에게 미치는 영향을 포함하여 옳게 서술한 경우	70
	상리공생 관계의 생물종 이름만 옳게 쓴 경우	30

**단원 마무리 문제**

| p.086~091 |

- |          |      |          |          |         |
|----------|------|----------|----------|---------|
| 01 ⑤     | 02 ② | 03 해설 참조 | 04 ③     | 05 ㄱ, ㄷ |
| 06 ⑤     | 07 ① | 08 ③     | 09 ④     | 10 ③    |
| 11 해설 참조 | 12 ⑤ | 13 ㄴ     | 14 ②     | 15 ②    |
| 16 ①     | 17 ⑤ | 18 해설 참조 | 19 ③     | 20 ②    |
| 21 해설 참조 | 22 ⑤ | 23 ①     | 24 해설 참조 |         |
| 25 ②     | 26 ① |          |          |         |

- 01** 항말라리아제인 퀴닌에 내성을 갖는 말라리아원충이 나타난 것은 적응과 진화의 예이다.  
 ⑤ 먹이에 따라 갈라파고스핀치의 부리 모양이 다른 것은 적응과 진화의 예이다.  
**오답 피하기**  
 ① 올챙이가 자라서 개구리가 되는 것은 발생의 예이다.  
 ② 식물이 빛이 비치는 방향으로 휘어 자라는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.  
 ③ 밀가루 반죽에 효모를 넣어두면 효모의 세포호흡 과정에서 생성되는 이산화 탄소를 인해 밀가루 반죽이 부풀어 오른다. 이는 물질대사의 예이다.  
 ④ 아들이 어머니의 형질을 물려받는 현상은 유전의 예이다.
- 02** '세포 구조로 되어 있다.'는 바이러스와 세균 중 세균만 갖는 특성이므로 A는 세균, B는 바이러스이다.  
 ㄴ. '유전물질을 가지고 있다.'는 세균과 바이러스가 모두 갖는 특성이므로 ㉠에 해당한다.  
**오답 피하기**  
 ㄱ. A는 세균이고, B가 바이러스이다.  
 ㄷ. '독립적으로 물질대사를 한다.'는 세균만 갖는 특성이므로 ㉠에 해당한다.

**03** **모범 답안** (1) 생명과학은 생명 현상을 탐구하여 생명을 유지하는 원리를 이해함으로써 생명의 본질을 밝히고, 그 성과를 인류의 복지에 응용한다.

(2) 현대 생명과학은 다른 여러 학문 분야와 영향을 주고받으면서 발달하고 있어 현대 생명과학의 성과는 다른 학문 분야의 성과와 결합하여 나타난다.

**(서술형 TIP)** 생명과학을 연구하는 목적과 생명과학의 특성을 구분하여 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	생명과학의 연구 목적을 옳게 서술한 경우	50
(2)	생명과학의 통합적 특성을 옳게 서술한 경우	50

**04** A는 신경조직, B는 신경계이다.

ㄷ. 뇌(㉠)와 심장은 모두 기관에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 신경계(B)의 구성 단계는 기관계로, 기관계는 동물의 구성 단계에만 있다. 식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직체 → 기관 → 개체 순이다.

**05** (가)는 조직, (나)는 조직체, ㉠은 울타리조직, ㉡은 물관조직과 체관조직으로 구성되어 있는 관다발조직계이다.

ㄱ. 울타리조직(㉠)은 조직 단계이므로, 동물과 식물에 모두 있는 구성 단계이다.

ㄷ. 조직계(나)는 여러 조직이 모여서 이루어진 구성 단계이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 관다발조직계(㉡)는 (나)의 예에 해당한다.

**06** ㄱ. A는 호흡계로, 폐에서 산소와 이산화 탄소의 가스교환이 일어난다.

ㄴ. 글라이코젠의 합성은 소화계(B)에 속하는 기관인 간에서 일어난다.

ㄷ. 심장은 순환계(C)에 속하므로 ㉠에 해당한다.

**07** ㉠의 분해 과정에서 암모니아가 생성되었으므로 ㉠은 아미노산이다.

ㄱ. ADP와 무기인산이 ATP로 합성되는 과정인 (가)는 동화작용에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 글라이코젠이 분해되면 포도당이 생성되며, 세포호흡 결과 이산화 탄소와 물이 생성된다.

ㄷ. ATP가 합성되는 과정 (가)에서 ㉠이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부가 흡수되며, ATP가 분해되는 과정 (나)에서는 ATP에 저장되어 있던 에너지가 방출되어 생명활동에 이용된다.

**08** (가)는 ATP, (나)는 ADP이다. ㉠은 ATP가 ADP로 분해되는 이화작용으로, 에너지가 방출된다. ㉡은 ADP가

ATP로 합성되는 동화작용으로, 에너지가 흡수된다.

나. ATP 합성 과정인 ㉠은 주로 미토콘드리아에서 일어난다.

**오답** 피하기

다. ATP(가)에 세포호흡에서 방출된 에너지가 저장된다.

- 09** 혈중 콜레스테롤이나 중성지방의 농도가 높은 증상을 나타내는 질환인 (가)는 고지질혈증으로, 당뇨, 고혈압, 동맥경화 등의 원인이 된다. 혈중 포도당 농도가 정상보다 높아지는 질환인 (나)는 당뇨병이다.

ㄱ. (가)는 고지질혈증이다.

나. 고지질혈증은 고혈압의 원인이 되므로 고혈압은 ㉠의 예에 해당한다.

**오답** 피하기

다. 당뇨병 환자는 오줌으로 포도당이 배출되며, 오줌을 자주 누고 갈증을 자주 느끼는 증상이 나타난다.

- 10** A는 소화계, B는 순환계, C는 배설계이다.

ㄱ. A는 음식을 분해하여 영양소를 체내로 흡수하는 기능을 하므로 소화계이다.

다. 세포호흡을 통해 단백질이 분해되면 질소 노폐물인 암모니아가 생성되는데, 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환되어 배설계(C)를 통해 몸 밖으로 배출된다. 따라서 요소는 간에서 생성되는 노폐물에 해당한다.

**오답** 피하기

나. 간은 소화계(A)에 속한다. B는 순환계이다.

- 11** **모범 답안** (1) ㉠ 산소(O<sub>2</sub>) ㉡ 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>) ㉢ 산소(O<sub>2</sub>) ㉣ 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)

(2) 허파꽂리에서 받아들인 산소(O<sub>2</sub>)는 순환계를 통해 조직 세포로 운반되어 조직 세포에서 일어나는 세포호흡에 사용된다. 세포호흡 결과 생성된 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)는 순환계를 통해 허파꽂리로 운반되어 몸 밖으로 배출된다.

**해설** 허파꽂리에서는 대기 중 산소를 체내로 받아들이고 체내에서 생성되는 이산화 탄소를 몸 밖으로 배출한다. 혈액을 통해 운반된 산소와 영양소가 조직 세포로 공급되고, 조직 세포에서 방출된 이산화 탄소와 노폐물은 혈액을 통해 폐와 배설계로 운반되어 몸 밖으로 배출된다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	㉠~㉣의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	허파꽂리와 조직 세포에서 일어나는 가스교환 과정을 세포 호흡과 연관 지어 옳게 서술한 경우	80
	허파꽂리와 조직 세포에서 일어나는 가스교환 과정만 옳게 서술한 경우	40
	조직 세포에서 일어나는 세포호흡에 대해서만 옳게 서술한 경우	40

- 12** A는 소화계, B는 호흡계, C는 배설계이고, ㉠은 소화계를

통해 흡수된 영양소, 소화계에서 생성된 노폐물 등이다.

ㄱ. 소화계에서 흡수된 영양소인 포도당은 ㉠에 포함된다.

나. 소화계(A)에는 허파꽂리, 호흡계(B)에는 용털 구조가 발달해 있다. 두 구조는 모두 표면적을 크게 하기 위한 구조이다.

다. 배설계(C)에서 여분의 물과 질소 노폐물인 요소를 몸 밖으로 배출된다.

- 13** (가)가 분해될 때 암모니아가 생성되지 않으므로 (가)는 지방이고, (나)가 분해될 때 암모니아가 생성되므로 (나)는 단백질이다. 세 가지 영양소가 분해될 때 모두 만들어지는 A는 물이고, B는 암모니아로부터 만들어진 물질이므로 요소이다. ㉠은 물과 이산화 탄소를 배출하는 기관이므로 폐이고, ㉡은 물과 요소를 배출하는 기관이므로 콩팥이다.

나. (나)는 아미노산으로 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)로 구성되어 있어 세포호흡을 통해 분해될 때 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다. 독성이 강한 암모니아는 간에서 독성이 약한 요소로 전환되어 콩팥을 통해 배출된다. 따라서 요소는 질소를 포함하는 노폐물이다.

**오답** 피하기

ㄱ. (가)는 지방이고, 효소의 주성분은 단백질(나)이다.

다. 콩팥(㉡)은 배설계에 속한다.

- 14** (가)에서 사슴(소비자)의 개체 수가 지나치게 증가하여 초원의 식물(생산자) 개체 수가 감소하는 것은 생물요소끼리 영향을 주고받는 예이므로 (가)는 ㉢에 해당한다. (다)는 사람이 환경에 영향을 주어 환경이 오염되었으므로 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 ㉡에 해당한다. 따라서 (나)는 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 상호작용인 ㉠에 해당한다.

다. 느티나무가 햇빛을 받아 광합성을 하는 것은 빛이 느티나무에 영향을 주는 것이므로 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 ㉠의 예이다. 따라서 ㉠로 적합하다.

**오답** 피하기

ㄱ. (가)는 생물요소끼리의 상호작용이므로 ㉢에 해당한다.

나. (가)에서 B와 C가 각각 생산자와 소비자 중 하나이므로 A는 분해자이다. 분해자에는 세균, 버섯 등이 해당한다.

- 15** ㉠은 질소(N<sub>2</sub>), ㉡는 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ㉢은 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)이다. (나)는 암모늄 이온(㉡)이 질산 이온(㉢)으로 되는 질산화 작용으로 질산화세균이 관여한다.

ㄱ. 대기 중의 질소(N<sub>2</sub>)가 세균에 의해 암모늄 이온으로 전환된 후 생산자로 이동하는 과정은 (가)이므로, ㉠은 질소, ㉡는 암모늄 이온임을 알 수 있다. 따라서 나머지 ㉢은 질산 이온이다. 식물은 질소(㉠)는 직접 흡수할 수 없지만, 암모늄 이온(㉡)과 질산 이온(㉢)은 흡수할 수 있다.

ㄷ. 공중 방전에 의해 대기 중의 질소(㉑)가 질산 이온(㉒)으로 된다.

16 A는 분해자, B는 생산자, I은 생산자, II는 2차 소비자, III은 3차 소비자이다.

ㄱ. II의 에너지효율은  $\frac{20}{100} \times 100 = 20\%$ 이고, III의 에너지효율은  $\frac{4}{20} \times 100 = 20\%$ 이므로 II와 III의 에너지효율은 같다.

**오답 피하기**

ㄴ. A는 분해자이고, 생태피라미드에서 I은 생산자이다.  
ㄷ. 생산자, 소비자, 분해자의 호흡량의 총합이 1000이므로 분해자인 A와 생산자인 B의 호흡량의 합은 1000보다 작다.

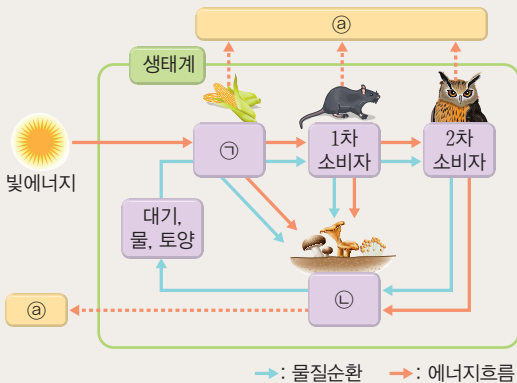
17 ㄱ. 생산자(㉑)는 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 이용하여 포도당과 같은 유기물을 합성하고, 이 과정에서 빛에너지를 화학 에너지 형태로 저장한다.

ㄴ. 분해자(㉒)는 각 영양단계에 해당하는 생물의 사체나 배설물 등을 분해하여 식물이 다시 흡수할 수 있는 무기물로 되돌림으로써 생태계의 물질순환에 중요한 역할을 한다.

ㄷ. ㉑는 각 영양단계의 생물이 세포호흡을 통해 방출하는 열에너지이다.

**문제 속 자료**

**생태계에서의 물질순환과 에너지흐름**



- 생산자(㉑)는 태양의 빛에너지를 이용하여 대기, 물, 토양 등으로부터 얻은 이산화 탄소와 물 등을 유기물로 합성한다.
- 합성된 유기물은 먹이사슬을 통해 상위 영양단계로 이동하며, 각 단계에 해당하는 생물의 세포호흡을 통해 무기물로 분해된다.
- 각 영양단계에 해당하는 생물의 사체와 배설물 등은 분해자에 의해 무기물로 분해된다.
- 각 영양단계에서 일어나는 세포호흡 및 분해자에 의해 만들어진 무기물은 다시 생산자에게 흡수되어 순환된다.
- 생산자는 광합성을 통해 태양의 빛에너지를 이용하여 포도당과 같은 유기물을 합성하고, 이 과정에서 빛에너지를 화학 에너지 형태로 저장한다. 이렇게 에너지가 저장된 유기물은 각 영양단계 및 분해자에서 일어나는 세포호흡에서 분해되어 열에너지가 방출된다. 방출된 열에너지는 지구에서 우주 공간으로 복사 에너지 형태로 방출되므로 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐른다.

18 **모범 답안** 2차 소비자의 개체 수는 증가하고, 생산자의 개체 수는 감소한다. 이후 2차 소비자의 개체 수 증가와 생산자의 개체 수 감소로 1차 소비자의 개체 수가 감소하여 생태계가 다시 평형 상태로 돌아간다.

채점 기준	배점(%)
1차 소비자의 개체 수가 증가 이후 생태계평형이 회복되는 과정에서 생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 개체 수 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100
생산자, 1차 소비자, 2차 소비자의 개체 수 변화 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	60

19 개체군 A의 개체 수가 15일부터 50으로 일정해지므로 A의 개체군성장곡선은 S자형 성장곡선(㉑)에 해당한다. 먹이, 서식 공간 등과 같이 개체군의 성장을 저해하는 요인이 없는 이상적인 환경에서는 J자형 성장곡선(㉒)이 나타난다.

**오답 피하기**

ㄷ. 개체군 A에 작용하는 환경저항의 크기는 개체 수가 적은 5일일 때가 개체 수가 많은 15일일 때보다 작다.

**문제 속 자료**

**환경수용력과 개체 수**

시간(일)	1	5	10	15	20
개체 수(마리)	10	30	45	50	50

- 개체군 A의 개체 수가 50에서 일정해지므로 최대로 유지될 수 있는 개체 수인 환경수용력은 50이다.
- 개체군의 성장률(개체 수 증가율)은 구간별로 점차 감소한다.

20 A는 눈신토끼, B는 스라소니이다.

ㄷ. 피식자(눈신토끼)의 개체 수가 증가하면 먹이가 많아져서 포식자(스라소니)의 개체 수도 증가한다. 포식자(스라소니)의 개체 수가 증가하면 천적의 증가로 피식자(눈신토끼)의 개체 수는 감소한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 스라소니(B)가 눈신토끼(A)의 포식자이다.  
ㄴ. 안정된 생태계에서 피식자의 개체 수는 포식자의 개체 수보다 많다. 따라서 피식자인 눈신토끼의 개체 수가 포식자인 스라소니의 개체 수보다 많다.

21 **모범 답안** (1) ㉑ 상대피도 ㉒ 개체 수 ㉓ 빈도

(2) 종 A의 밀도는 지역 II에서가 I에서보다 크다.

(3) 종 C. 상대밀도는 A가 40%, B가 0%, C가 60%이고, 상대빈도는 A가 50%, B가 0%, C가 50%이며, 상대피도는 A가 20%, B가 0%, C가 80%이다. 따라서 중요치는 A가 110, B가 0, C가 190이 되며, 중요치가 가장 큰 종은 C이므로 지역 II의 우점종은 종 C이다.

**해설** (1) 지역 I의 조사 면적은 20 m<sup>2</sup>이고, II의 조사 면

적은  $10 \text{ m}^2$ 이다. 조사한 모든 종의 상대피도를 합한 값은 100 %이고, 빈도는 1보다 클 수 없으므로 ㉠은 상대피도, ㉡은 개체 수, ㉢은 빈도이다.

(2) 지역 I에서 종 A의 밀도 =  $\frac{\text{특정 종의 개체 수}}{\text{전체 방형구의 면적}(\text{m}^2)}$    
 는  $\frac{12}{20} = \frac{3}{5} = 0.6$ 이고, II에서 A의 밀도는  $\frac{12}{20} = 1.2$ 이다.

(3) 문제의 자료를 바탕으로 지역 II에서 종 A~C의 상대 밀도, 상대빈도, 상대피도를 구하면 다음과 같다.

생물종	A	B	C
상대밀도(%)	40	0	60
상대빈도(%)	50	0	50
상대피도(%)	20	0	80
중요치(%)	110	0	190

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠~㉢을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	지역 I 과 II에서 종 A의 밀도를 옳게 비교하여 서술한 경우	30
(3)	중요치를 구하는 과정을 포함하여 지역 II에서 우점종을 옳게 서술한 경우	40
	지역 II에서 우점종만 옳게 쓴 경우	10

22 그림 (가)는 건성천이 과정, (나)는 습성천이 과정의 일부이다. A는 지의류, B는 초원, C는 양수림이다. 지의류(A)는 건성천이(가)의 개척자이다. 양수림(C)이 형성되면 층상 구조가 발달하여 지표면에 도달하는 빛의 세기가 약해진다. 따라서 (나)에서 지표면에 도달하는 빛의 세기는 초원(B)에서 양수림(C)에서보다 강하다.

**보충 자료**

**2차 천이**

- 토양층이 유지되는 상태로 식물군집만 사라진 상태에서 시작하는 천이로 초본 식물이 개척자이다.
- ➔ 산불 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림(극상)

23 (가)는 텃새, (나)는 리더제, (다)는 순위제이다.   
 ㄱ. 벼들붕어가 자신의 세력권에 접근한 다른 수컷을 공격하는 것은 개체군 내 상호작용 중 텃새(가)에 해당한다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 큰뿔양 수컷들은 서열을 정하여 경쟁을 줄이므로 개체군 내 상호작용 중 순위제(다)에 해당한다.
- ㄷ. 아메리카솔새는 경쟁을 피하기 위해 같은 나무 내에서 여러 종이 다른 높이와 위치에 서식하면서 서식지를 분리하는 것은 군집 내 상호작용 중 분서에 해당한다.

24 **모범 답안** ㉡ 중간경쟁, 그림 (나)에서 두 종 모두 함께 배양했을 때의 개체 수가 따로 배양했을 때보다 각각 감소하므

로 서로에게 손해를 주는 경쟁 관계임을 알 수 있다.

**해설** ㉠은 상리공생, ㉡은 포식과 피식, ㉢은 중간경쟁이다.

채점 기준	배점(%)
㉡ 중간경쟁이라 쓰고, 함께 배양했을 때의 개체 수가 따로 배양했을 때보다 감소한다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100
㉡ 중간경쟁이라고만 옳게 쓴 경우	30

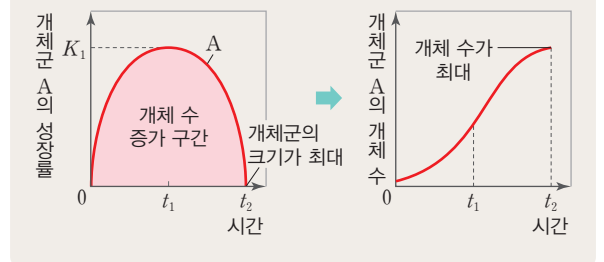
25 개체군의 성장률이 0보다 크면 개체 수가 증가한다. 따라서 개체군의 성장률이 0인  $t_2$ 일 때 출생 개체 수와 사망 개체 수는 서로 같으므로 (나)에서  $t_2$ 일 때 개체군 B에서  $\frac{\text{사망 개체 수}}{\text{출생 개체 수}}$ 는 1이다.

**오답 피하기**

- ㄱ. 개체군 성장률이 0보다 큰 구간에서는 개체 수가 계속 증가하므로 (가)에서 A의 개체 수는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 적다. 따라서 (가)에서 A의 개체군밀도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.
- ㄴ. (나)에서 개체군 B의 성장률은 (가)에서보다 높아졌지만, 개체군 A의 성장률은 그대로이다. 따라서 개체군 B에는 이익이 되지만, 개체군 A에는 이익도 손해도 되지 않았으므로 개체군 A와 B 사이의 상호작용은 편리공생이다.

**문제 속 자료**

**개체군 A의 성장률과 개체군 성장곡선**



26 한 개체군을 구성하는 여러 개체가 역할을 나누어 협력하여 분업 구조를 이루는 상호작용은 사회생활(㉠)이다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 사회생활(㉠), 텃새, 가족생활은 개체군 내 상호작용에 해당하고, 기생, 분서는 군집 내 상호작용에 해당한다. 따라서 '군집 내 개체군 사이의 상호작용이다.'는 X에 해당하지 않는다.
- ㄷ. 뿌리혹세균은 콩과식물에게 질소 화합물을 제공하고, 콩과식물은 뿌리혹세균에게 양분을 제공한다. 이와 같이 서로 다른 두 개체군이 서로 밀접한 관계를 맺고 모두 이익을 얻는 상호작용은 상리공생에 해당한다. 기생은 한 개체군이 다른 개체군에게 피해를 주면서 함께 생활하며 먹이와 서식지를 공급받는 관계로, 새삼과 다른 식물, 사람과 열대열말리아아원충, 개와 진드기 등의 예가 있다.

## II

### 항상성과 몸의 조절

#### 01 신경자극전도와 시냅스전달

##### 탐구 기출 문제

| p.101 |

01 ② 02 ④

01 뉴런의 축삭돌기 중간 지점에 자극을 주면 신경자극전도는 자극 지점으로부터 양방향으로 일어나며, 자극 지점에서 거리가 먼 지점일수록 막전위 변화가 늦게 시작된다. 탈분극 일 때  $\text{Na}^+$ 은  $\text{Na}^+$ 통로를 통해 세포막 안쪽으로 유입된다.

오답 피하기

ㄱ.  $t_1$ 일 때 B에서 탈분극이 일어나므로 A에서 재분극이 일어나지 않는다.

ㄴ.  $t_1$ 일 때 B에서 탈분극, C에서 재분극이 일어나므로 자극을 준 지점으로부터 신경자극은 양방향(B 방향과 C 방향)으로 전도되었다.

02  $t$ 일 때 휴지전위인  $-70 \text{ mV}$ 보다 막전위가 낮은 지점 A는 재분극 상태이고, 막전위가  $-60 \text{ mV}$ 인 C는 탈분극 상태이므로 신경자극전도는  $A \rightarrow B \rightarrow C$  방향으로 일어났으며, 자극을 준 지점은 A이다.

##### 세미나 기출 문제

| p.103 |

01 ①

01  $\text{Na}^+$ 통로를 통해 이동하는 ㉠은  $\text{Na}^+$ , ㉡은  $\text{K}^+$ 이다.

오답 피하기

ㄴ.  $\text{Na}^+$  (㉠)의 농도는 분극, 탈분극, 재분극에 관계없이 항상 세포 안쪽이 바깥쪽보다 낮다. 이러한 세포 안팎의 이온 불균등 분포는 주로  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프에 의해 유지된다.

ㄷ.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프를 통한 이온의 이동은 계속 일어난다.

##### 내신 기초 문제

| p.104~105 |

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

01 (가)는 말미집이 있으므로 말미집뉴런이다. 슈반세포로부터 형성된 A는 말미집이고, 말미집과 말미집 사이에 노출된 축삭돌기 부분인 B는 랑비에결절, C는 축삭돌기이다.

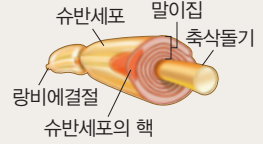
오답 피하기

⑤ 축삭돌기(C)는 다른 세포로 신호를 전달하는 부분이고, 다른 세포로부터 신호를 받아들이는 부분은 가지돌기이다.

보충 자료

##### 말미집

슈반세포의 막이 길게 늘어나 축삭돌기를 여러 겹 감싸서 형성된 구조로, 절연체 역할을 한다. 말미집이 있는 신경은 말미집신경, 말미집이 없는 신경은 민말미집신경이라고 한다.



02 반응기관으로 명령을 전달하는 C는 원심성뉴런, B에서 신호를 받아 원심성뉴런(C)으로 전달하는 A는 연합뉴런, 나머지 B는 구심성뉴런이다. 원심성뉴런은 근육, 기관 등의 반응기관(㉠)에 신호를 전달한다.

오답 피하기

ㄷ. 구심성뉴런의 신경세포체는 축삭돌기 한쪽 옆에 붙어 있다.

03  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  펌프는 ATP를 사용하여  $\text{Na}^+$ 은 세포막 바깥쪽으로,  $\text{K}^+$ 은 세포막 안쪽으로 이동시킨다.

오답 피하기

①, ②, ④, ⑤  $\text{Na}^+$ 은 세포 바깥쪽이 안쪽보다 많고, 휴지 상태인 뉴런의 세포막 안쪽은 바깥쪽에 비해 음(-)전하를 띤다.

04 분극 상태에서  $\text{Na}^+$ 통로가 열리면  $\text{Na}^+$ 이 세포 밖에서 안으로 유입되면서 막전위가 상승하고 탈분극이 진행된다. 이후  $\text{Na}^+$ 통로가 닫히고  $\text{K}^+$ 통로가 열리면서  $\text{K}^+$ 이 세포 안에서 밖으로 유출되면서 막전위가 하강하고 재분극이 진행된다.

05 역치 이상의 자극을 준 지점에서는 분극(휴지 상태) → 탈분극( $\text{Na}^+$ 통로를 통한  $\text{Na}^+$ 의 유입) → 재분극( $\text{K}^+$ 통로를 통한  $\text{K}^+$ 의 유출) 순으로 막전위의 변화가 일어난다.

오답 피하기

⑤ 구간 II에서는  $\text{K}^+$ 통로를 통해  $\text{K}^+$ 이 유출되어 재분극이 일어난다.

06 막전위 변화는 역치 이상의 자극을 준 지점에서가 신경자극이 전도된 지점에서보다 먼저 시작된다. 따라서 같은 시간 동안 막전위 변화가 많이 진행된 A가 자극을 준 지점이고, A에서 발생한 신경자극은 B로 전도되었다.

오답 피하기

ㄴ.  $t_2$ 일 때 A에서는 막전위가 하강하고 있으므로 재분극이 일어나고 있고, B에서는 막전위가 상승하고 있으므로 탈분극이 일어나고 있다.

07 말이집뉴런에서 도약전도가 일어나며, 활동전위는 말이집이 없는 랑비에결절에서만 발생한다. 따라서 신경자극전도 속도는 말이집뉴런(나)이 민말이집뉴런(가)보다 빠르다.

오답 피하기

- ㄱ. 도약전도는 말이집뉴런(나)에서 일어난다.
- ㄴ. 말이집뉴런(나)에서 활동전위는 랑비에결절에서 발생한다. 말이집은 절연체로 말이집이 있는 부위에서는 활동전위가 발생하지 않는다.

08 시냅스에서의 신경자극전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에 있는 시냅스소포 속 신경전달물질이 분비되어 일어난다. 시냅스소포가 있는 뉴런 X는 시냅스전뉴런이고, X에서 분비된 신경전달물질에 의해  $Na^+$ 의 유입이 일어나는 뉴런 Y는 시냅스후뉴런이다. 따라서 시냅스에서 신경자극전달은 뉴런 X에서 Y로, 한 방향으로만 일어난다.

오답 피하기

- ㄴ. 시냅스틈으로 신경전달물질을 분비하는 뉴런 X는 시냅스전뉴런이다.

09 시냅스에서의 신경자극전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후 뉴런으로 한 방향으로만 일어나고, 한 뉴런 내에서 신경자극전도는 자극 지점으로부터 양방향으로 일어난다. 따라서  $d_3$ 에 역치 이상의 자극을 1회 준 후, 활동전위가 발생하는 지점은 3개( $d_2, d_3, d_4$ )이다.

10 약물을 적절하게 사용하면 질병을 치료하거나 통증을 줄이는 등의 효과를 얻을 수 있다. 그러나 약물을 다른 목적으로 사용(오용)하거나 너무 많이 사용(남용)하면 신경계에 이상이 생길 수 있다.

내신 실전문제 | p.106~109 |

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

13 ~ 16 해설 참조

01 (가)는 원심성뉴런, (나)는 연합뉴런, (다)는 구심성뉴런이다. 구심성뉴런(다)은 감각기관에서 생성된 신경자극을 중추신경계로 전달하고, 뇌와 척수를 구성하는 연합뉴런(나)은 구심성뉴런에서 온 정보를 통합하여 원심성뉴런으로 반응 명령을 내린다. 원심성뉴런(가)은 연합뉴런에서 나온 명령을 반응기관으로 전달한다.

오답 피하기

- ㄷ. 우리 몸에서 신경자극은 감각기관 → 구심성뉴런(다) → 연합뉴런(나) → 원심성뉴런(가) → 반응기관 순으로 전달된다.

02 ㄱ. 감각뉴런은 구심성뉴런(A)에 해당한다.  
ㄴ. A와 C는 기준 (가)에 해당하지만, B는 해당하지 않는다. 그림에서 A와 C는 가지고 있지만, B는 가지고 있지 않은 특징으로 말이집이 관찰되므로 '말이집신경이다.'는 (가)에 해당한다.

오답 피하기

- ㄷ. 원심성뉴런(C)은 연합뉴런(B)의 명령을 반응기관으로 전달을 한다.

03  $Na^+$  통로를 통해 세포 바깥쪽의  $Na^+$ 이 안쪽으로 유입되면서 막전위가 상승하고, 이에 따라 탈분극이 진행된다.

오답 피하기

- ㄱ.  $Na^+ - K^+$  펌프는  $Na^+$ 과  $K^+$ 을 각각 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 이동시킨다.
- ㄴ.  $K^+$  통로를 통해 세포 안쪽의  $K^+$ 이 바깥쪽으로 유출되면서 막전위가 하강하고, 이에 따라 재분극이 진행된다.

04 (가)의 t 시점은 재분극에 해당한다. 따라서 (나)에서  $K^+$ 은  $K^+$  통로를 통해 세포 안쪽에서 바깥쪽으로 확산되므로 ㉠은 세포 안, ㉡은 세포 밖이다.

오답 피하기

- ㄱ. 분극 상태에서  $Na^+$ 과  $K^+$ 은  $Na^+ - K^+$  펌프를 통해 이동한다.
- ㄷ.  $K^+$ 이 세포 안쪽에서 바깥쪽으로 이동할 때는 세포 안팎의  $K^+$  농도차에 따른 확산이 일어나므로 ATP가 소모되지 않는다.

05 막 투과도가 먼저 급격하게 변하는 ㉠이  $Na^+$ 이므로, ㉡은  $K^+$ 이다. 살아 있는 세포에서  $Na^+$ (㉠)의 농도는 항상 세포 안쪽이 바깥쪽보다 낮고,  $K^+$ (㉡)의 농도는 항상 세포 안쪽이 바깥쪽보다 높다.

오답 피하기

- ㄷ.  $Na^+$ (㉠)과  $K^+$ (㉡)의 투과도 차이는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 크므로  $\frac{K^+(㉡)의 막 투과도}{Na^+(㉠)의 막 투과도}$ 는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.

06 시점 t일 때 지점  $d_1$ 은 탈분극이 일어나 막전위가 +30 mV이다. 따라서  $d_1$ 에서 세포 안쪽은 바깥쪽에 비해 상대적으로 양(+)전하를 띤다.

오답 피하기

- ㄱ. 자극을 준 지점으로부터 가까운 지점일수록 막전위 변화가 먼저 진행되므로 막전위가 -80 mV인 지점  $d_3$ 이 막전위가 -50 mV인  $d_2$ 보다 자극을 준 지점에 가깝다. 따라서 자극을 준 지점은 B이다.
- ㄷ. 지점  $d_1$ 에서 탈분극이 일어났고, 지점  $d_2$ 에서의 막전위 변화가  $d_1$ 보다 먼저 시작되었으므로  $d_2$ 에서는 재분극이 일어나고 있다.

07 구간 Ⅲ을 기준으로 구간 Ⅱ와 Ⅳ의 세포 안팎의 전하가 서로 같으므로 구간 Ⅲ에 자극을 준 지점이 있고, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ는 모두 재분극 상태이다. 재분극 상태일 때  $K^+$  통로를 통해  $K^+$ 은 세포 바깥쪽으로 확산된다.

오답 피하기

ㄱ. 구간 Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ가 재분극 상태이므로 Ⅰ은 탈분극 상태이다.

08 막전위 변화가 가장 빨리 나타나는 지점 A가 자극을 준 곳이고, 지점 B에서의 막전위 변화가 지점 C에서보다 먼저 시작되므로 신경자극의 전도는  $A \rightarrow B \rightarrow C$  방향으로 일어났다.

오답 피하기

ㄴ.  $t_2$ 일 때 지점 B에서 재분극, C에서 탈분극이 일어난다.

09 지점 A와 B 중 A에서의 막전위 변화가 먼저 시작되므로 자극을 준 곳은 A이다.

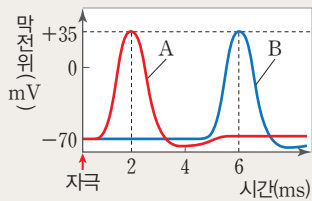
오답 피하기

ㄴ. 지점 A와 B 사이의 거리가 8 cm이고, 자극을 준 시점으로부터 막전위가 +35 mV가 되기까지 A는 2 ms, B는 6 ms의 시간이 걸리므로 A와 B 사이에 신경자극이 전도되는 데 4 ms가 걸렸다. 따라서 A와 B 사이에서 신경자극 전도 속도는  $\frac{8 \text{ cm}}{4 \text{ ms}} = 2 \text{ cm/ms}$ 이다.

ㄷ. 그림 (나)에서 4 ms일 때 지점 B의 막전위는 -70 mV이고, 이는  $Na^+ - K^+$  펌프에 의해 유지된다. 따라서 세포막을 통한 이온의 이동은 일어난다.

문제 속 자료

신경자극전도 속도



A는 자극을 준 지점으로 막전위가 +35 mV까지 변하는데 2 ms가 걸리고, A에 자극을 준 시점부터 B의 막전위가 +35 mV가 되기까지 6 ms가 걸렸다. 따라서 A에서 B까지 신경자극이 전도되는데 4 ms가 걸렸다. 두 지점 사이의 거리를 4 ms로 나누면 뉴런에서의 신경자극 전도 속도를 구할 수 있다.

10 시냅스전뉴런(가)의 축삭돌기 말단에는 시냅스소포가 있으며, 활동전위가 도달하면 시냅스소포가 세포막과 융합하여 신경전달물질이 시냅스로 분비된다. 분비된 신경전달물질은 확산으로 시냅스후뉴런(나)의 세포막에 있는 수용체와 결합하여 시냅스후뉴런의 탈분극을 일으킨다.

오답 피하기

ㄷ. 시냅스전달은 시냅스전뉴런인 (가)에서 시냅스후뉴런인 (나)로만 일어난다.

11 신경 A는 1개의 말이집뉴런으로 구성되고, 신경 B~D는 각각 민말이집뉴런으로 구성된다. 신경자극전도 속도는 말이집뉴런(A)이 민말이집뉴런(B)보다 빠르다.

오답 피하기

ㄱ. 신경 D에서 지점 P는 시냅스후뉴런에, 지점 Q는 시냅스전뉴런에 위치하므로 신경 D에서는 시냅스전달이 일어나지 않는다. 따라서 ㉠은 '발생 안 함'이다.

ㄷ. 두 뉴런 사이의 시냅스전달은 신경전달물질의 확산에 의해 일어나고, 한 뉴런 내 신경자극전도는 연속적인 전기적 변화에 의해 일어난다. 따라서 신경자극전도는 시냅스전달보다 빠르게 일어나므로 지점 Q의 활동전위는 신경 C에서 신경 B에서보다 늦게 발생한다.

12 A는 진정제, B는 각성제, C는 환각제이다. 환각제(C)는 실제로 존재하지 않는 환각을 유발하는 심각한 부작용을 일으키며, 대부분 법으로 금지되어 있다.

오답 피하기

ㄴ. 알코올은 진정제(A)에 해당한다.

13 모범 답안 (1) (가) 구심성뉴런(감각뉴런), (나) 연합뉴런, (다) 원심성뉴런(운동뉴런)  
(2) 감각기관에서 받아들인 신경자극은 구심성뉴런인 (가)를 통해 연합뉴런인 (나)로 전달되고, 연합뉴런에서 이 신경자극을 판단하여 내린 명령은 원심성뉴런인 (다)를 통해 반응기관으로 전달된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	뉴런(가)~(다)의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	감각기관으로부터 반응기관까지 신경자극전달 경로를 기능을 포함하여 모두 옳게 서술한 경우	70
	감각기관으로부터 반응기관까지 신경자극전달 경로만 옳게 서술한 경우	30

14 모범 답안 (1) ㉠  $Na^+$  ㉡  $K^+$

(2)  $Na^+$ 의 막 투과도가 증가하는 구간 I에서는  $Na^+$  통로를 통해  $Na^+$ 이 세포막 바깥쪽에서 안쪽으로 유입되어 막전위가 상승한다.

(3) 구간 I과 II에서 각각 ㉢( $K^+$ )의 농도는 세포 바깥쪽이 안쪽보다 낮다.

해설 (1) 막 투과도가 먼저 상승하는 ㉠은  $Na^+$ , 나중에 상승하는 ㉡은  $K^+$ 이다.

(2) 구간 I에서 이 지점은 탈분극이 일어나고 있다.

(3)  $Na^+ - K^+$  펌프에 의해  $K^+$ 의 농도는 항상 세포 안쪽이 바깥쪽보다 높다.

(서술형 TIP) (2) 뉴런이 자극을 받으면 분극 → 탈분극 → 재분극 상태로 변화된다는 점을 바탕으로 막전위 변화에 영향을 주는  $Na^+$ 과  $K^+$ 의 막 투과도 변화를 해석할 수 있어야 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	이온의 종류(㉠, ㉡)를 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	구간 I에서의 막전위 변화를 $\text{Na}^+$ 의 이동 방향을 포함하여 옳게 서술한 경우	40
	구간 I에서의 막전위 변화만 옳게 서술한 경우	20
	구간 I에서의 $\text{Na}^+$ 의 이동 방향만 옳게 서술한 경우	20
(3)	세포 안팎의 ㉢의 농도를 구간 I과 II에서 모두 옳게 비교하여 서술한 경우	40
	세포 안팎의 ㉢의 농도를 구간 I과 II 중 한 가지만 옳게 비교하여 서술한 경우	20

15 **모범 답안** (1) 신경 A의 신경자극전도 속도는 1.5 cm/ms, B는 2 cm/ms이므로 B가 A보다 더 빠르다.

(2) ㉠ 1 cm ㉡ 2 cm

**해설** (1) 신경 A의  $d_1$ 에서  $d_2$ 까지 신경자극이 전도되는데 2 ms가 걸리고, 두 지점 사이의 거리가 3 cm이므로 A의 신경자극전도 속도는 1.5 cm/ms이다. 신경 B의  $d_1$ 에서  $d_4$ 까지 신경자극이 전도되는데 3 ms가 걸리고, 두 지점 사이의 거리가 6 cm이므로 B의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다.

(2)  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 1회 주고 4 ms일 때 신경 B의  $d_3$ 에서의 막전위는 +30 mV이고, 6 ms일 때 신경 B의  $d_4$ 에서의 막전위는 -80 mV이므로 신경 B는  $d_3$ 에서  $d_4$ 까지 신경자극이 전도되는데 1 ms가 걸린다. 신경 B의 신경자극전도 속도가 2 cm/ms이므로 ㉡은 2 cm이고, ㉠+㉡=3 cm이므로 ㉠은 1 cm이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	신경 A와 B의 신경자극전도 속도(속도 단위 표기)와 빠르기 비교를 모두 옳게 서술한 경우	60
	신경 A와 B의 전도 속도(속도 단위 표기)와 빠르기 비교 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30
(2)	㉠과 ㉡의 길이를 모두 옳게 구한 경우	40
	㉠과 ㉡의 길이 중 한 가지만 옳게 구한 경우	20

16 **모범 답안** (1) 시냅스소포

(2) 뉴런 X에서 Y로 신경자극전달이 일어난다. 시냅스전달이 일어날 때 시냅스소포로부터 신경전달물질이 분비되는 X가 시냅스전뉴런이고, 수용체가 있는 Y는 시냅스후뉴런이며, 시냅스전달은 시냅스전뉴런에서 시냅스후뉴런으로만 일어나기 때문이다.

**【서술형 TIP】** (2) 시냅스전달에 따른 신경자극전달 방향을 찾으려면 신경전달물질을 분비하거나 시냅스소포를 갖는 세포가 시냅스전뉴런임을 파악해야 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)의 이름을 옳게 쓴 경우	20
(2)	시냅스에서 신경자극전달의 방향성과 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	80
	시냅스에서 신경자극전달의 방향성과 까닭 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	40

## 02 사람의 신경계

### 답구 기출 문제

| p.114 |

01 ㉠ 02 ㉡

01 A는 대뇌, B는 중간뇌, C는 숨골이다. 고등 사고의 중추인 대뇌(A)는 2개의 반구로 구성되고, 중간뇌(B)는 안구 운동 및 동공반사의 중추이다. 숨골(C)은 심장박동, 호흡운동, 소화운동 등을 조절하는 중추이다. 뇌줄기는 대뇌와 척수 사이를 연결하는 부위로, 중간뇌, 다리뇌, 숨골을 포함한다.

02 대뇌는 고등 정신 활동의 중추이고, 소뇌는 대뇌를 도와 수의 운동 조절 및 몸의 평형 유지에 관여한다. 사이뇌는 시상과 시상하부로 구성되어 몸의 항상성을 유지하는 데 관여하고, 숨골에서 대뇌와 연결된 신경의 대부분이 교차된다.

㉠ 심장박동, 호흡운동 등을 조절하는 중추는 숨골이다.

### 내신 기초 문제

| p.116~117 |

01 ㉡ 02 ㉢ 03 ㉢ 04 ㉠ 05 ㉠ 06 ㉢  
07 ㉢ 08 ㉡ 09 ㉤ 10 ㉢

01 사람의 신경계는 중추신경계와 말초신경계로 구성된다.

**오답 피하기**

㉠. 중추신경계는 뇌와 척수로, 말초신경계는 12쌍의 뇌신경과 31쌍의 척수신경으로 구성된다.

02 A는 대뇌, B는 소뇌, C는 숨골, D는 중간뇌, E는 사이뇌이다.

03 뇌줄기는 중간뇌, 다리뇌, 숨골로 이루어지며, 호흡운동, 심장박동 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절한다.

04 척수의 속질(㉠)은 회색질이고, 겉질은 백색질이다. 신경세포체가 축삭돌기의 중간에 위치한 A는 감각신경이다. 따라서 B는 운동신경이며, 신경자극의 이동은 A → 척수(연합뉴런) → B로 일어난다.

**오답 피하기**

㉠. 척수는 무릎반사, 회피반사, 배변·배뇨반사의 중추이다. 동공반사의 중추는 중간뇌이다.

05 A는 구심성뉴런, B는 연합뉴런, C는 원심성뉴런이다. 무릎반사의 중추는 척수이다.

**오답 피하기**

㉠. 무릎반사는 감각기관에서 받아들인 신경자극이 구심성뉴런(A) → 연합뉴런(B) → 원심성뉴런(C) → 반응기관으

로 전달되는 반응 경로를 통해 일어난다.

ㄷ. C는 중추와 다리의 골격근까지 하나의 뉴런으로 연결되어 있어 신경절이 없으므로 체성신경이다. 자율신경은 중추와 반응기관 사이가 2개의 뉴런으로 구성되어 있다.

06 자율신경계는 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않는 운동을 조절한다.

07 (가)는 교감신경, (나)는 부교감신경이다. A에서는 노르에피네프린, B와 C에서는 각각 아세틸콜린이 분비된다. 심장에 연결된 부교감신경에서 신경전달물질의 분비가 증가하면 심장박동 속도는 느려진다.

**오답 피하기**

ㄴ. 교감신경의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서는 노르에피네프린이, 부교감신경의 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서는 아세틸콜린이 분비된다.

08 교감신경이 활성화되면 소화가 억제되므로 소화기관으로 공급되는 혈액의 양이 줄어든다.

09 ㄱ, ㄴ. A는 구심성뉴런, B는 체성신경계에 속하는 운동신경, C는 자율신경계에 속하는 교감신경, D는 자율신경계에 속하는 부교감신경을 나타낸 것이다.

ㄷ. B, C, D는 모두 중추로부터의 명령을 반응기관으로 전달하는 원심성뉴런에 해당한다.

10 신경절이전 뉴런의 길이가 신경절이후 뉴런보다 길므로 그림 (가)에서 중추 X와 연결된 자율신경은 부교감신경이다. 동공의 크기를 조절하는 부교감신경의 신경절이전 뉴런(㉠)의 신경세포체는 중간뇌(중추 X)에 있다. 부교감신경의 신경절이전 뉴런(㉡)과 신경절이후 뉴런(㉢)의 축삭돌기 말단에서는 모두 아세틸콜린이 분비되며, 부교감신경의 작용으로 동공의 크기는 작아진다. 따라서 신경절이후 뉴런(㉢)의 축삭돌기 말단에서 분비되는 신경전달물질의 양은 빛의 세기가 P<sub>1</sub>일 때가 P<sub>2</sub>일 때보다 적다.

**오답 피하기**

③ 부교감신경의 작용으로 동공의 크기는 작아진다.

**내신 실전문제**

| p.118~121 |

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

01 A는 뇌신경, B는 척수신경이다. 사람의 신경계는 뇌와 척수로 구성되는 중추신경계와 뇌신경(A)과 척수신경(B)으로 구성되는 말초신경계로 이루어진다.

**오답 피하기**

ㄴ. 척수신경(B)은 구심성뉴런과 원심성뉴런으로 구성된다. 연합뉴런은 뇌와 척수를 구성한다.

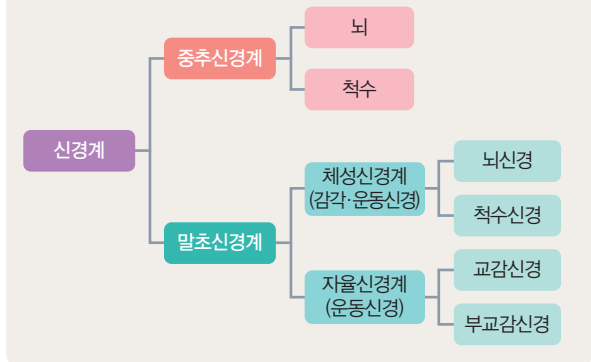
02 ㉠은 말초신경계, ㉡은 척수, ㉢은 뇌신경이다. 척수(㉡)의 속질은 회색질이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 사람의 말초신경계는 12쌍의 뇌신경(㉢)과 31쌍의 척수신경으로 구성되어 있다.

**보충 자료**

사람의 신경계 분류



03 A는 대뇌, B는 사이뇌, C는 중간뇌, D는 소뇌, E는 숨골이다. 대뇌(A)의 겉질은 회색질이고, 속질은 백색질이다. 사이뇌(B)는 대뇌와 중간뇌 사이에 있으며, 시상과 시상하부 등으로 이루어져 있고, 항상성 유지에 관여한다. 중간뇌(C)는 사이뇌 아래에 있으며, 안구운동과 홍채운동을 조절하며, 동공반사의 중추이다. 숨골(E)은 심장박동, 호흡운동 등의 중추이며, 신경의 좌우 교차가 일어나는 곳이다.

**오답 피하기**

④ 소뇌(D)는 대뇌의 뒤쪽 아래에 있으며, 수의운동을 보조하고, 몸의 균형 유지에 관여한다.

04 특징 '동공반사의 중추이다.'를 갖는 A는 중간뇌이고, '겉질이 회색질이다.'를 갖는 B는 대뇌이므로, 나머지 C는 척수이다. 대뇌는 2개의 반구로 구성된다.

**오답 피하기**

ㄷ. 척수의 겉질은 백색질, 속질은 회색질이므로 ㉠은 'X'이다.

05 A는 전근을 이루는 운동신경, B는 후근을 이루는 감각신경, C는 대뇌를 이루는 연합뉴런이다. 고무망치의 자극은 감각신경(B)을 통해 척수로 전달되고, 척수에서 운동신경(A)에 명령을 전달하여 무릎반사가 일어난다. 이와 동시에 이 신경자극은 대뇌(C)로 전달되어 자극을 인지하게 된다.

06 ㄱ. 눈에서 감지된 시각 자극은 뇌신경을 따라 대뇌에 전달되므로 척수를 거치지 않는다.

**07** (가)는 하나의 뉴런으로 되어 있으며 말이집이 있는 체성신경계의 운동신경이다. (나)는 신경절이전 뉴런이 짧은 교감신경, (다)는 신경절이전 뉴런이 긴 부교감신경이다. 교감신경과 부교감신경은 같은 기관에 분포하면서 길항작용을 하며 기관의 기능을 조절한다.

**오답 피하기**

- ① 말초신경계를 구성하는 신경계는 기능적으로 구심성뉴런으로 구성된 신경계와 원심성뉴런으로 구성된 신경계로 구분하며, 원심성뉴런으로 구성된 신경계는 다시 체성신경계와 자율신경계로 구분한다.
- ② 체성신경계는 골격근과 시냅스를 이룬다.
- ④, ⑤ A, B, D는 모두 아세틸콜린, C는 노르에피네프린이다.

**08** (가)는 부교감신경, (나)는 교감신경이다. 소화운동의 중추는 숨골이다. 위에 연결된 부교감신경(가)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 숨골에 있고, 교감신경(나)의 신경절이전 뉴런의 신경세포체는 척수에 있다.

**오답 피하기**

- ㄱ. (가)는 부교감신경이다.
- ㄷ. 교감신경(나)의 신경절이후 뉴런 축삭돌기 말단(A)에서 신경전달물질인 노르에피네프린이 분비되면 위액의 분비가 억제된다.

**보충 자료**

**교감신경과 부교감신경의 길항작용**

구분	교감신경	부교감신경
동공	확대	축소
호흡	촉진	억제
심박박동	촉진	억제
소화	억제	촉진
방광	확장	수축

**09** 심장근육세포에서 활동전위 발생 빈도와 심장박동 수는 비례하므로 자극 후 활동전위 발생 빈도가 줄어든 A는 부교감신경이고, 자극 후 활동전위 발생 빈도가 증가한 B는 교감신경이다. 부교감신경(A)은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 교감신경(B)의 신경절이후 뉴런 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.
- ㄷ. 부교감신경(A)과 교감신경(B)은 모두 원심성뉴런에 해당한다.

**10** 교감신경과 부교감신경은 같은 기관에 분포하면서 서로 반대되는 작용을 하는 길항작용을 통해 기관의 기능을 조절한다. 스트레스를 받으면 교감신경이 활성화되어 소화운동과 소화액 분비를 억제하기 때문에 소화가 잘되지 않는다.

**오답 피하기**

ㄱ. 달리기와 같은 운동을 할 때 심장박동과 호흡운동이 촉진되는 것은 교감신경이 활성화되기 때문이다.

**11** A는 교감신경의 신경절이후 뉴런이고, B는 체성신경계에 속하는 운동신경이다. A와 B 중 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되는 것은 B이고, A의 축삭돌기 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

**오답 피하기**

ㄴ. 방광에 연결된 교감신경의 신경절이후 뉴런(A)에서 활동전위 발생 빈도가 증가하면 방광은 확장한다.

**12** (가)는 척수가 중추가 되는 척수반사의 경로를, (나)는 자율신경계가 중추에 연결되어 있는 모습을 나타낸다. (가), (나)에서 모두 대뇌의 지배를 받지 않고 반응이 일어난다.

**오답 피하기**

- ㄱ. 반사 경로인 (가)에서 운동신경은 골격근에 연결되고, (나)의 자율신경은 내장기관이나 혈관 등에 분포한다.
- ㄷ. (가)의 운동신경 말단과 (나)의 부교감신경의 신경절이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이, 교감신경의 신경절이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

**13** **모범 답안** (1) 대뇌의 색깔은 회색, 척수의 색깔은 백색이다.  
 (2) A: 후근, B: 전근  
 (3) 대뇌가 중추인 반응은 의식적으로 조절하지만, 척수가 중추인 반응은 무의식적으로 일어난다. 척수가 중추인 반응은 대뇌가 중추인 반응에 비해 반응 속도가 빠르다. 등 중한 가지

**[서울형 TIP]** (3) 대뇌가 정신 활동의 중추라는 점으로부터 대뇌가 중추인 반응은 의식적인 반응이고, 척수와 같이 대뇌가 아닌 중추에 의한 반응은 반사라는 것을 기억해야 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	대뇌와 척수의 색깔을 모두 옳게 서술한 경우	20
(2)	A와 B의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	20
(3)	대뇌가 중추인 반응과 척수가 중추인 반응의 차이점 중 한 가지를 옳게 비교하여 서술한 경우	60
	대뇌가 중추인 반응이나 척수가 중추인 반응의 특징 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30

**14** **모범 답안** (1) ㉠ 뇌줄기, C: 중간뇌, D: 다리뇌, E: 숨골  
 (2) 식물인간은 뇌줄기 기능이 남아 있어 스스로 호흡할 수 있지만, 뇌사자는 뇌줄기 기능을 잃어 스스로 호흡할 수 없다.

**[서울형 TIP]** 두 환자에서 호흡의 자발성 여부가 다르게 나타나므로 이를 뇌의 구조별 기능과 관련지어 서술해야 한다.

**해설**

식물인간과 뇌사자는 모두 대뇌의 기능이 이상인다는 점은 동일하지만, 뇌줄기의 이상 여부가 다르다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠의 이름과 ㉠에 포함된 부분의 기호와 이름을 모두 옳게 쓴 경우	40
(2)	뇌졸거를 언급하여 식물인간과 뇌사자의 호흡 기능 여부가 다른 까닭을 옳게 서술한 경우	60

**15** 모범 답안 (1) 증가

(2) 자율신경 ㉠의 신경절이전 뉴런의 길이는 신경절이후 뉴런의 길이보다 짧다.

(3) 아세틸콜린

**해설** (2) 심장박동 속도는 자율신경계에 의해 조절되며, 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 구성된다. 실험 결과에서 (다)의 심장 II에서 분당 심장박동 수가 증가한 것으로부터 ㉠이 부교감신경임을 유추할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	증가라고 옳게 쓴 경우	20
(2)	자율신경 ㉠의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런의 길이를 옳게 비교하여 서술한 경우	50
(3)	아세틸콜린이라고 옳게 쓴 경우	30

**16** 모범 답안 (1) 말초신경 A에서 신경자극의 이동 방향은 방광에서 중추신경계 방향이고, B에서 신경자극의 이동 방향은 중추신경계에서 방광 방향이다.

(2) 방광이 수축한다.

**해설** 말초신경 A는 구심성뉴런이므로 중추로 신경자극을 전달하고, B는 원심성뉴런으로 반응기관(방광)으로 흥분을 전달한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	말초신경 A와 B를 통한 신경자극의 이동 방향을 모두 옳게 서술한 경우	70
	말초신경 A와 B를 통한 신경자극의 이동 방향 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30
(2)	방광이 수축한다고 옳게 서술한 경우	30

**03** 내분비계와 항상성 유지

탐구 기출 문제

| p.126 |

01 ㄱ 02 ㉠

**01** 체온 조절 중추는 뇌의 시상하부이다. 갑상샘은 뇌하수체전엽에서 분비되는 갑상샘자극호르몬(TSH)에 의해 자

극을 받아 타이록신을 분비한다. 타이록신은 간에 작용하여 물질대사를 촉진한다.

**모답** 피하기

ㄴ. (가)는 호르몬, (나)는 신경에 의한 신호 전달 경로이다.

ㄷ. 신호 전달 속도는 호르몬에 의한 (가)가 신경에 의한 (나)보다 느리다.

**02** 식사 후 소화계에서 소화가 일어나 포도당이 흡수되어 혈당량이 증가하면 이자의 β세포에서 인슐린의 분비량이 증가한다. 인슐린은 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하여 혈당량을 정상 범위로 낮춘다. 혈당량을 일정 범위로 유지하는 항상성은 신경과 호르몬의 작용으로 조절된다.

내신 기초 문제

| p.129-131 |

01 ㉠ 02 ㉠ 03 ㉠ 04 ㉠ 05 D, 이자 06 ㉠  
 07 ㉠ 08 ㉠ 09 ㉠ 10 ㉠ 11 ㉠ 12 ㉠  
 13 ㉠ 14 ㉠ 15 ㉠

**01** ㉠ 호르몬은 내분비샘에서 생성된다.

**모답** 피하기

호르몬은 혈액으로 분비되며, 미량으로 생리 작용을 조절하는 물질이다. 호르몬은 신경에 비해 작용 범위가 넓고, 호르몬에 대한 수용체를 가진 표적세포 또는 표적기관에만 작용한다.

**02** 내분비샘은 분비관이 없어 호르몬을 혈액으로 분비한다.

**03** ㄱ. 신경은 호르몬에 비해 신호 전달 속도가 빠르다.

ㄴ, ㄷ. 신경은 축삭돌기 말단이 닿는 곳에만 작용하지만, 호르몬은 혈관을 통해 온몸으로 운반되어 수용체가 있는 표적세포나 표적기관에 작용한다.

**04** A는 뇌하수체전엽, B는 뇌하수체후엽이다. 뇌하수체전엽(A)에서 분비되는 갑상샘자극호르몬(TSH)은 갑상샘에서 타이록신 분비를 촉진하므로 뇌하수체전엽이 제거되면 혈액 내 갑상샘자극호르몬의 농도가 낮아져 갑상샘에서 타이록신 분비가 감소한다.

**05** A는 시상하부, B는 부신, C는 갑상샘, D는 이자, E는 췌장이다. 혈당량에 대해 길항작용을 하는 호르몬인 인슐린과 글루카곤을 모두 분비하는 내분비샘은 이자이다.

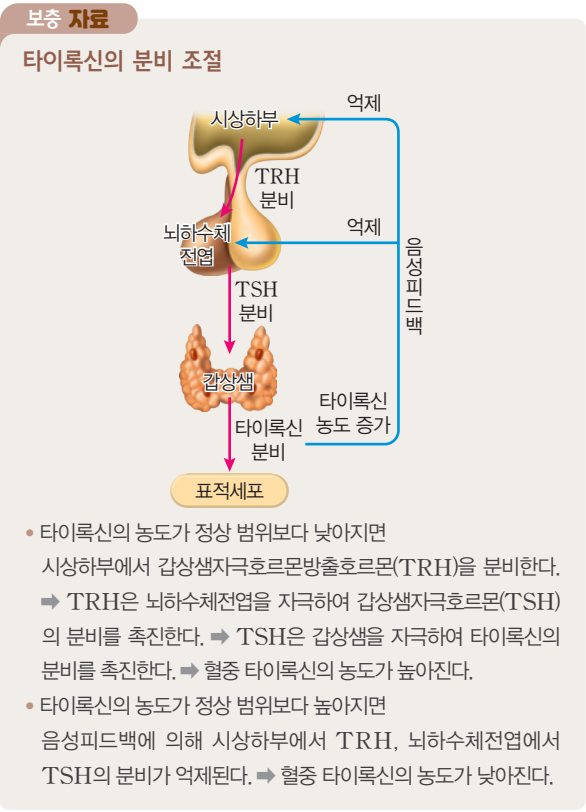
**06** 내분비계와 신경계가 통합적으로 작용하여 몸의 여러 기관의 기능을 유기적으로 조절함으로써 우리 몸의 항상성이 유지된다. 따라서 항상성을 유지하기 위해 몸속 호르몬 농도가 변화한다.

- 07 자동 온도 조절기에 의해 실내 온도가 일정하게 유지되는 것은 음성피드백의 예에 해당된다.  
 나. 인슐린과 글루카곤은 서로 길항작용을 하지만, 혈당량 조절 전체 과정은 음성피드백으로 조절된다.

**오답 피하기**

ㄷ. 교감신경과 부교감신경에 의한 소화액 분비 조절은 두 요인이 하나의 대상에 대해 서로 반대로 작용하는 길항작용의 예이다.

- 08 A는 갑상샘자극호르몬(TSH), B는 타이록신이다. 그림은 타이록신의 분비 조절 과정을 나타낸 것으로, 타이록신(B)의 농도가 일정 농도보다 높아지면 갑상샘자극호르몬(A)의 분비가 감소하므로 (가)는 음성피드백 작용이다. 결과가 그 원인을 억제하는 현상을 음성피드백, 두 가지 요인이 서로 반대로 작용하여 조절하는 것을 길항작용이라고 한다.



- 09 C가 타이록신이라면 ㉠은 갑상샘이다.  
 10 자극 (가)가 주어졌을 때 땀 분비가 증가했으므로 (가)는 고온 자극이다. 고온 자극이 주어지면 교감신경의 작용이 완화되어 피부 근처 혈관이 확장(A)되어 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 증가하여 열 발산량이 증가한다.  
 11 ④ 체온이 낮아지면 교감신경의 작용으로 피부 근처 혈관이 수축되어 열 발산량이 감소하고, 골격근 떨림이 증가하며, 물질대사가 활발히 일어나 열 발생량이 증가한다.

**오답 피하기**

체온이 높아지면 물질대사가 억제되어 열 발생량이 감소하

고, 피부 근처 혈관이 확장되어 열 발산량이 증가하며, 땀샘에서 땀 분비가 증가한다.

- 12 글루카곤(B)은 간에 작용하여 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다.

**오답 피하기**

- ①, ② A는 이자의 β세포에서 분비되는 인슐린, B는 이자의 α세포에서 분비되는 글루카곤이다.  
 ③ 식사 후 혈당량이 높아지면 인슐린(A)의 분비량이 증가한다.  
 ⑤ 세포로의 포도당 흡수를 촉진하는 호르몬은 인슐린이다.

- 13 혈당량이 감소하면 이자의 α에서 글루카곤의 분비량이 증가하여 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정이 촉진되어 혈당량이 증가한다.

**오답 피하기**

- 나. 이자의 β세포에서 분비되는 인슐린은 혈당량을 감소시킨다.  
 ㄷ. 부신속질에서 분비되는 에피네프린은 간에서 글라이코젠의 분해를 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

- 14 물을 많이 마셔서 혈장 삼투압이 낮아지면 시상하부에서 이를 감지하여 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 억제되므로 오줌의 생성량이 증가한다.

**오답 피하기**

나. 물을 많이 마셔서 혈장 삼투압이 낮아지면 항이뇨호르몬(ADH) 분비가 억제되어 콩팥에서 물의 재흡수가 억제된다.

- 15 (가)는 항이뇨호르몬(ADH)으로, 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 항이뇨호르몬의 분비량이 증가하면 오줌의 삼투압은 증가한다.

**오답 피하기**

나. 음식을 짜게 먹으면 혈장 삼투압이 높아져서 항이뇨호르몬의 분비량이 증가한다.

**내신 실전 문제** | p.132~135 |

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

13 ~ 16 해설 참조

- 01 나, ㄷ. 호르몬은 내분비샘에서 혈액이나 조직액으로 분비되어 혈액을 통해 운반되다가 수용체를 가진 표적세포나 표적기관에 결합하여 작용한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 내분비샘은 호르몬을 혈액이나 조직액으로 분비하며 별도의 분비관이 없다.

02 에피네프린은 부신에서, 타이록신은 갑상샘에서, 인슐린은 이자의  $\beta$ 세포에서 분비된다.

03 **오답** 피하기

ㄱ, ㄴ. (가)는 신경, (나)는 호르몬에 의한 신호 전달 방식을 나타낸 것이며, 작용 범위는 (나)가 (가)보다 넓다.

04 내분비샘 (가)는 뇌하수체전엽, 내분비샘 (나)는 갑상샘에 해당한다. 호르몬 A는 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH), 호르몬 B는 갑상샘자극호르몬(TSH), 호르몬 C는 타이록신에 해당한다.

⑤ 호르몬 C는 내분비샘 (가)에 작용하여 호르몬 B의 분비를 억제하며, 호르몬 B가 내분비샘 (나)에 작용하여 호르몬 C의 분비를 촉진한다.

05 ㄱ. 이자에서 분비되는 ㉠은 인슐린이다.

**오답** 피하기

ㄴ. 음식을 짜게 먹으면 혈장 삼투압이 증가하여 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 촉진된다.

ㄷ. 항이뇨호르몬(ADH)의 분비는 음성피드백에 의해 조절된다.

06  $T_1$ 은 저온 자극,  $T_2$ 는 고온 자극이다. 정상 체온보다 체온이 낮아지면 열 발산량이 감소하고, 열 발산량은 증가한다.

**오답** 피하기

ㄴ. 고온 자극인  $T_2$ 에 노출되었을 때 땀샘에서 땀 분비가 증가한다.

07 ㄱ. 시상하부 온도가 올라갔을 때 변화량이 증가한 것으로 보아 ㉠은 피부에서의 열 발산량이다.

**오답** 피하기

ㄴ. 시상하부 온도가 올라간  $T_1$ 일 때 교감신경의 작용이 완화되어 피부 근처 혈관이 확장되므로 피부에서의 열 발산량이 증가하여 체온을 낮춘다.

ㄷ. 저온 자극일 때 열 발산량을 증가시키는 골격근의 떨림이 증가한다.

08 운동 중 포도당을 소모하므로 혈당량을 높이기 위해 글루카곤 분비가 촉진되고, 인슐린 분비는 억제된다. 따라서 ㉠은 이자의  $\beta$ 세포에서 분비되는 인슐린이다.

**오답** 피하기

ㄷ. 운동 시작 시점일 때가  $t_1$ 일 때보다 혈중 포도당 농도가 높다. 따라서 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 양은  $t_1$ 일 때가 운동 시작 시점보다 많다.

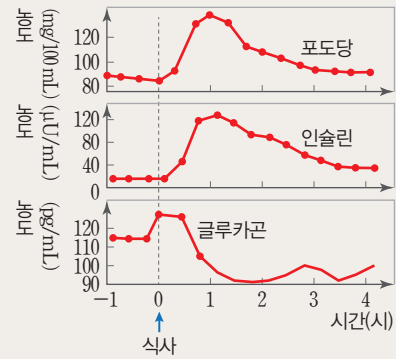
09 ㉠은 인슐린, ㉡은 글루카곤이다.

**오답** 피하기

ㄷ. 인슐린은 혈당량이 높을 때 분비량이 증가하여 혈당량을 낮추므로 인슐린 농도가 높은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 혈중 포도당 농도가 높다.

**보충 자료**

식사 후 혈중 포도당, 인슐린, 글루카곤의 농도 변화



- 식사 후 소화가 일어나 포도당이 흡수되어 혈당량이 증가하면 이를 낮추기 위해 인슐린의 분비가 촉진된다.
- 혈당량이 높아지면 글루카곤의 농도는 감소하므로 글루카곤은 혈당량을 높이는 기능을 한다는 것을 알 수 있다.

10 혈장 삼투압이 증가하면 시상하부에 의해 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)이 분비되고, 항이뇨호르몬은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 낮춘다.

**오답** 피하기

ㄱ. 혈장 삼투압 조절 중추는 시상하부이다.

11 혈중 항이뇨호르몬(ADH) 농도가 높은  $P_2$ 일 때가  $P_1$ 일 때보다 콩팥에서의 단위 시간당 물의 재흡수량이 많다. 따라서 생성되는 오줌의 삼투압은  $P_2$ 일 때가  $P_1$ 일 때보다 크다.

12 ㄷ. 혈액의 수분량은 혈장 삼투압이 낮은 구간 I에서가 II에서보다 많다.

**오답** 피하기

ㄱ, ㄴ. 물 섭취 후 혈장 삼투압이 낮아지면 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하는 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 억제되므로, 혈장 삼투압이 낮은 구간 I에서가 II에서보다 혈중 항이뇨호르몬의 농도가 낮다. 이에 따라 구간 I에서가 II에서보다 생성되는 오줌양이 많다.

13 **모범 답안** (1) 세포 A는 호르몬을 분비하는 내분비 세포이고, B는 호르몬의 표적세포이다.

(2) 세포 B의 표면에는 호르몬 ㉠과 결합할 수 있는 수용체가 있기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	세포 A와 B의 특징을 호르몬과 관련지어 모두 옳게 서술한 경우	60
	세포 A와 B 중 한 가지의 특징만 옳게 서술한 경우	30
(2)	호르몬 수용체와 관련지어 옳게 서술한 경우	40

14 **모범 답안** (1) (가) 음성피드백, (나) 길항작용

(2) • 호르몬 ㉠의 예로 타이록신이 있다. 혈중 타이록신의 농도가 높으면 시상하부와 뇌하수체전엽에서의 갑상샘자극

호르몬방출호르몬(TRH)과 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제된다.

• 호르몬 ①와 ②의 예로 이자에서 분비되는 인슐린과 글루카곤이 있다. 간에서의 글라이코젠 합성과 분해에 대해 인슐린과 글루카곤이 반대로 작용하여 혈당량이 유지된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)와 (나)를 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	호르몬 ①, ②, ③의 예를 한 가지씩 들어 항상성이 유지되는 원리를 모두 옳게 서술한 경우	80
	호르몬 ①의 예를 들어 항상성이 유지되는 원리를 옳게 서술한 경우	40
	호르몬 ②와 ③의 예를 들어 항상성이 유지되는 원리를 옳게 서술한 경우	40
	원리는 쓰지 않고 호르몬 ①, ②, ③의 예시만 모두 옳게 쓴 경우	30

- 15** **모범 답안** (1) • 호르몬 X는 혈중 포도당 농도가 낮을 때 많이 분비되므로 혈중 포도당 농도를 높이는 글루카곤이다.  
 • 호르몬 Y는 혈중 포도당 농도가 높을 때 많이 분비되므로 혈중 포도당 농도를 낮추는 인슐린이다.

(2) 구간 II, 인슐린은 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진하는데, 구간 I 보다 II에서 인슐린의 분비량이 많기 때문이다.

**[서술형 TIP]** 혈중 포도당 농도 변화에 근거하여 호르몬 X와 Y의 역할을 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	호르몬 X와 Y의 이름과 역할을 모두 옳게 서술한 경우	50
	호르몬 X와 Y 중 한 가지의 이름과 역할만 옳게 서술한 경우	25
	호르몬 X와 Y의 이름만 옳게 쓴 경우	10
(2)	간에서 글라이코젠의 합성량이 많은 구간을 고르고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	50
	간에서 글라이코젠의 합성량이 많은 구간만 옳게 쓴 경우	10

- 16** **모범 답안** (1) 항이노호르몬(ADH)

(2) 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하므로 항이노호르몬이 부족하면 물의 재흡수량이 줄어들어 많은 양의 묽은 오줌을 배설하며, 이로 인해 혈장 삼투압이 높아져 갈증을 느끼기 때문이다.

**해설** 많은 양의 묽은 오줌을 누면 오줌을 통한 물의 배출이 비정상적으로 많아진다. 이는 항이노호르몬(ADH)의 분비가 부족해 콩팥에서의 물의 재흡수가 원활히 일어나지 않기 때문임을 유추할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	항이노호르몬(ADH)이라고 옳게 쓴 경우	30
(2)	항이노호르몬의 기능과 관련지어 증상이 나타나는 까닭을 옳게 서술한 경우	70
	항이노호르몬이 부족하기 때문이라고만 서술한 경우	30

## 04 우리 몸의 방어작용

### 탐구 기출 문제

| p.140 |

01 ③ 02 ①

**01** 비누로 깨끗이 씻은 손을 문지른 면봉을 배지에 문지른 (가)에 서는 콜로니가 거의 형성되지 않았고, 휴대 전화를 문지른 면봉을 배지에 문지른 (나)에서는 콜로니가 많이 형성되었으므로 비누는 세균을 제거하는 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

**02** (가)는 세균에 속하는 헬리코박터 파일로리이고, (나)는 곰팡이에 속하는 피부사상균이다. 세균과 곰팡이는 모두 스스로 물질대사를 한다.

#### 오답 피하기

- ③ 세균(가)은 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막이 없는 단세포생물이다.  
 ④ 곰팡이(나)는 막으로 둘러싸인 세포소기관과 핵막, 세포벽이 있다.  
 ⑤ 세균(가)은 분열법으로 빠르게 증식하고, 곰팡이(나)는 몸이 실처럼 생긴 균사로 되어 있고 포자로 번식한다.

### 세미나 기출 문제

| p.142 |

01 ④ 02 해설 참조

**01** ③ 원생생물에 의한 질병의 예로 말라리아, 수면병 등이 있다. 독감은 바이러스에 의한, 충치는 세균에 의한 질병의 예이다.

**02** **모범 답안** 감염성질환을 유발한다. 유전물질(핵산)을 갖는다. 단백질을 갖는다. 중 한 가지

채점 기준	배점(%)
바이러스와 세균의 공통점 한 가지를 옳게 서술한 경우	100

### 나신 기초 문제

| p.143~145 |

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

**01** 감염성질환은 병원체 감염에 의해 발병하며, 비감염성질환은 유전, 생활 방식, 환경 요인 등 다양한 원인에 의해 발병한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 당뇨병, 고혈압 등은 비감염성질환에 해당한다.

**02** 결핵은 세균, 말라리아는 원생생물, 독감과 홍역은 바이러스에 감염되어 발생하는 감염성질환이다.

**03** 독감, 홍역, 후천성면역결핍증(AIDS)은 모두 바이러스에 감염되어 질병을 일으키는 감염성질환으로 다른 사람에게 전염된다. 바이러스는 세포 구조를 갖지 않으며, 스스로 물질을 합성할 수 없다.

**04** 결핵의 병원체는 세균으로, 세포막과 세포벽은 갖지만, 핵막을 갖지 않는 원핵생물에 속한다.

**05** 무좀을 일으키는 병원체는 곰팡이에 속한다. 곰팡이는 균사와 세포벽을 갖는 진핵생물이다.

**06** 코로나바이러스감염증을 일으키는 병원체는 바이러스에, 콜레라를 일으키는 병원체는 세균에 속한다.

**오답 피하기**

- ① 코로나바이러스감염증은 감염성질환이다.
- ② 콜레라 치료 시에는 항생제가 사용된다.
- ④ '세포로 되어 있다.'는 ㉠에 해당한다.
- ⑤ '단백질을 가지고 있다.'는 ㉡에 해당한다.

**07** 말라리아의 병원체는 말라리아원충이라는 원생생물이며, 매개 생물(모기)에 의해 감염된다.

**오답 피하기**

- ① 감기의 병원체는 바이러스에 속하며, 주로 호흡기관을 통해 감염된다.
- ② 수면병의 병원체는 원생생물에 속하며 매개 생물(체체과리)에 의해 감염된다.
- ③, ④ 콜레라의 병원체인 비브리오 콜레라균과 장티푸스의 병원체인 살모넬라 타이피균은 세균에 속하며, 주로 오염된 물이나 음식을 먹었을 때 소화기관을 통해 감염된다.

**08** A의 병원체는 원생생물, B의 병원체는 곰팡이에 속한다. 원생생물에 의한 질병은 원생생물의 종류에 따라 적절한 치료제를 사용하고, 곰팡이에 의한 질병은 항진균제를 사용하여 치료한다.

**09** 피부와 점막은 태어나면서부터 가지고 있는 방어작용으로, 선천성면역에 해당한다.

**오답 피하기**

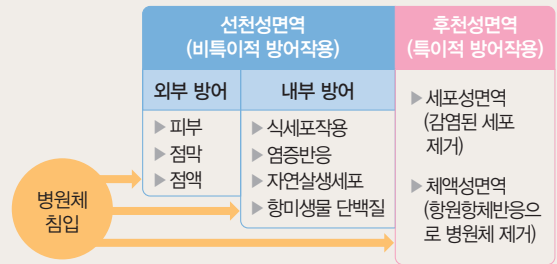
- ② 림프구는 후천성면역을 담당하는 주요 세포이다.
- ③, ④ 식세포작용, 염증반응은 선천성면역 중 내부 방어에 해당한다.

**10** 선천성면역은 병원체의 종류를 구분하지 않고 비특이적으로 빠르게 일어난다. 선천성면역에는 외부 방어벽인 피부와 점막이 있고, 내부 방어에 해당하는 식세포작용과 염증반응이 있다.

**11** 피부와 점막에 의한 방어작용은 병원체의 침입을 막는 외부 방어(가)에 해당한다. 선천성면역은 후천성면역보다 먼저 작동하여 빠르게 대응한다. 후천성면역에는 세포독성 T림프구가 관여하는 세포성면역과 B림프구와 보조 T림프구가 관여하는 체액성면역이 있다. (다)는 체액성면역이다.

**보충 자료**

**우리 몸의 방어작용**



- 선천성면역: 태어나면서부터 가지고 있는 방어작용으로, 병원체의 종류를 구분하지 않고 동일한 방식으로 일어난다.
- 후천성면역: 태어난 후 병원체에 노출되면서 발달하고 병원체의 종류에 따라 선별적이고 특이적으로 일어난다.

**12** 식세포작용은 병원체가 몸속으로 들어왔을 때 작동하는 내부 방어(나)에 해당한다.

**13** 라이소자임은 대표적인 항균성단백질로, 세균의 번식을 억제하는 효소이다. 땀, 눈물, 콧물, 침 등에 들어 있으며, 세균의 세포벽을 분해한다.

**14** 상처 부위로 병원체가 침입하면 비만세포가 히스타민을 분비한다.

**15** B림프구가 분화한 형질세포가 항체를 생성하고 분비한다.

**16** 큰포식세포가 제시한 항원을 보조 T림프구(㉠)가 인식하면서 활성화되는 과정으로, 후천성면역이 시작된다.

**17** 세포성면역은 세포독성 T림프구가 감염된 세포를 직접 공격하여 제거하는 과정이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 기억세포는 항원의 특성을 기억하여 동일한 항원이 재침입하면 빠르게 형질세포와 기억세포로 분화한다.

**19** (가)는 병원체가 몸속으로 들어오면 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나는 비특이적 방어작용인 선천성면역이다. (나)는 특정 항원을 인식하여 일어나는 특이적 방어작용인 후천성면역, C는 세포성면역, D는 체액성면역이다.

내신 실전 문제

| p.146~149 |

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

01 A는 후천성면역결핍증(AIDS)이고, B와 C는 각각 당뇨 병과 고혈압 중 하나이며, D는 아메바성 이질이다.

오답 피하기

ㄴ. 비감염성질환은 병원체 감염에 의한 것이 아니므로 다른 사람에게 전염되지 않는다.

02 세균, 곰팡이, 바이러스 중 세포 구조가 아닌 것은 바이러스이므로 B는 바이러스이다. 세균은 핵이 없는 원핵생물이고, 곰팡이는 다세포 진핵생물이므로 '핵이 있는가?'는 분류 기준 (가)에 해당된다.

오답 피하기

ㄴ. 황색포도상구균은 세균(A)에 속한다.

03 (가)의 병원체는 바이러스에 속하므로 (가)는 독감이다. 원핵생물인 병원체는 세균이므로 (나)는 파상풍이다. (다)는 병원체의 감염 없이 발병하므로 고혈압이다. 균사와 세포벽을 갖는 병원체는 곰팡이이므로 (라)는 무좀이다.

04 ㄴ. 핵막을 갖지 않고 곰팡이에 속하지 않는 C는 홍역의 병원체로, 바이러스에 속한다. 바이러스는 유전물질(핵산)과 단백질 껍질로 이루어져 있다.

오답 피하기

ㄱ, ㄴ. 핵막을 갖고 곰팡이에 속하는 B는 무좀의 병원체인 곰팡이에 대한 설명이다. A는 말라리아의 병원체로 원생생물에 속하므로, ①은 'O'이다.

05 A는 피부의 표면인 각질층이고, B는 점막에서 분비하는 점액이다. 피부(가)와 점막(나)은 선천성면역 중 표면 방어벽에 해당한다. 코, 습관, 습관가지, 소화관 등과 같이 피부가 없는 부위는 점막으로 덮여 있고, 점막은 끈끈한 점액을 분비할 수 있다. 점액은 병원체의 이동을 방해하며, 라이소자임이 들어 있어 병원체의 침입을 막을 수 있다.

06 염증반응에서 히스타민을 분비하는 ①은 비만세포이다. 피부가 손상되어 세균이 몸속으로 들어오면 비만세포가 히스타민을 분비한다. ➔ 히스타민에 의해 모세혈관이 확장되고 모세혈관의 투과성이 증가하면 모세혈관 밖으로 백혈구가 쉽게 빠져나간다. ➔ 상처 부위로 백혈구가 모이고, 백혈구의 식세포작용으로 침입한 세균이 빠르게 제거된다. ➔ 염증반응의 증상으로 열, 부어오름, 통증, 붉어짐 등이 나타난다.

오답 피하기

ㄴ. 히스타민은 모세혈관을 확장시킨다.

07 (가)는 골수로, B림프구와 T림프구가 만들어지는 곳이다. ①은 B림프구, ②은 T림프구로, 모두 후천성면역에 관여하며, 이 중 보조 T림프구와 세포독성 T림프구는 세포성면역에 관여한다.

08 보조 T림프구는 항체 생성에 관여하므로 한 가지 특징을 가지는 C에 해당한다. A는 B림프구로 두 가지 특징을 모두 가진다. 따라서 ①은 2이다.

오답 피하기

ㄴ. 특징을 모두 가지지 않는 B는 세포독성 T림프구이다.

09 X는 항원을 제시하는 큰포식세포, Y는 보조 T림프구, Z는 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포독성 T림프구이다.

10 B림프구가 분화하여 생긴 기억세포는 항원의 특성을 기억하여 동일한 항원이 재침입하면 신속하게 형질세포와 기억세포로 분화하여 많은 양의 항체를 생성한다.

오답 피하기

ㄴ. (다)의 보조 T림프구는 골수에서 생성되고, 가슴샘에서 성숙한다. 골수에서 생성되고 성숙하는 것은 B림프구이다.

11 ㄱ. 후천성면역은 큰포식세포가 제시한 항원 조각을 보조 T림프구가 인식하면서 시작된다.

오답 피하기

ㄴ. A는 감염된 세포를 직접 제거하는 세포독성 T림프구로, 골수에서 생성되어 가슴샘에서 성숙되며 세포성면역에 관여한다.

ㄴ. B는 항체를 생성하는 형질세포이다. 항원 X를 기억하는 것은 기억세포이다.

12 ㄱ. 생쥐 A는 정상 생쥐에 비해 병원체가 감염 초기부터 빠르게 증식하고 있으므로 선천성면역이 작동하지 않는 상태라고 유추할 수 있다. 따라서 큰포식세포가 결핍된 생쥐이다.

오답 피하기

ㄴ. 생쥐 B는 보조 T림프구가 결핍되었으므로 B림프구의 분화가 일어나지 않아 구간 I에는 형질세포가 분비한 항체가 없다. 그러므로 선천성면역은 작동하지만, 후천성면역이 작동하지 않는다.

ㄴ. 정상 생쥐에서는 선천성면역과 후천성면역이 모두 일어나 병원체의 수가 크게 줄어들었다.

13 **모범 답안** (1) 감염성질환인가?, 병원체에 의해 질병이 발생하는가?, 다른 사람에게 질환이 전염될 수 있는가? 등 중 한 가지

(2) 병원체가 세균인가?, 병원체가 세포 구조를 가지는가?, 병원체가 스스로 물질대사를 하는가? 등 중 한 가지

**[서울형 TIP]** 여러 기준이 가능할 수 있고, 질병을 구분하는 적절한 기준은 모두 정답으로 인정한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	감염성질환과 비감염성질환을 구분하는 기준을 옳게 서술한 경우	50
(2)	세균 감염에 의한 질병과 바이러스 감염에 의한 질병을 구분하는 기준을 옳게 서술한 경우	50

- 14** **모범 답안** (1) A: 무좀, B: 결핵  
 (2) 병원체는 스스로 물질대사를 하지 못한다. 치료에 항바이러스제가 사용된다. 병원체는 바이러스에 속한다. 중 한 가지

채점 기준		배점(%)
(1)	A, B를 모두 옳게 쓴 경우	40
(2)	후천성면역결핍증(AIDS)를 일으키는 병원체의 특징이나 치료 방법 중 한 가지를 옳게 서술한 경우	60

- 15** **모범 답안** (1) 히스타민  
 (2) 모세혈관이 확장되고 혈관의 투과성이 증가하여 백혈구에 의한 식세포작용이 활발하게 일어난다.

채점 기준		배점(%)
(1)	히스타민이라고 옳게 쓴 경우	30
(2)	히스타민에 의해 모세혈관에 생기는 변화와 염증반응에서 일어나는 식세포작용을 모두 옳게 서술한 경우	70
	히스타민에 의한 모세혈관의 변화만 옳게 서술한 경우	30

- 16** **모범 답안** (1) ㉠ 보조 T림프구 ㉡ B림프구 ㉢ 형질세포  
 (2) 형질세포(㉢)는 항체를 생성하여 분비한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠, ㉡, ㉢의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	45
(2)	형질세포의 기능을 옳게 서술한 경우	55

## 05 항원항체반응

### 탐구 기출 문제

| p.152 |

01 ㉠ 02 ㉢

- 01** 혈액형 판정 결과 아버지의 ABO식 혈액형은 O형이다. 철수는 A형이므로 적혈구의 세포막에 응집원 A가 있다. 여동생은 B형이므로 혈장에 응집소  $\alpha$ 가 있다.  
**02** ㉡. 영희의 혈액은 항B 혈청에만 응집하였으므로 B형이다. 따라서 B형에게 다량 수혈할 수 있다.

**오답** 피하기

㉠. ㉠은 영희의 혈액과 항A 혈청에 들어 있는 응집소  $\alpha$ 이다.  
 ㉡. ㉡은 영희의 적혈구 세포막에 있는 응집원 B이다.

### 내신 기초 문제

| p.154 |

01 ① 02 ② 03 ③ 04 ④ 05 ① 06 ⑤

- 01** 특정 항원을 인식한 B림프구에서 분화된 형질세포가 항체를 생성하고 분비한다.  
**02** 항체는 형질세포에서 분비한다.  
**오답** 피하기  
 ㉠. 한 종류의 병원체에는 여러 종류의 항원이 있을 수 있다.  
 ㉡. 각 항원에는 항원 결합 부위가 맞는 특정 항체가 특이적으로 결합한다.  
**03** ABO식 혈액형의 응집원은 적혈구 세포막에, 응집소는 혈장에 있다.  
**오답** 피하기  
 ①, ② ABO식 혈액형의 응집원에는 응집원 A와 B가 있고, 응집소에는 응집소  $\alpha$ 와  $\beta$ 가 있다.  
 ④ AB형은 응집원 A와 B를 모두 가진다.  
 ⑤ A형 혈액의 응집원 A와 O형 혈액의 응집소  $\alpha$ 가 결합하여 응집반응이 일어난다.  
**04** Rh식 혈액형은 적혈구 세포막에 Rh 응집원이 있으면 Rh<sup>+</sup>형, 없으면 Rh<sup>-</sup>형으로 구분한다.  
**오답** 피하기  
 ①, ② 응집원에는 Rh 응집원이 있고, 응집소에는 Rh 응집소가 있으므로 응집원과 응집소의 종류는 1가지씩 있다.  
 ③ Rh<sup>-</sup>형은 Rh 응집원을 갖지 않으며, Rh 응집원에 노출되면 Rh 응집소가 생성된다.  
 ⑤ 항Rh 혈청에는 Rh 응집소가 있지만, Rh<sup>-</sup>형은 Rh 응집원을 갖지 않으므로 응집반응이 일어나지 않는다.  
**05** 혈액형 판정 실험 결과 철수의 ABO식 혈액형은 A형이고, Rh식 혈액형은 Rh<sup>-</sup>형이다. 철수의 혈장에는 응집소  $\beta$ 가 있다. 항A 혈청에는 응집소  $\alpha$ 가, 항B 혈청에는 응집소  $\beta$ 가, 항Rh 혈청에는 Rh 응집소가 들어 있다.  
**06** 항원에 특이적으로 결합할 수 있는 항체에 색깔을 띠는 입자가 결합되어 있어 항원항체반응이 일어나면 색깔이 나타난다.

### 내신 실전 문제

| p.155~157 |

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

- 01** **오답** 피하기  
 ㉠. 항체 I은 항원 ㉠과만 특이적으로 결합한다.

ㄷ. 한 종류의 형질세포는 한 종류의 항체만 분비하므로, 항체 I ~ III은 서로 다른 종류의 형질세포에서 분비된다.

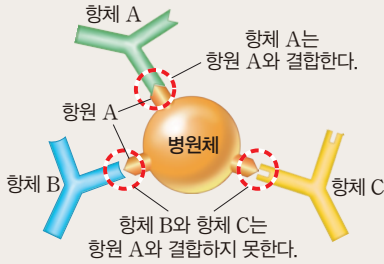
**02** 항체는 면역 단백질로 항원에 특이적으로 결합하는 항원 결합 부위를 가지며, 항원 결합 부위와 맞는 항원에만 특이적으로 결합하는 항원항체반응의 특이성을 보인다.

**오답 피하기**

ㄱ. 항체는 2개의 동일한 항원 결합 부위를 갖는다.

**보충 자료**

**항원항체반응의 특이성**



- 항체는 자신의 항원 결합 부위와 구조가 맞는 항원과만 결합할 수 있다.
- 항체마다 항원 결합 부위의 구조가 다르므로 항체마다 결합할 수 있는 항원의 종류가 다르다.
- 항체는 특정 항원에만 작용하고 다른 항원과는 반응하지 않는데, 이것을 항원항체반응의 특이성이라고 한다.

**03** 사람 (가)의 ABO식 혈액형은 A형이므로 ㉠에는 응집소 β, ㉡에는 응집원 A가 있다. 사람 (나)는 (가)와 다른 종류의 응집소를 가지므로 ㉢에는 응집소 α가 있다. 따라서 ㉠과 ㉢을 섞으면 항원항체반응이 일어나 응집한다.

**04** 혈액형 판정 실험 결과 사람 (가)의 ABO식 혈액형은 B형이고, Rh식 혈액형은 Rh<sup>+</sup>형이다. 사람 (나)의 ABO식 혈액형은 AB형이고, Rh식 혈액형은 Rh<sup>-</sup>형이다.

**오답 피하기**

③ (가)는 응집소 α를 갖지만, (나)는 응집소 α를 갖지 않는다.  
 ④ (가)의 혈장의 응집소 α와 (나)의 적혈구의 응집원 A가 만나면 응집반응이 일어난다.

**05** 표에서 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 모두 없는 경우가 있으므로 응집원 ㉠과 응집소 ㉡은 [응집원 A와 응집소 β] 또는 [응집원 B와 응집소 α] 중 한 경우이다.

i) 응집원 ㉠이 응집원 A이고, 응집소 ㉡이 응집소 β라고 가정하면 응집원 ㉠이 있는 사람은 A형과 AB형을 모두 포함한다. 응집소 ㉡이 있는 사람은 A형과 O형을 모두 포함한다. 응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 모두 없는 사람은 B형이고, 이 수가 25명이므로 A형과 O형과 AB형인 사람의 합은 150 - 25 = 125명이다. 따라서 125명 중 응집원 ㉠이 있는 사람이 50명이므로 O형은 75명, 응집소 ㉡이 있는 사람이

105명이므로 AB형은 20명, A형은 30명이다.

ii) 응집원 ㉠이 응집원 B이고, 응집소 ㉡이 응집소 α라고 가정하면 A형은 25명, B형은 30명, AB형은 20명, O형은 75명이다. A형과 B형에 관계없이 AB형은 20명이고, O형은 75명이다.

따라서 A형 또는 B형의 수는 응집원 ㉠과 응집소 ㉡을 어떤 것으로 가정하느냐에 따라 달라지지만, AB형은 20명 O형은 75명으로 일정하다.

**06** 철수의 응집원과 항A 혈청의 응집소 α가 응집하였으므로 철수는 A형이다. 철수의 혈액에는 응집소 β가 있다.

**오답 피하기**

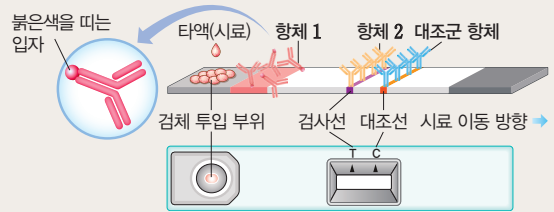
ㄱ. 철수는 A형에게 다량 수혈받을 수 있고, O형에게 소량 수혈받을 수 있다.

ㄷ. 철수의 적혈구 세포막에는 응집원 A가 있다.

**07** 신속 항원 검사 도구에서 항원 X는 항체 1과 결합하여 이동하며, 검사선에서 항체 1과 결합한 항원 X는 항체 2와 결합한다. 대조군 항체는 항체 1의 항원 결합 부위가 아닌 다른 부위에 결합한다.

**문제 속 자료**

**신속 항원 검사 도구의 원리**



- ① 항체 1에는 붉은색을 띠는 입자가 부착되어 있다. 검체 투입 부위에 시료를 넣으면 시료는 항체 1과 함께 이동한다.
- ② 항원이 있는 경우 검사선에서는 항체 1과 결합한 항원이 항체 2와 결합하여 붉은색 선이 나타난다.
- ③ 대조선에서는 항체 1이 대조군 항체와 결합하여 붉은색 선이 나타난다.

**08** 병원체에 감염되었을 경우 물질 Q와 결합한 병원체 X의 항원이 I에 고정되어 있는 X에 대한 항체와 항원항체반응 하므로 붉은색 선이 나타난다. 병원체 X에 감염되지 않은 경우 항원과 결합한 Q가 없으므로 I에서 항원항체반응이 일어나지 않아 붉은색 선이 나타나지 않는다.

**오답 피하기**

ㄱ. A는 I에 붉은색 선이 나타나지 않았으므로 병원체 X에 감염되지 않았다. I에 붉은색 선이 나타난 B는 X에 감염되었음을 알 수 있다.

ㄷ. II에 고정되어 있는 Q에 대한 항체는 Q와 결합하는데, 이때 Q의 항원 결합 부위가 아닌 다른 부위와 결합한다.

09 **모범 답안** (1) A, B

(2) (다), 항체는 그 항체를 만들게 한 항원의 구조에 맞게 항원 결합 부위가 형성되므로 해당 항원과만 결합하는 항원 항체반응의 특이성이 나타나기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A, B를 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	(다)를 쓰고, 항원항체반응의 특이성을 포함하여 (다)를 고른 까닭을 옳게 서술한 경우	70
	(다)를 쓰고, 특정 항체는 특정 항원과만 결합할 수 있다고 서술한 경우	50
	(다)만 옳게 쓴 경우	20

10 **모범 답안** (1) ㉠ 응집소 β ㉡ 응집원 A ㉢ A형

(2) A형, O형, A형인 영희와 같은 혈액형인 A형은 응집반응이 일어나지 않으므로 다량 수혈받을 수 있다. O형은 적혈구 세포막에 응집원이 없으므로 영희 혈액의 응집소 β와 응집반응이 일어나지 않기 때문에 혈액형이 달라도 소량 수혈받을 수 있다.

**해설** (1) 응집소 β가 있는 항B 혈청과 영희 혈액의 응집원 사이에 응집반응이 일어나지 않으므로 영희는 응집소 β와 응집원 A를 갖는 A형이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠~㉢을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	A형, O형을 모두 쓰고, 수혈 시 A형과 O형의 차이를 응집 반응을 포함하여 옳게 서술한 경우	70
	A형, O형만 옳게 쓴 경우	20

11 **모범 답안** (1) ㉠ O형 ㉡ A형

(2) 응집소가 있는가?

(3) 응집반응이 일어난다. A형의 응집원 A와 B형의 응집소 a가, B형의 응집원 B와 A형의 응집소 β가 각각 항원항체반응을 일으키기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠과 ㉡의 ABO식 혈액형을 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	A형과 AB형을 구분하는 분류 기준을 옳게 서술한 경우	20
(3)	혈액형이 서로 다른 두 혈액을 섞었을 때 응집반응 여부를 쓰고, 응집원과 응집소를 이용하여 그 까닭을 옳게 서술한 경우	60
	응집반응 여부만 옳게 쓴 경우	20

12 **모범 답안** 항원이 있으면 T(검사선)에도 붉은색 선이 나타난다. 항원이 T(검사선)에 있는 항체 a와 항원항체반응을 하기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
	신속 항원 검사 결과와 그와 같은 결과가 나타난 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
	신속 항원 검사 결과만 옳게 서술한 경우	30

06 **감염성질환의 예방**

**탐구 기출 문제**

| p.160 |

01 ⑤ 02 ①

01 핵산 백신은 병원체의 항원 단백질 정보를 가지고 있는 유전물질인 핵산(DNA 또는 RNA)을 이용하여 만드는 백신이며, 백신이 접종되면 우리 몸에서 핵산을 이용한 항원 단백질이 만들어져 면역반응이 일어난다.

**오답 피하기**

ㄱ. 약화된 병원체를 이용하여 만드는 것은 생백신이다.

02 백신은 우리 몸이 전에 침입했던 병원체를 기억했다가 같은 병원체가 다시 침입했을 때 빠르고 강력하게 방어작용을 하는 면역반응의 특성을 이용하여 감염성질환을 예방하기 위해 만든 물질이다.

**내신 기초 문제**

| p.163 |

01 ⑤ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ④ 06 ②

01 기침이나 재채기를 통해 공기 중으로 전파된 병원체가 호흡기관을 통해 감염되면 감염성질환을 일으킬 수 있다.

02 기침을 할 때는 마스크를 쓰거나 옷소매로 가려 병원체가 공기 중으로 전파되지 않도록 한다. 주기적으로 실내 공기를 환기하고, 사용한 물건은 소독한다. 환자와의 직접적인 접촉을 피하고, 병원체를 전달하는 매개 생물이 번식하지 않도록 관리하면 감염성질환을 예방할 수 있다.

03 백신에는 약화된 병원체나 병원체의 항원이 들어 있어 몸속에서 기억세포 형성을 유도한다. 백신을 접종하여 감염성질환을 예방할 수 있다.

**오답 피하기**

② 1차 면역반응에서 보조 T림프구에 의해 B림프구가 활성화된다.

③ 동일한 항원이 재침입하면 2차 면역반응이 일어난다.

④, ⑤ 2차 면역반응에서 기억세포가 형질세포와 기억세포로 분화하며, 분화된 형질세포가 항체를 생성한다.

05 백신은 감염성질환을 예방할 수 있다. 비감염성질환인 고혈압은 백신으로 예방하기 어렵다.

06 생백신은 독성을 약화한 병원체를, 사백신은 화학 물질이나 열처리를 통해 불활성화한 병원체를 이용하여 만든다. 생백

신은 사백신에 비해 면역 효과가 오래 유지된다. 핵산 백신은 병원체의 유전물질(DNA 또는 RNA)로부터, 재조합 백신은 병원체에서 생산한 항원이나 항원 결정 부위를 이용하여 만든다.

내신 실전문제

| p.164~165 |

- 01 ③    02 ⑤    03 ①    04 ⑤    05 ④    06 ③  
07 ~ 09 해설 참조

**01** 무좀은 주로 환자와의 접촉을 통해 병원체에 감염된다. 독감은 주로 호흡기관을 통해 기침이나 재채기를 할 때 공기 중으로 방출된 병원체에 감염된다. 말라리아는 주로 모기와 같은 매개 생물을 통해 감염된다. 당뇨병과 고혈압은 비감염성질환이다.

**02** 호흡기관을 통한 병원체 감염을 예방하기 위해 마스크 착용이 효과적이며, 환자와의 접촉이나 사물을 매개로 병원체에 감염될 수 있으므로 흐르는 물에 손을 비누로 30초 이상 씻어 병원체를 제거하면 병원체 감염을 예방할 수 있다.

**03** 생백신은 약화된 병원체를 이용하여 만든다.  
ㄱ. ㉠ 주사 후 1차 면역반응이 일어났으므로 ㉠은 병원체 P의 생백신이다.

오답 피하기

ㄴ. 구간 I에서 소량의 항체가 천천히 만들어졌으므로 1차 면역반응이 일어났다.

ㄷ. 구간 II에서 기억세포가 분화한 형질세포가 항체를 생성한다.

**04** 집단 내 충분히 많은 사람이 면역을 가지면 전파 가능성이 떨어져 백신을 맞지 않은 사람도 감염 위험이 낮아진다.

오답 피하기

① 감염성질환의 전파는 집단의 면역 상태와 밀접하게 관련된다. 면역자가 많을수록 전파가 억제된다.

② 집단 면역은 모든 사람이 접종해야만 형성되는 것이 아니다. 병원체와 전파력에 따라 일정 비율 이상의 사람이 면역을 가지면 형성된다.

③ 집단 면역은 개인의 치료 효과와는 관련 없으며, 집단 차원에서 감염성질환의 확산을 억제하는 효과를 의미한다.

④ 면역력이 일부만 있는 집단에서는 여전히 감염성질환이 쉽게 퍼질 수 있다. 이는 집단 면역이 형성되지 않은 상태이기 때문이다.

**05** 병원체 X 주사 후 빠르게 많은 양의 항체를 만든 생쥐 A는 백신을 접종하여 기억세포가 몸속에 형성되어 2차 면역반응

이 일어난 것이다. 적은 양의 항체를 천천히 만드는 B는 백신을 접종하지 않았다. 항체는 모두 형질세포에서 생성된다.

**06** (가)는 생백신으로, 면역반응을 유도하는 효과가 뛰어나다. (나)는 핵산 백신으로, 몸속에 들어온 병원체의 핵산을 이용하여 항원 단백질이 만들어진다. (다)는 사백신으로, 면역력이 약한 사람에게도 안전하지만 효과가 약해 여러 번 접종해야 한다.

**07** 모범 답안 • (가) 매개 생물을 통한 감염성질환이므로 매개 생물의 접근을 막거나 개체 수를 관리한다. 중 한 가지  
• (나) 호흡기관을 통한 감염성질환이므로 마스크를 착용한다. 흐르는 물에 손을 비누로 30초 이상 씻는다. 중 한 가지

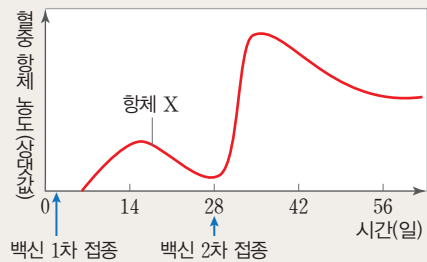
채점 기준	배점(%)
(가)의 감염 경로인 매개 생물을 통한 감염을 차단하여 질병을 예방하는 방법을 옳게 서술한 경우	50
(나)의 감염 경로인 호흡기관을 통한 감염을 차단하여 질병을 예방하는 방법을 옳게 서술한 경우	50

**08** 모범 답안 항원 A가 포함된 백신을 1차 접종했을 때 기억세포가 형성되었고, 2차 접종했을 때 기억세포가 빠르게 형질세포로 분화하여 많은 양의 항체를 빠르게 생성했기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
1차 접종 후 기억세포의 형성과 2차 접종 후 기억세포의 분화를 포함하여 옳게 서술한 경우	100
1차 접종 후 기억세포의 형성에 대해서만 옳게 서술한 경우	50

문제 속 자료

1차 면역반응과 2차 면역반응



- 백신을 1차 접종하면 후천성면역이 활성화되는 데까지 시간이 오래 걸리므로 일정 시간 후 적은 양의 항체가 천천히 만들어진다. 이때 B림프구가 기억세포와 형질세포로 분화하므로 기억세포가 남아 있다. → 1차 면역반응
- 백신을 2차 접종하면 1차 접종 후 남아 있던 기억세포가 형질세포로 빠르게 분화하여 1차 면역반응에 비해 많은 양의 항체를 빠르게 만들어 병원체를 제거한다. → 2차 면역반응

**09** 모범 답안 • 백신 접종은 면역력이 없거나 낮은 영유아, 노인, 기저질환자들을 간접적으로 보호할 수 있다.  
• 집단 면역을 형성하여 감염성질환의 확산을 억제할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
백신 접종의 사회적 의의 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100
백신 접종의 사회적 의의를 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

- |          |          |                        |      |          |
|----------|----------|------------------------|------|----------|
| 01 ①     | 02 ③     | 03 해설 참조               | 04 ② | 05 ③     |
| 06 ⑤     | 07 해설 참조 | 08 ③                   | 09 ① | 10 ④     |
| 11 ②     | 12 ②     | 13 ③                   | 14 ⑤ | 15 해설 참조 |
| 16 ③     | 17 ②     | 18 (가) 항생제, (나) 항바이러스제 | 19 ③ |          |
| 20 ④     | 21 ④     | 22 ④                   | 23 ③ | 24 ③     |
| 26 해설 참조 |          |                        |      |          |

01 A는 구심성뉴런, B는 연합뉴런, C는 원심성뉴런, ㉠은 말이집, ㉡은 랑비에결절이다.

오답 피하기

ㄴ. A와 C는 말이집신경에 해당한다.  
 ㄷ. 신경자극의 이동은 A → B → C로 일어난다. 말이집(㉡)은 절연체 성분으로 구성되어 있어 역치 이상의 자극을 주더라도 세포막을 통한 이온의 출입이 일어나지 않아 활동전위가 발생하지 않는다.

02 ㉠은  $Na^+$ , ㉡은  $K^+$ 이다. 살아 있는 세포에서  $Na^+$ (㉠)의 농도는 항상 세포 바깥쪽이 안쪽보다 높고,  $K^+$ (㉡)의 농도는 항상 세포 안쪽이 바깥쪽보다 높다.

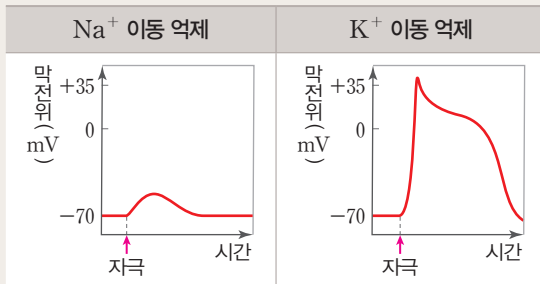
오답 피하기

ㄴ.  $Na^+ - K^+$  펌프는 ATP를 소모하여 항상  $Na^+$ 은 세포 안쪽에서 바깥쪽으로,  $K^+$ 은 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 이동시킨다.

03 **모범 답안** (1)  $Na^+$  통로를 통한  $Na^+$ 의 이동이 억제되므로 탈분극이 일어나지 않아 지점 X의 막전위는 거의 변화하지 않는다.  
 (2)  $K^+$  통로를 통한  $K^+$ 의 이동이 억제되므로 재분극이 정상적으로 진행되지 않으며 지점 X의 막전위는 상승 후 서서히 낮아진다.

보충 자료

이온 통로를 통한 이온 이동 억제 시 막전위 변화



04 ㄴ. A는 시냅스전뉴런, B는 시냅스후뉴런이므로 신경자극전달은 A에서 B로 일어난다. 따라서 X는 A의 축삭돌기 말단이고, Y는 B의 가지돌기 말단이다. 뉴런의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포(㉡)가 있다.

오답 피하기

ㄱ. X는 A의 축삭돌기 말단이다.  
 ㄷ. 시냅스에서 신경자극전달은 A에서 B로 일어나므로 B에 자극을 주면 A로 신경자극전달이 일어나지 않아 ㉠에서 활동전위가 발생하지 않는다.

05 A는 사이뇌, B는 숨골이다. 사이뇌(A)는 시상과 시상하부로 구성되며, 체내 항상성 유지에 관여한다. 숨골(B)은 소화·호흡운동, 심장박동의 중추이며, 뇌줄기를 구성한다.

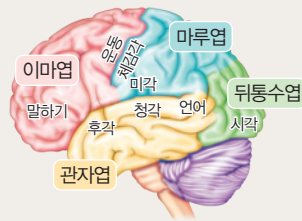
오답 피하기

ㄷ. 숨골에서 직접 뻗어나오는 자율신경은 부교감신경이다. 부교감신경은 신경절이전 뉴런의 길이가 신경절이후 뉴런보다 길므로 신경절은 ㉡에 있다.

06 이마엽은 말하기, 운동 등을 담당하는 영역으로 손상 시 언어 장애, 운동 장애 등이 나타날 수 있다. 마루엽은 감각령이 있어 촉각, 압각, 통각, 온각 등의 정보를 처리하며, 관자엽은 청각, 언어 정보를, 뒤통수엽은 시각 정보를 처리한다.

문제 속 자료

대뇌겉질의 영역별 기능



- 대뇌겉질은 위치에 따라 이마엽, 마루엽, 관자엽, 뒤통수엽으로 구분하며, 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다.
- **감각령**: 감각기관으로부터 오는 정보를 받아들이는 영역이다.
- **연합령**: 감각 정보를 종합, 분석, 판단하거나 학습, 언어, 기억 등과 같은 고도의 정신 활동이 일어나는 영역이다.
- **운동령**: 골격근 수축으로 일어나는 수의운동을 조절하는 영역이다.

07 (1) **모범 답안** 오른손 손가락이 움직인다. 숨골에서 운동신경이 교차하므로 대뇌 좌반구의 운동령은 몸의 오른쪽 움직임을 조절하기 때문이다.

(2) 왼쪽 무릎과 오른쪽 무릎 모두에서 무릎반사가 일어날 수 있다. 무릎반사의 중추는 척수이므로 대뇌겉질인 B 부분의 손상 여부와 관계없이 무릎반사는 일어난다.

해설

(1) 숨골에서 대뇌와 연결된 좌우 신경이 교차되어 몸의 오른쪽은 좌반구가, 몸의 왼쪽은 우반구가 감각과 운동을 담당하기 때문이다.

(2) 좌반구의 운동령은 의식적인 반응을 조절하는 부분이다. 무릎반사는 척수가 중추인 무조건반사의 중추이므로 왼쪽 무릎과 오른쪽 무릎에서 모두 무릎반사가 일어날 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	오른손 손가락이라 쓰고, 신경 교차에 기반한 까닭을 옳게 서술한 경우	50
	오른손 손가락만 옳게 쓴 경우	20
(2)	무릎반사가 일어나는 곳을 모두 옳게 쓰고, 그 까닭을 무릎 반사의 중추와 관련하여 옳게 서술한 경우	50
	무릎반사가 일어나는 곳만 모두 옳게 쓴 경우	20

08 A는 교감신경, B는 부교감신경, C는 운동신경이다. 동공의 크기가 커지는 것은 척수에서 뻗어나오는 교감신경(A)을 자극했을 때 나타나는 변화이다. B는 중추와 반웅기가 2개의 뉴런으로 연결되어 있으므로 부교감신경이고, 나머지 C는 운동신경이다.

오답 피하기

ㄴ. 부교감신경(B)은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 길이가 길다.

09 A는 구심성뉴런, B는 원심성뉴런이다. 회피반사의 중추는 척수이다.

오답 피하기

ㄴ. 척수에 연결된 구심성뉴런(A)은 후근을 이룬다.  
 ㄷ. 골격근에 연결된 B는 체성신경으로 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비된다.

10 (가)는 호르몬의 이동에 관여하므로 혈액과 혈관을 포함하는 순환계이다. 호르몬 X는 순환계를 통해 이동한 후 X에 대한 수용체를 가지는 세포 ㉠과 결합하여 작용한다. 따라서 세포 ㉠은 호르몬 X의 표적세포이다.

오답 피하기

ㄴ. 세포 ㉠은 호르몬을 분비하는 내분비세포로, 별도의 분비관 없이 혈액으로 호르몬을 분비한다.

11 세포의 포도당 흡수를 촉진하는 A는 이자의  $\beta$ 세포에서 분비되는 인슐린이고, B는 뇌하수체전엽에서 분비되는 생식샘자극호르몬이다. A와 B 모두 호르몬이므로 표적기관에 작용한다. 따라서 ㉠은 '0'이다.

12 ㉠의 작용 완화로 피부 근처 혈관이 확장되고 땀 분비가 증가하므로 ㉠은 교감신경이다.

오답 피하기

ㄱ. 체온 조절의 중추인 (가)는 사이뇌의 시상하부이다.  
 ㄷ. 교감신경(㉠)은 신경절이전 뉴런이 신경절이후 뉴런보다 짧다.

13 타이록신의 분비는 음성피드백으로 조절된다.

오답 피하기

ㄱ. 갑상샘자극호르몬(TSH)은 뇌하수체전엽에서 분비된다.  
 ㄴ. 타이록신 농도가 높아지면 음성피드백에 의해 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH) 분비는 억제된다.

14 혈중 포도당 농도가 정상보다 높아지면 이를 낮추기 위해 이자의  $\beta$ 세포에서 인슐린 분비가 촉진된다.

ㄱ. 인슐린은 혈중 포도당 농도를 낮춘다.

ㄴ. 인슐린은 간에서 글라이코젠의 합성을 촉진하므로 글라이코젠의 합성은  $C_2$ 일 때가  $C_1$ 일 때보다 활발하다. 반면, 글라이코젠의 분해는 혈중 포도당 농도가 낮은  $C_1$ 일 때가 높은  $C_2$ 일 때보다 활발하다.

15 모범 답안 에피네프린, 에피네프린은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

채점 기준	배점(%)
에피네프린이라 쓰고, 에피네프린이 혈당량을 조절하는 과정을 옳게 서술한 경우	100
에피네프린만 옳게 쓴 경우	50

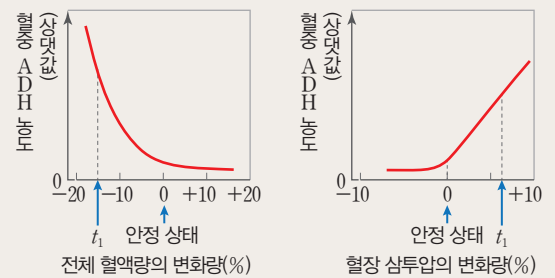
16 오답 피하기

ㄱ. 혈중 항이노호르몬(ADH) 농도가 높으면 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되므로 생성되는 오줌의 양은 감소하고, 오줌 삼투압은 증가한다. 따라서 ㉠은 오줌 삼투압이다.

ㄴ. 항이노호르몬(ADH)은 뇌하수체후엽에서 분비된다.

보충 자료

혈액량과 혈장 삼투압에 따른 혈중 항이노호르몬(ADH) 농도 변화



- 전체 혈액량이 감소하면 뇌하수체후엽에서 항이노호르몬(ADH) 분비가 증가하고, 이에 따라 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되어 전체 혈액량이 늘어난다.
- 혈장 삼투압이 증가하면 뇌하수체후엽에서 항이노호르몬(ADH) 분비가 증가하고, 이에 따라 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되어 혈장 삼투압이 감소한다.
- ➔ 전체 혈액량이 감소하거나 혈장 삼투압이 증가함에 따라 항이노호르몬(ADH) 분비가 증가하면 단위 시간당 오줌 생성량은 감소하고, 오줌 삼투압은 증가하여 진한 오줌이 소량 만들어진다.

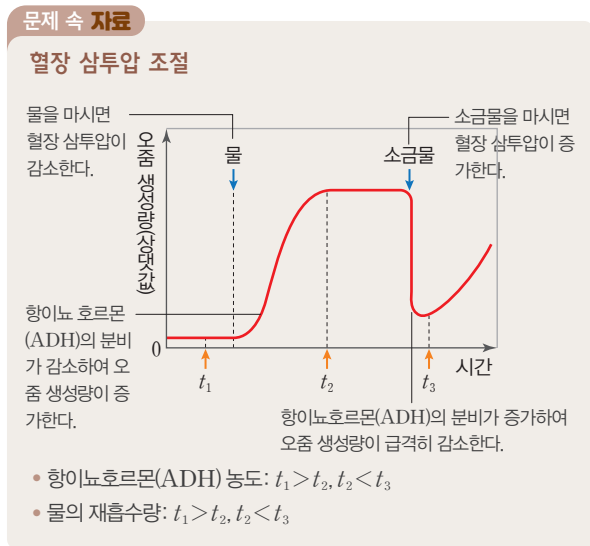
17 항이노호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다.

ㄴ.  $t_1$ 일 때의 오줌 생성량이  $t_2$ 일 때보다 적으므로 혈중 항이노호르몬(ADH)의 농도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높다.

오답 피하기

ㄱ. 물을 마시면 단위 시간당 오줌 생성량이 증가하고, 소금 물을 마시면 단위 시간당 오줌 생성량이 감소한다.

ㄷ. 콩팥에서 물의 재흡수량은 오줌 생성량이 적은  $t_3$ 일 때가 오줌 생성량이 많은  $t_2$ 일 때보다 높다.



18 세균에 의한 질병은 항생제로, 바이러스에 의한 질병은 항바이러스제로 치료한다.

19 (가)와 (나)는 모두 병원체에 감염되어 발생하는 감염성질환이다. (다)는 병원체의 감염 없이 발생하는 비감염성질환으로, 대사성 질환에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. (가)의 병원체는 원생생물, (나)의 병원체는 곰팡이이다.

20 (가)는 보조 T림프구, (나)는 B림프구이다. (가)와 (나)는 모두 체액성면역에 관여한다.

**오답 피하기**

ㄴ. B림프구는 골수에서 생성되어 골수에서 성숙한다.

21 염증반응은 병원체의 종류에 관계없이 일어나는 선천성면역에 해당한다. (가)는 큰포식세포, (나)는 비만세포이다. 상처 부위로 병원체가 침입하면 비만세포(나)에서 히스타민을 분비하는데, 히스타민에 의해 모세혈관이 확장되고 투과성이 증가한다. 큰포식세포(가)는 식세포작용으로 세균 X를 제거하고 죽어서 고름이 된다.

22 큰포식세포는 병원체 X를 식세포작용으로 분해하여 세포 표면에 항원을 제시한다. 큰포식세포가 제시한 항원을 인식하는 ①은 보조 T림프구이다. 병원체에 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포성면역은 세포독성 T림프구인 ②에 의해 일어난다.

**오답 피하기**

④ T림프구는 골수에서 생성되고 가슴샘에서 성숙한다.

23 B림프구는 병원체에 대한 특이적 방어작용을 담당하며, 형질세포와 기억세포로 분화한다. 형질세포는 항체를 생성하

여 체액성면역으로 병원체의 증식을 억제한다.

**오답 피하기**

ㄱ. B림프구가 결합된 사람에서 세균 P에 대한 비특이적인 방어작용이 일어났기 때문에 P가 제거되어 감염 초기에는 P의 수가 정상인에서와 큰 차이가 나지 않는다.

ㄴ. B림프구는 골수에서 생성된다.

24 철수의 혈액이 항B 혈청에만 응집하였으므로 철수는 응집원 B만 존재하는 B형이다. 응집원 B와 항원항체반응을 하지 않는 ①은 응집소  $\alpha$ 이며, 항A 혈청과 철수의 혈액에 있다. ②은 항B 혈청에 들어 있는 응집소  $\beta$ 이다.

ㄷ. 응집소  $\beta$ 는 응집원 B와 특이적으로 결합하는 항원항체반응을 한다.

**오답 피하기**

ㄴ. B형의 혈액에는 응집소  $\alpha$ 가 있지만, AB형의 혈액에는 응집소가 없다.

25 붉은털원숭이의 Rh 응집원을 토끼는 항원으로 인식하므로 토끼의 혈청에 Rh 응집소가 있다. 토끼의 혈청과 응집반응이 일어난 (가)는 적혈구에 Rh 응집원이 있고, 응집반응이 일어나지 않은 (나)는 적혈구에 Rh 응집원이 없다.

**오답 피하기**

ㄷ. 토끼의 혈청과 응집반응이 일어난 (가)는 적혈구에 Rh 응집원이 있는 Rh<sup>+</sup>형이고 응집반응이 일어나지 않은 (나)는 Rh 응집원이 없는 Rh<sup>-</sup>형이다.

26 **모범 답안** (1) 항원 A에 대한 2차 면역반응이, 항원 B에 대한 1차 면역반응이 일어나고 있다.

(2) 백신은 병원체의 독성을 약화하거나 불활성화한 형태 또는 그 성분으로, 백신을 주입하면 1차 면역반응이 일어나 기억세포가 생성된다. 이후 실제 동일한 병원체가 침입했을 때 기억세포에 의해 2차 면역반응이 일어나 빠르게 많은 양의 항체가 생성되어 병원체를 제거하므로 감염성질환의 발병을 예방할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	항원 A와 B에 대한 면역반응 상태를 모두 옳게 서술한 경우	30
	항원 A와 B에 대한 면역반응 상태 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	15
(2)	백신의 성분, 기억세포의 기능, 2차 면역반응의 특징을 모두 포함하여 백신이 감염성질환을 예방할 수 있는 원리를 옳게 서술한 경우	70
	기억세포의 기능, 2차 면역반응의 특징을 포함하여 백신이 감염성질환을 예방할 수 있는 원리를 옳게 서술한 경우	50
	2차 면역반응의 특징을 포함하여 백신이 감염성질환을 예방할 수 있는 원리를 옳게 서술한 경우	30

### III

## 생명의 연속성과 다양성

### 01 염색체의 구조

#### 탐구 기출 문제

| p.180 |

01 ⑤    02 ⑤

- 01** 성염색체가 XY이므로 남자이며, ㉠와 ㉡는 크기와 모양이 같은 상동염색체이다. 체세포에는 22쌍의 상염색체가 있다.
- 02** 정상인은 남녀에 관계없이 체세포에는 46개의 염색체가 있으며, 그중 44개는 상염색체, 2개는 성염색체이다. 성염색체로 여자는 2개의 X염색체를, 남자는 X염색체 1개와 Y염색체 1개를 가진다. 핵형은 염색체의 수, 모양, 크기와 같은 염색체의 외형적인 특징이므로 핵형분석은 염색체의 수나 구조 이상을 확인하는 데 활용된다. 정상인의 핵형은 22쌍의 상염색체와 1쌍의 성염색체로 구성된다.

**오답 피하기**

⑤ 핵형분석을 통해 염기서열 이상과 같은 유전자의 이상은 확인할 수 없다.

#### 세미나 기출 문제

| p.182 |

01 ⑤    02 ②

- 01** 뉴클레오솜은 일정한 간격으로 DNA가 히스톤 단백질에 감긴 구조로, 히스톤 단백질은 염색체의 규칙적인 응축에 기여한다.
- 오답 피하기**
- ① 뉴클레오솜은 DNA와 히스톤 단백질로 구성된다.  
 ② DNA는 약 2회 정도 히스톤 단백질에 감겨 있다.  
 ③ 실과 같은 모양으로 풀어져 있는 염색체 구조에서도 뉴클레오솜이 나타난다.  
 ④ 뉴클레오솜이 형성된 상태에서도 유전자 발현이 일어난다.
- 02** 풀어져 있던 염색체는 세포가 분열하는 시기에 가장 많이 응축되어 막대 모양을 형성한다.

**오답 피하기**

① 1개의 DNA는 수십만 개의 뉴클레오솜을 형성하며, 응축된 염색체에도 뉴클레오솜이 있다.  
 ③ 염색체가 응축될수록 유전자 발현량이 줄어드는 경향이 있다.

- ④ 동원체를 통해서 연결된 2가닥은 염색분체이다.  
 ⑤ 염색체는 세포가 분열하는 시기에 응축되고 분열이 끝나면 풀어진 상태로 있다.

#### 내신 기초 문제

| p.183~184 |

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

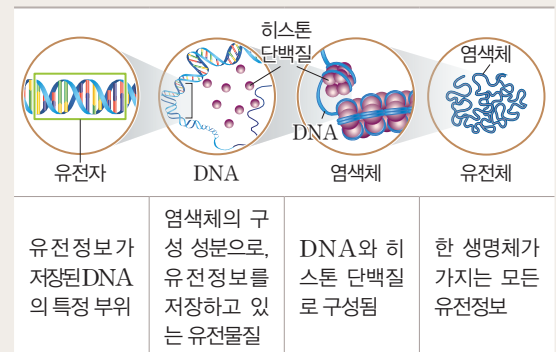
- 01** DNA가 히스톤 단백질에 감겨 있는 ㉠은 뉴클레오솜이다. ㉡은 히스톤 단백질, ㉢은 DNA이다.
- 02** A는 DNA와 히스톤 단백질로 구성되어 있는 뉴클레오솜이고, B는 이중나선구조의 유전물질인 DNA이다. C는 DNA의 기본 단위인 뉴클레오타이드로 인산, 당, 염기로 구성되어 있다.
- 03** DNA의 기본단위는 뉴클레오타이드이며, 이중나선구조이다. DNA는 히스톤 단백질과 결합하여 염색체를 구성한다. 염색체는 분열 중인 세포에서 응축되어 막대 모양으로 관찰된다. 1개의 염색체는 1분자의 DNA로 구성되며, 1분자의 DNA에는 수많은 유전자가 있다.
- 04** ㉠은 염색체, ㉡은 DNA, ㉢은 유전자, ㉣은 유전체이다. 염색체(㉠)는 DNA(㉡)와 히스톤 단백질로 이루어져 있고, 유전정보가 저장된 DNA(㉡)의 특정 부위를 유전자(㉢)라고 한다.

**오답 피하기**

ㄱ. DNA(㉡)의 기본단위는 뉴클레오타이드이다.  
 ㄴ. 1개의 염색체(㉠)는 1분자의 DNA(㉡)로 이루어져 있고, 1분자의 DNA(㉡)에는 수많은 유전자(㉢)가 정해진 위치에 있다.

#### 보충 자료

##### 유전자, DNA, 염색체, 유전체의 관계



- 05** (가)는 분열 중인 세포에서 나타나는 응축된 염색체로, 유전정보가 안전하게 이동되기 쉽다. (나)는 분열하지 않은 세포

에서 나타나는 풀어진 염색체로, 유전정보가 사용되기 쉽다. 염색체의 기본단위는 뉴클레오솜이다.

**06** 핵형은 염색체의 외형적 특징이며, 체세포는 상동염색체가 짝을 이루고 있으므로 핵상이  $2n$ 이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 사람은 성별에 따라 성염색체의 크기와 모양이 다르다. 즉, 남자는 XY, 여자는 XX이므로, 사람은 성별에 따라 핵형 구성이 다르다.

**07** 상동염색체인 ㉔과 ㉕의 크기와 모양이 서로 다르므로 이 사람은 성염색체가 XY인 남자이다. ㉔과 ㉕ 중 크기가 큰 ㉔이 X염색체이다. ㉖과 ㉗은 크기와 모양이 서로 같으므로 상동염색체이다.

**08** 여자의 체세포에는 23쌍의 상동염색체가 있다. 그 중 22쌍(44개)은 상염색체이며, 성염색체는 크기와 모양이 서로 같은 X염색체 2개를 가진다.

**09** 대립유전자는 부모에게서 하나씩 물려받은 유전자로, 상동염색체 상의 같은 위치에 있는 유전자이다. 따라서 유전정보가 동일하지 않을 수 있다.

**10** (가)는 상동염색체 중 1개씩만 있으므로 핵상은  $n$ 이고, 염색체 수는 4이다. 따라서  $n=4$ 이다. (나)는 상동염색체가 쌍으로 있으므로 핵상은  $2n$ 이고, 염색체 수는 4이다. 따라서  $2n=4$ 이다.

**오답 피하기**

ㄴ. (나)만 상동염색체가 쌍으로 존재한다.  
 ㄷ. (가)와 (나)의 염색체 수는 각각 4개로 같다.

**11** 파란색 염색체와 붉은색 염색체가 상동염색체 관계이며, 동원체로 연결되어 있는 ㉑과 ㉒은 복제를 통해 형성된 염색분체 관계이다. 상동염색체 상의 같은 위치에 있는 두 유전자 A와 a의 관계는 대립유전자이다.

**오답 피하기**

ㄷ. ㉑과 ㉒은 복제를 통해 형성된 염색분체로 부모 중 한쪽에서 물려받은 것이다.

**내신 실전 문제**

| p.185~187 |

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

**01** ㉑은 응축된 염색체, ㉒은 뉴클레오솜, ㉓은 히스톤 단백질이다. DNA가 8개의 히스톤 단백질에 감겨 1개의 뉴클레오솜(㉒)을 형성한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 염색체가 실 모양으로 풀어져 있을 때 유전정보가 사용되기 쉽다. ㉑과 ㉒ 같이 두꺼운 막대 모양으로 응축되어 있으면 유전정보의 이동과 분리가 쉽다.

ㄷ. 히스톤 단백질(㉓)은 DNA와 함께 염색체의 구성 성분이지만, 유전정보를 저장하고 있는 것은 DNA이다.

**02** ㉑은 DNA, ㉒은 유전자이다. DNA(㉑)의 기본단위인 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합하고 있다. 수많은 뉴클레오타이드가 연결되어 폴리뉴클레오타이드를 형성하고, 2가닥의 폴리뉴클레오타이드 사슬이 이종나선 구조로 배열되어 DNA(㉑)를 구성한다.

**오답 피하기**

ㄷ. 유전자는 특정 단백질의 아미노산서열의 정보를 담고 있는 DNA의 특정 부위이다.

**03** 그림의 구조는 실 모양으로 풀어져 있는 염색체이고, ㉑은 염색체를 구성하는 유전물질인 DNA이다. DNA(㉑)에는 특정 형질에 대한 정보를 저장하고 있는 유전자가 존재한다. I은 염색체가 핵 속에 실처럼 풀어져 있으므로 분열하지 않을 때의 세포이다. 따라서 II는 세포분열 중기의 세포이므로 II에서 염색체는 응축되어 막대 모양으로 관찰된다.

**오답 피하기**

ㄴ. ㉒은 DNA가 히스톤 단백질에 감겨 있는 뉴클레오솜으로, 염색체는 세포분열 여부와 관계없이 뉴클레오솜으로 구성된다.

**04** 이 생물은 19쌍의 상염색체와 크기와 모양이 서로 다른 1쌍의 성염색체를 가진다.

**오답 피하기**

ㄱ. 20쌍의 상동염색체를 가진다.  
 ㄷ. 세포가 분열하는 시기에 염색체가 응축되어 핵형을 관찰하기에 좋다.

**05** (가)는  $2n=6$ 인 세포이고, (나)는  $n=6$ 인 세포이다. 따라서 (가)와 (나)의 핵상은 다르고, 염색체 수는 6으로 같다. ㉑과 ㉒은 크기와 모양이 같으므로 상동염색체이다. 상동염색체는 같은 위치에 동일한 형질을 결정하는 유전자를 가지고 있으나, 대립유전자는 서로 다를 수 있다.

**06** ㄷ. 돌고래의 생식세포 염색체 수는 체세포의 절반인 22개이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 서로 다른 생물종은 염색체 수가 같아도 핵형은 다르다. 핵형은 생물종의 고유한 특성이다.  
 ㄴ. 개구리의 체세포에는 13쌍의 상동염색체가 있다.

**07** (가)는 성염색체가 XX인 암컷의 세포이며, (나)는 성염색체가 XY인 수컷의 세포이다. (나)는 성염색체로 Y염색체

를 갖고 있으며, 핵상과 염색체 수가  $n=4$ 인 세포이다. (가)~(다) 중 A의 세포는 1개라고 했으므로 (가)는 A의 세포이고, (나)와 (다)는 B의 세포이다.

**08** (가)와 (나)는 대립유전자가 위치하고 있으므로 상동염색체이며, 유전자형이  $AaBb$ 이므로 ㉠은  $a$ , ㉡은  $b$ , ㉢은  $B$ 이다.

**오답 피하기**

ㄴ. (가)와 (나)는 상동염색체이고, 유전자형이  $Bb$ 이므로 ㉠과 ㉢은 다르다.

ㄷ. (가)와 (나)는 부모에게서 하나씩 물려받은 것이다.

**09** **모범 답안** (1) ㉠ 염색분체 ㉡ 동원체 ㉢ 뉴클레오솜 ㉣ 히스톤 단백질 ㉤ 유전자 ㉥ DNA

(2) 세포가 분열할 때 염색체는 응축되어 두꺼운 막대 모양으로 관찰된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	㉠~㉥의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	세포가 분열할 때 응축하여 두꺼운 막대 모양이 된다고 옳게 서술한 경우	70
	염색체가 응축된다고만 서술한 경우	30

**10** **모범 답안** (1) 여자, 성염색체가  $XX$ 이므로 여자이다.

(2) 체세포분열 중기, 체세포분열 중기에 염색체가 가장 많이 응축되어 가장 뚜렷한 막대 모양을 관찰할 수 있기 때문이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	여자가 쓰고, 성염색체가 $XX$ 라는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	30
	여자라고만 옳게 쓴 경우	15
(2)	체세포분열 중기라 쓰고, 염색체가 가장 많이 응축되어 가장 뚜렷한 막대 모양을 관찰할 수 있다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	70
	체세포분열 중기라 쓰고, 염색체가 응축되기 때문이라고 서술한 경우	50
	세포분열을 할 때라고만 쓴 경우	20

**11** **모범 답안** • 공통점: (가)와 (나)의 핵상과 염색체 수는  $2n=4$ 개로 같다.

• 차이점: (가)의 염색체는 모두 각각 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 (가)의 DNA양은 (나)의 2배이다.

채점 기준		배점(%)
공통점으로 핵상과 염색체 수를, 차이점으로 DNA양을 포함하여 모두 옳게 서술한 경우		100
핵상과 염색체 수를 포함하여 공통점만 옳게 서술하거나, DNA양을 포함하여 차이점만 옳게 서술한 경우		50

**12** **모범 답안** (1) (나)는 사람 P의 상동염색체이고, ㉠은 대립유전자 A이다. (가)에서 세포 I은 대립유전자 A와 a가 각각 1개씩 있지만, 세포 II는 A만 2개 있으므로, (나)는 사람 P의 세포 I의 상동염색체이다.

(2) 사람 P는 여자( $XX$ )이고, Q는 남자( $XY$ )이다. 세포 I은 대립유전자 A와 a를 동시에 가지므로 핵상이  $2n$ 인 체세포이다. 세포 II는 대립유전자 A의 DNA 상대량이 2이므로 핵상이  $2n$ 인 체세포이며, 대립유전자 B의 DNA 상대량과 b의 DNA 상대량의 합이 1이기 때문에 B와 b는 X염색체에 있고 II는 X염색체를 1개를 가지는 남자라고 판단할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	사람 P, 대립유전자 A라 쓰고, 그림 (가)의 세포 I의 DNA 상대량을 근거를 제시하여 옳게 서술한 경우	50
	사람 P, 대립유전자 A라고만 옳게 쓴 경우	20
(2)	사람 P는 여자( $XX$ ), Q는 남자( $XY$ )라 쓰고, 그림 (가)에서 대립유전자 B와 b의 상대량을 비교하여 세포 I과 II에 있는 X염색체 수를 옳게 판단하여 서술한 경우	50
	사람 P는 여자( $XX$ ), Q는 남자( $XY$ )라고만 옳게 쓴 경우	20

## 02 유전정보의 전달

### 탐구 기출 문제

| p.191 |

01 ㉠ 02 ㄱ

**01** (가)는 감수 2분열 후기, (나)는 감수 2분열 말기, (다)는 감수 2분열 중기, (라)는 감수 1분열 중기, (마)는 감수 1분열 후기이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 2가 염색체를 관찰할 수 있는 세포는 감수 1분열 중기인 (라)이다.

ㄷ. 생식세포가 형성되는 과정은 (라) → (마) → (다) → (가) → (나) 순으로 일어난다.

**02** (가)는 감수 1분열, (나)는 감수 2분열 과정이다. 감수 1분열에서 핵 1개당 염색체 수가 절반으로 줄어든다.

**오답 피하기**

ㄴ. 감수 2분열에서는 염색분체의 분리가 일어난다.

ㄷ. 상동염색체 분리에 의한 유전적 다양성 증가는 감수 1분열에서 일어난다.

### 내신 기초 문제

| p.194~195 |

01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ① 05 ④ 06 ⑤  
07 ⑤ 08 23개, 23개 09 ③ 10 ③

01 세포주기의 대부분을 차지하는 시기는 간기이다. 세포주기는 간기와 분열기로 구분되며, 간기 중 G<sub>1</sub>기에 주로 세포의 성장이 일어난다. S기에는 DNA가 복제되고, 체세포분열을 통해 세포 1개당 유전물질의 양이 절반으로 감소한다.

02 G<sub>2</sub>기 다음인 ㉠이 분열기(M기)이고, ㉡은 G<sub>1</sub>기이다. G<sub>2</sub>기 이전인 ㉢이 S기이다. 분열기(㉠)에 방추사가 관찰되며, S기(㉢)에 DNA 복제가 일어난다.

오답 피하기

ㄴ. 염색분체의 분리가 일어나는 시기는 분열기(㉠) 중 핵분열 후기이다. G<sub>1</sub>기(㉡)에는 세포 구성 물질을 합성하며 세포가 가장 많이 성장한다.

03 세포 수가 가장 많고 DNA양이 1인 구간 ㉠은 G<sub>1</sub>기이고, DNA양이 점차 늘어나는 구간 ㉡은 S기이다. DNA양이 2이고 세포 수가 상대적으로 적은 구간 ㉢이 G<sub>2</sub>기~M기이다.

04 (가)는 후기, (나)는 간기, (다)는 전기, (라)는 중기, (마)는 말기이다. 체세포분열 후기에 염색분체가 분리된다.

오답 피하기

- ② 간기(나)에는 핵막이 있다.
- ③ 2가 염색체는 생식세포 형성 과정 중 감수 1분열 전기에 형성된다.
- ④ 방추사가 동원체에 결합하기 시작하는 시기는 전기(다)이다.
- ⑤ 말기 이후에 염색체는 풀어진다.

05 ㉠은 동원체로, 방추사가 결합하는 자리이며, ㉡과 ㉢은 염색분체이다.

오답 피하기

ㄴ. 염색분체인 ㉡과 ㉢은 체세포분열 후기에 분리되어 각각 다른 딸세포로 들어간다.

06 세포 바깥쪽 중앙에서 안쪽으로 세포막의 함입이 일어나는 (가)는 동물 세포이고, 세포 중앙에서 바깥쪽으로 세포관이 형성되어 세포질이 분열되는 (나)는 식물 세포이다.

07 핵 1개당 DNA 상대량이 증가하는 구간 II는 DNA 복제가 일어나는 S기이다. 구간 I은 S기 전이므로 G<sub>1</sub>기가 포함된다. 구간 III에서 DNA 상대량이 절반으로 감소하므로 G<sub>2</sub>기와 분열기(M기)가 포함된다.

ㄴ. 체세포분열이므로 구간 III에서 염색분체의 분리가 일어난다.

08 사람은 체세포에 23쌍의 염색체를 가지므로 감수 1분열 중기 세포에는 23개의 2가 염색체(23쌍의 상동염색체)가 있고, 감수 2분열 중기 세포에는 23개의 염색체(46개의 염색분체)가 있다.

09 (가)와 (나) 모두 중기의 세포이며 핵상은 2n=4로 같지만, (가)는 체세포분열 중기, 2가 염색체를 형성하는 (나)는 감수 1분열 중기의 세포이다.

10 생식세포 형성 과정 중 감수 1분열에서는 상동염색체가, 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되는데, 이때 서로 다른 상동염색체 쌍이 무작위로 배열, 분리되므로 서로 다른 대립유전자 쌍도 무작위로 분리되어 유전적으로 다양한 생식세포가 만들어진다.

내신 실전문제

| p.196~199 |

- 01 ㉢
  - 02 ㉠
  - 03 ㉤
  - 04 ㉣
  - 05 ㉣
  - 06 ㉤
  - 07 ㉡
  - 08 ㉤
  - 09 ㉢
  - 10 ㉡
  - 11 ㉠
  - 12 ㉤
- 13 ~ 18 해설 참조

01 ㉠은 S기, ㉡은 G<sub>2</sub>기, ㉢은 분열기(M기)이다. S기에 복제되어 핵 1개당 2배로 증가한 유전물질은 분열기에 딸핵이 형성될 때 2개의 핵으로 나누어져 들어가므로 핵 1개당 유전물질의 양이 절반으로 감소한다.

오답 피하기

ㄴ. 방추사는 분열기(㉢) 중 전기에 형성된다.

보충 자료

세포주기

간기	G <sub>1</sub> 기	• 세포 구성 물질을 합성하고, 세포소기관의 수를 늘림 → 세포가 가장 많이 성장하며 크기가 커지는 시기
	S기	• DNA가 복제되어 DNA양이 2배로 증가
	G <sub>2</sub> 기	• 방추사를 구성하는 단백질 등 세포분열에 필요한 물질 합성
분열기(M기)	핵분열	• 풀려져 있던 염색체가 응축되어 짧고 굵은 막대 모양으로 됨 • 유전물질의 분리가 일어남 → 전기, 중기, 후기, 말기로 구분
	세포질분열	• 세포질이 나누어져 딸세포 2개가 만들어짐

02 I은 G<sub>2</sub>기, II는 분열기, III은 G<sub>1</sub>기, IV는 S기에 해당한다. 간기(G<sub>1</sub>기, S기, G<sub>2</sub>기)에 염색체는 실 모양으로 풀어져 있다.

오답 피하기

ㄴ. 분열기(II)에 핵분열이 일어난 후 세포질분열이 일어나 2개의 딸세포가 형성된다.

03 ㉠은 염색체가 풀어진 상태이며, ㉡은 응축된 염색체이다. ㉢은 분열기이며, ㉣은 G<sub>1</sub>기이다.

ㄱ. 분열기에 풀려져 있던 염색체가 ㉡과 같이 짧고 굵은 막

대 모양으로 응축되면 유전물질을 안전하게 이동시킬 수 있다.  
 ㄷ. G<sub>1</sub>기에는 주로 세포의 성장이 일어나 세포의 크기가 커지는 시기이다.

**오답** 피하기

ㄴ. DNA 양이 2배로 증가하는 시기는 S기이다.

- 04** ㉠은 S기, ㉡은 G<sub>2</sub>기, ㉢은 분열기이다. (가)에서 구간 I의 세포는 DNA 상대량이 1이므로 DNA를 복제하기 전인 G<sub>1</sub>기 상태이다. 구간 II의 세포는 DNA 복제가 끝나고 분열하기 전의 세포이므로 G<sub>2</sub>기(㉡)와 분열기(㉢) 상태이다.  
 ㄴ. 구간 II에는 G<sub>2</sub>기(㉡)와 분열기(㉢) 상태의 세포가 속한다.  
 ㄷ. S기(㉠)에 DNA 복제가 일어나므로 DNA 양이 2배로 증가한다.

**오답** 피하기

ㄱ. 구간 I에는 G<sub>1</sub>기 상태의 세포가 속한다.

- 05** (가)는 상동염색체가 2가 염색체 형태로 세포의 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이다. (나)는 상동염색이 없는 염색체가 세포의 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기의 세포이다.

**오답** 피하기

ㄴ. A와 ㉠이 존재하는 염색분체는 DNA가 복제되어 형성된 것이므로 ㉠은 A이다.

- 06** (가)는 체세포분열 과정을, (나)는 생식세포 형성 과정 중 감수 2분열 과정을 나타낸 것이다.  
 ㄴ. 체세포분열 결과 생성되는 딸세포는 유전자 구성이 같다.  
 ㄷ. 감수 2분열에서 염색분체가 분리되므로 분열 전과 후의 염색체의 수는 같다.

**보충 자료**

**체세포분열과 감수분열의 비교**

구분	체세포분열	감수분열
DNA 복제	간기에 1회	
분열 횟수	1회	연속 2회
딸세포의 수	2개	4개
핵상의 변화	2n → 2n	2n → n
2가 염색체	형성 안 됨	형성됨

- 07** 그림에서 DNA가 1회 복제된 뒤 연속 2회 분열이 일어나 핵 1개당 DNA 상대량이 2에서 1로 줄어들었으므로, 그림은 생식세포 형성 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량의 변화를 나타낸 것이다. 구간 I은 G<sub>1</sub>기와 S기를 포함하며, 구간 II는 G<sub>2</sub>기와 감수 1분열 과정을 포함한다. 구간 III은 감수 2분열 과정에 해당한다.

**오답** 피하기

ㄷ. 구간 III은 감수 2분열 과정에 해당하며 염색분체의 분리가 일어나므로 염색체 수는 분열 전과 후가 같다.

- 08** ㄱ. 체세포분열에서 동원체에 2개의 염색분체가 연결된 시기는 염색분체가 분리되기 전인 전기와 중기에 해당한다. 따라서 ㉡는 전기이며, ㉠는 후기이다.

ㄴ. 체세포분열 후기에는 방추사가 사라지므로, '동원체에 방추사가 연결되어 있다.'는 후기(㉠)와 말기를 구분하는 분류 기준이 될 수 있다.

ㄷ. 전기에 응축된 염색체는 중기에 세포 중앙에 배열되므로 '염색체가 세포 중앙에 배열되어 있다.'는 전기(㉡)와 중기를 분류하는 기준이 될 수 있다.

- 09** 세포 A~C 중 핵상이 2n인 세포는 A뿐이므로, II는 A이다. 핵 1개당 DNA 상대량이 II의 절반인 I은 B에 해당하며, III은 C이다. B의 핵상(㉠)은 n이며, C의 DNA 상대량(㉡)은 1이다.

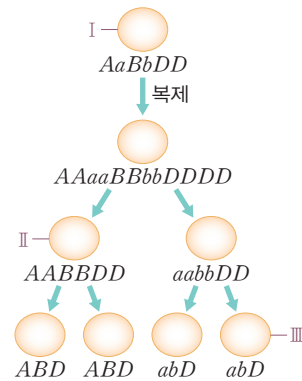
- 10** 감수 1분열 중기에 세포 중앙에 상동염색체 쌍(2가 염색체)이 무작위로 배열된 다음, 상동염색체가 분리되는 과정을 통해 염색체 조합이 다양한 생식세포가 형성된다.

**오답** 피하기

ㄱ. 이 동물이 만들 수 있는 생식세포의 염색체 조합은 4(=2<sup>2</sup>)가지이다.

ㄷ. (가) 과정에서 상동염색체가 분리되므로, 감수분열 결과 염색체 수가 모세포의 절반인 딸세포 4개가 형성된다.

- 11** 유전자형이 AaBbDD이므로 I은 G<sub>1</sub>기의 세포이다. I ~ III 중 1개는 중기의 세포이므로 II는 감수 2분열 중기의 세포이다. III은 B의 상대량이 0이며, D의 상대량이 1이므로 감수 2분열이 끝난 세포이며, 유전자형이 abD이다. 그림과 같이 세포분열이 일어났음을 알 수 있다.



ㄱ. I은 G<sub>1</sub>기 세포이므로 상동염색체가 있다.

**오답** 피하기

ㄴ. II는 감수 2분열 중기의 세포이므로, 2가 염색체가 없다.  
 ㄷ. ㉠는 0이다.

- 12** G<sub>1</sub>기 세포 ㉠의 유전자형은 Aa이므로 ㉠이며, A와 a의 DNA 상대량이 ㉠의 2배인 ㉡는 ㉡이다. ㉢은 ㉢이고, ㉣는 ㉣이다.

ㄷ. 감수 1분열 중기에 상동염색체 쌍(2가 염색체)이 독립적이고 무작위로 배열된 뒤 후 분리된다. 따라서 상동염색체의 배열에 따라 형성되는 생식세포의 염색체 조합이 달라지므로 생식세포의 유전적 다양성이 증가한다.

**13** **모범 답안** (1) ㉠ M기 ㉡ G<sub>1</sub>기 ㉢ S기

(2) ㉠, 염색체가 최대로 응축되어 짧은 막대 모양이 되면 세포분열 시 유전물질이 안전하게 이동 및 분리되기 쉽다.

**[서술형 TIP]** 세포주기에 따른 염색체의 응축 상태의 변화와 세포분열 시 염색체 응축이 필요한 까닭을 서술해야 한다.

채점 기준	배점(%)
(1) ㉠~㉢의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	45
(2) ㉠이라 쓰고, 염색체 응축이 필요한 까닭을 옳게 서술한 경우	55
㉠만 옳게 쓴 경우	15

**14** **모범 답안** (1) (라) → (나) → (다) → (가)

(2) 체세포분열, 분열 과정에서 핵상과 염색체 수가  $2n=4$ 로 유지되며, 중기(다)에 상동염색체가 각각 세포의 중앙에 배열되고 후기(가)에 염색분체가 분리되어 양극으로 이동하기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
(1) 분열 과정을 간기부터 옳게 나열한 경우	30
(2) 체세포분열이라 쓰고, 핵상과 염색체 수, 중기(다)와 후기(가)의 염색체 특징을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	70
체세포분열이라 쓰고, 핵상과 염색체 수, 중기(다)와 후기(가)의 염색체 특징 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	40
체세포분열이라고만 옳게 쓴 경우	20

**15** **모범 답안** 이 식물의 체세포는  $2n=10$ 이므로  $n=5$ 이다. 따라서 생식세포의 염색체 조합은  $2^5=32$ 가지가 가능하다.

채점 기준	배점(%)
체세포의 핵상과 염색체 수를 근거로 생식세포에서 가능한 염색체 조합 수를 옳게 서술한 경우	100
32가지라고만 옳게 쓴 경우	50

**16** **모범 답안** (1) 핵상은  $n$ , 염색체 수는 4개이다. 또는  $n=4$

(2) 4

(3) 16개, 그림은 핵상과 염색체 수가  $n=4$ 인 생식세포를 나타낸 것이므로, 이 동물의 체세포는 8개( $2n=8$ )의 염색체를 가진다. 따라서 생식세포 형성 과정에서 감수 1분열 중기의 각 염색체는 복제된 상태로 2개의 염색분체로 이루어져 있으므로 16개의 염색분체를 가진다.

**[해설]** (2) 이 동물 X의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이고, G<sub>1</sub>기의 DNA 상대량은 2이다.

**[서술형 TIP]** 세포를 구성하는 염색체의 핵형을 통해서 세포분열의 종류와 단계를 구분하고, 각 염색체의 염색분체 존재 여부를 판단하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
(1) 핵상과 염색체 수를 모두 옳게 쓴 경우	10
(2) 4라고 옳게 쓴 경우	20
(3) 16개라 쓰고, 주어진 그림으로부터 체세포의 염색체 수, 감수 1분열 전 염색체의 복제 여부, 각 염색체의 염색분체 존재 여부를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	70
16개라고만 옳게 쓴 경우	20

**17** **모범 답안** (1) D

(2) ABD, ABY, aBD, aBY, 감수 1분열 중기에 각 상동염색체 쌍이 세포 중앙에 무작위로 배열되어 독립적으로 분리되고, 성염색체(X와 Y)도 분리되기 때문에 다양한 유전자 조합의 정자가 형성된다.

**[서술형 TIP]** 염색체의 핵형을 통해 성염색체를 구분하고, 생식세포의 다양성이 생기는 까닭을 생식세포 형성 과정에 근거하여 설명할 수 있다.

채점 기준	배점(%)
(1) D라고 옳게 쓴 경우	20
(2) 정자의 유전자형 4가지를 모두 옳게 쓰고, 감수 1분열 중기에 상동염색체 쌍의 무작위 배열과 독립적 분리 및 성염색체의 분리를 포함하여 다양한 유전자 조합의 정자가 형성되는 까닭을 옳게 서술한 경우	80
정자의 유전자형 4가지만 모두 옳게 쓴 경우	20

**18** **모범 답안** 생식세포 형성 과정에서 생식세포의 염색체 수가 절반으로 줄어들고, 생식세포의 수정으로 다시 배수가 되어 종 특유의 염색체 수가 유지되므로 생명의 연속성이 유지된다.

채점 기준	배점(%)
생식세포 형성 과정에서 염색체 수가 절반으로 줄어든 생식세포가 형성되고, 생식세포의 수정으로 다시 배수가 되어 종 특유의 염색체 수가 유지된다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100
생식세포 형성 과정과 수정에 관한 내용 중 일부만 포함하여 옳게 서술한 경우	40

**[서술형 TIP]** 생식세포 형성 과정과 생식세포의 수정 과정에서 염색체 수가 어떻게 변하는지에 초점을 맞추어 서술한다.

**03** 진화의 원리와 사례

탐구기출문제

| p.203 |

01 ㄱ, ㄴ

**01** (가)에서 개체 사이에 유전적인 차이에 의해 변이가 있어 기린의 목 길이가 다양하였으며, A 과정에서 먹이에 대한 생존경쟁이 일어났다.

오답 피하기

ㄷ. B 과정에서 목이 긴 형질이 생존에 유리하여 더 많은 자손을 남기는 자연선택이 오랫동안 일어난 결과 목이 긴 형질만 남게 되었다.

문제 속 자료

변이와 자연선택에 의한 기린의 진화



- 변이(가): 과거에 살았던 개체들은 유전적인 차이에 의해 목 길이가 다양하였다.
- 높은 곳의 잎을 먹을 수 있는 목이 긴 개체가 생존경쟁에서 유리하여 더 많이 살아남아 자손을 남겼다.
- 목이 긴 형질이 자손에게 전달되는 자연선택이 오랫동안 일어난 결과 목이 긴 형질만 남게 되었다.

세미나 기출 문제

| p.205 |

01 (가) ㄱ, ㄴ, (나) ㄷ, (다) ㄹ

01 (가) 돌연변이(ㄴ)로 생긴 항생제 내성 대립유전자가 항생제 환경에서 생존에 유리하여 자연선택(ㄱ)되면 개체군에서 빈도가 증가한다.

내신 기초 문제

| p.206~207 |

- 01 ⑤    02 (라) → (나) → (가) → (다)    03 ②    04 ③  
 05 ④    06 ①    07 ④    08 ③    09 ①  
 10 ㄱ, ㄴ    11 ③

- 01 유성생식을 하는 생물은 생식세포를 통해서 자손에게 유전자를 전달하기 때문에 체세포에서 일어난 돌연변이는 유전되지 않는다.
- 02 (라) 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 수보다 더 많은 자손을 생산하며, 생산된 개체 사이에는 유전되는 다양한 변이가 있다. → (나) 과잉 생산된 개체 사이에는 살아남기 위해 먹이나 서식 공간을 더 많이 확보하려는 생존경쟁이 일어난다. → (가) 자연선택을 통해 생존경쟁에서 살아남은 개체의 형질이 자손에게 전달된다. → (다) 이러한 과정이 대를 거듭하는 동안 쌓여서 진화가 일어나 종이 다양해진다.

03 갈라파고스 제도는 섬마다 먹이 환경이 다양하며 주어진 환경에서 생존과 생식에 유리한 형질을 지닌 개체가 선택되어 살아남아 번식하여 진화했음을 의미한다.

오답 피하기

- ㄱ. 공통 조상에서 이주한 개체들 중 갈라파고스 제도의 각 섬의 먹이에 적합한 부리를 가진 개체가 살아남았다는 것을 의미한다.
- ㄷ. 다음 세대에 전해지기 위해서는 생식세포에 변이가 나타나야 유전된다.

04 코알라와 캥거루 등 오스트레일리아에서만 발견되는 유대류의 분포 같은 생물의 지리적 분포를 연구하면 생물이 특정 환경에서 다르게 진화한다는 증거를 찾을 수 있다.

오답 피하기

ㄴ. 오스트레일리아가 지리적으로 격리된 후, 유대류는 공통조상에서 분화하여 서로 다른 환경에 적응하며 코알라, 캥거루 등 다양한 형태로 진화하였다.

05 여러 척추동물의 발생 초기에 나타나는 아가미틈, 근육성 꼬리와 같이 성체에서 보이지 않는 해부학적 유사성을 통한 진화 연구는 진화발생학적 연구에 해당한다.

오답 피하기

ㄱ. 기능은 같지만, 기원과 해부학적 기본 구조가 다른 기관을 상사기관이라고 한다. 어류의 아가미틈은 아가미로 분화되지만, 포유류, 조류, 파충류의 아가미틈은 턱과 귀의 일부로 분화되므로 아가미틈은 상동기관에 해당한다.

06 꼬리뼈는 과거에 기능이 있었으나 현재는 퇴화된 흔적기관이다. 척추동물의 앞다리는 구조와 발생 기원은 같지만 기능이 다른 상동기관이다. 독수리 날개와 잠자리 날개는 기능은 같지만 기원과 구조가 다른 상사기관이다.

07 이 개체군의 유전자풀에서 대립유전자의 종류는 A와 a이고, 각 대립유전자의 개수는 A는 4개, a는 16개이므로 전체 대립유전자의 총수는 20개이다. 그러므로 유전자풀에서 대립유전자 A의 빈도 =  $\frac{4}{20} = 0.2$ 이고, 대립유전자 a의 빈도 =  $\frac{16}{20} = 0.8$ 이다.

ㄷ. 포식자가 연한 갈색 달팽이를 더 많이 포식할 경우 진한 갈색 달팽이가 더 많이 살아남아 자손을 남길 수 있으므로 대립유전자 A의 빈도는 증가할 것이다.

08 한 개체군에 속하는 개체는 서로 잠재적인 교배 상대이므로 유전자풀을 공유한다. 따라서 한 개체군에서는 개체 간의 교배가 무작위로 일어나는 것을 조건으로 한다.

09 기후 변화로 눈이 쌓인 기간이 단축되어 흰색 털을 가진 북극여우의 비율이 감소하였으므로 자연선택에 해당한다.

10 ㄱ. 창시자 효과는 유전적 부동에 해당한다.

오답 피하기

ㄷ. 병목효과는 우연한 계기로 개체군의 크기가 감소하는 것으로, 새로운 대립유전자를 제공하지 않는다. 돌연변이에 의해 개체군에 새로운 대립 유전자가 도입될 수 있다.

11 후추나방은 날개 색깔과 비슷한 색깔의 환경에서 더 잘 살아남는다. 후추나방이 사는 지역의 나무껍질 색깔이 (가)에서 (나)로 어두워지는 변화가 생겨서 어두운색 후추 나방의 비율이 증가하였다.

ㄴ. 포식자의 눈에 잘 띄지 않는 날개 색깔을 가진 후추나방이 잘 적응하여 더 많은 자손을 남겼다.

오답 피하기

ㄷ. 자연선택은 집단 내 대립유전자빈도 변화를 일으키므로, 유전자풀의 빈도에 변화가 있었다.

내신		실전문제				p.208~211	
01 ③	02 ⑤	03 ①	04 ③	05 ④	06 ②		
07 ③	08 ④	09 ②	10 ④	11 ⑤	12 ⑤		
13 ②	14 ~ 18 해설 참조						

01 (가)는 과잉 생산과 변이 과정을, (나)는 생존경쟁과 자연선택 과정을, (다)는 유전과 진화 과정을 나타낸 것이다. 생물은 환경이 수용할 수 있는 것보다 많은 자손을 낳으며 다양한 변이를 갖는다. ㉠ 과정에서 환경에 더 잘 적응한 어두운 색깔의 껍데기를 가진 달팽이가 살아남은 것은 자연선택에 해당한다.

오답 피하기

ㄷ. (나)와 (다) 과정에서도 과잉 생산이 일어나며, 환경 적응 여부에 따라 살아남는 개체가 달라진다.

02 ㄱ. (가) → (나) 과정에서 항생제 A에 내성이 있는 세균이 발생한 것은 돌연변이에 의한 것이다.

ㄴ, ㄷ. (나) → (다)의 과정에서 항생제 A를 사용했을 때 내성이 있는 세균이 내성이 없는 세균보다 더 많이 살아남아 자손을 남겼다. 이 과정에서 내성 유전자가 자연선택되어 다음 세대로 전달되면서 이 개체군은 항생제 A에 내성을 가지는 방향으로 진화하였다.

03 척추동물의 앞다리는 사람의 팔, 개의 다리, 고래의 가슴지느러미, 새의 날개처럼 형태와 기능은 다양하지만, 기본 구조는 같은 상동기관이다. 이는 척추동물이 공통조상으로부터 분화하여 다양한 환경에 적응하며 진화하였음을 보여주는 증거이다.

04 윌리스선은 아시아계 생물군과 오세아니아(호주)계 생물군이 뚜렷하게 구별되는 가상의 경계선으로, 이는 지리적으로 격리된 후 각 지역에서 독자적으로 생물이 진화하였음을 보여 주는 생물지리학적 증거이다.

05 ㄱ. DNA 염기서열 비교는 진화의 증거 중 분자진화학적 연구에 해당하며, 종 사이의 유연관계를 객관적으로 파악할 수 있는 방법이다.

ㄷ. 공통조상 종과 DNA 특정 부위의 염기서열을 비교했을 때 종 (가)의 경우 공통조상과 1개의 염기만 다르므로 진화 과정에서 DNA 염기서열의 변화가 가장 적게 일어났다.

오답 피하기

ㄴ. DNA 염기서열의 차이가 적을수록 계통상 유연관계가 가깝다. (나)와 (다)는 염기 1개가 다르지만, (가)와 (다)는 염기 4개가 다르다. 따라서 (가)보다 (나)가 (다)와 계통상 유연관계가 더 가깝다는 것을 알 수 있다.

06 오답 피하기

ㄱ. 생물 진화의 다양한 연구 사례 중 (가)는 분자진화학적 연구, (나)는 비교해부학적 연구, (다)는 생물지리학적 연구 사례에 해당한다.

ㄷ. 갈라파고스핀치의 부리 모양과 분포 연구는 생물지리학적 연구 사례에 해당한다.

07 ③ 글로빈 단백질을 이루는 아미노산서열을 비교하여 유연관계를 파악하는 것은 분자진화학적 연구 사례에 해당한다. 비교해부학적 연구는 현존하는 생물의 해부학적 특징을 비교하여 이들이 공통조상으로부터 진화했는지, 서로 다른 조상으로부터 진화했는지를 연구하는 것이다.

08 ㄱ, ㄴ. 이 개체군의 유전자풀에서 대립유전자의 종류는 A와 a이고, 각 대립유전자의 개수는 A는 100개(=25×2+50), a는 100(=25×2+50)개이다. 따라서 전체 대립유전자의 총수는 200개이다. 그러므로 유전자풀에서 대립유전자 A의 빈도(p)= $\frac{100}{200}$ =0.5이고, 대립유전자 a의 빈도(q)= $\frac{100}{200}$ =0.5이다.

ㄷ. 대립유전자 A의 빈도와 a의 빈도의 합은 항상 1이다.

09 돌연변이는 유전될 때만 자손 세대의 유전자풀에 영향을 준다.

오답 피하기

① 유전적 부동은 집단이 작을수록 효과가 크게 나타난다. 집단이 클수록 우연의 영향은 줄어든다.

③ 새로운 유전자를 가진 개체가 들어오면 유전자흐름에 의해 유전자풀이 변화한다.

④ 환경 변화로 특정 개체만 살아남으면, 그 집단의 대립유전자 빈도가 달라진다. 따라서 환경 변화 전과 후의 유전자풀은 변화한다.

⑤ 개체 수의 증감이 같아도, 유입·유출된 개체가 가진 대립유전자에 따라 유전자풀은 달라질 수 있다.

**10** (가)에서 낮모양적혈구빈혈증 대립유전자의 빈도가 지역마다 다른 까닭은 지역마다 말라리아 발병률, 즉 환경이 다르기 때문이므로 자연선택에 해당한다.

(다)에서 표범의 털 색깔을 결정하는 대립유전자의 염기서열 변화는 돌연변이에 해당하며, 이로 인해 개체군 내에 새로운 대립유전자가 생성되어 검은색 털을 가진 개체의 비율이 증가하여 유전자풀이 변화한 것이다.

**11** (가)는 대립유전자 B를 가진 개체가 환경에 적응하여 살아남은 것이므로, 자연선택에 해당한다. (나)는 재해나 우연에 의해 개체 수가 줄어들어 일부 유전자만 전달되는 과정을 나타낸 것으로, 유전적 부동에 해당한다.

② (가)에서 자손 세대의 대립유전자 총수는 8개이고, 대립유전자 A는 2개이므로 대립유전자 A의 빈도는  $\frac{2}{8} = 0.25$ 이다.

③ 한 개체군 중 일부가 새로운 개체군을 형성하는 창시자 효과는 유전적 부동에 해당한다.

④ 홍수와 같은 자연재해로 병목효과가 발생해 개체 수가 줄어들면 유전적 부동이 나타날 가능성이 높아진다.

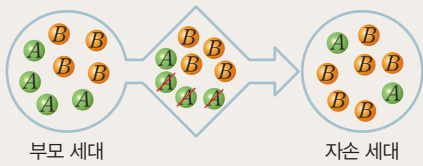
**오답 피하기**

⑤ 유전적 부동은 개체군의 크기가 작을수록 유전자풀의 변화가 크게 나타난다.

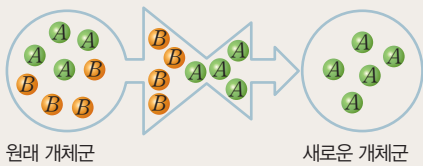
**문제 속 자료**

**자연선택과 유전적 부동에 의한 유전자풀의 변화**

(가) 자연선택: 변이가 있는 개체군에서 생존에 유리한 형질을 나타내는 대립유전자빈도를 증가시켜 유전자풀을 변화시킨다.



(나) 유전적 부동: 크기가 작은 개체군에서 우연한 사건에 의해 대립유전자빈도가 무작위로 크게 변하여 유전자풀이 변화하는 현상으로, 병목효과와 창시자효과가 이에 해당한다.



**12** 그림은 산불, 지진, 빙하기 등의 자연재해와 같은 우연한 원인에 의해 개체 수가 급격히 감소하여 유전자풀이 크게 변화하는 병목효과와 창시자효과를 나타낸 것이다.

①과 ④는 자연선택, ②는 유전자흐름, ③은 돌연변이에 해당한다.

**13** 과정 (가)에서 돌연변이가 나타나 기존에 없었던 항생제 X 내성 대립유전자를 가진 개체군 B가 출현하였다. 이로 인해 개체군 내 X 내성 대립유전자빈도가 변하기 시작하였다. 과정 (나)에서 X를 처리한 뒤 X에 내성이 없는 A의 비율은 줄어들고, 내성이 있는 B의 비율은 늘어났다. 이는 자연선택이 일어나면서 대립유전자빈도가 변화한 결과이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 개체군 A는 항생제 X 처리 후 감소했으므로 X에 내성이 없는 세균이고, B는 내성이 있는 세균이다.

ㄷ. 과정 (나) 이후 개체군 A와 B의 비율이 달라졌으므로 유전자풀의 조성, 즉 대립유전자빈도도 변화하였다.

**14** **모범 답안** (1) 다윈, 진화론

(2) • 내용: 한 개체군에는 다양한 변이가 존재하며, 그중 환경에 유리한 형질을 가진 개체가 자연선택되어 살아남아 자손을 남기고, 그 형질이 다음 세대로 유전되어 진화가 일어났다.

• 한계점: 변이가 발생하는 까닭과 유전정보가 자손에게 전해지는 원리를 설명하지 못하였다.

채점 기준		배점(%)
(1)	다윈, 진화설을 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	변이, 자연선택, 자손, 유전, 진화에 대한 내용을 모두 포함하여 이론의 내용을 옳게 서술한 경우	50
	변이 발생 까닭과 유전정보의 전달에 대한 내용을 포함하여 문제점을 옳게 서술한 경우	30

**15** **모범 답안** (1) 고래는 뒷다리와 골반뼈가 점차 퇴화하고, 앞다리는 지느러미 모양으로 변화했으며, 몸이 유선형으로 변화하였다.

(2) 고래의 화석에서 네 발로 걸던 형태에서 점차 지느러미를 가진 형태로 변화한 모습이 나타나므로 고래가 육상 생활에서 수중 생활로 적응하였음을 알 수 있다. 이에 따라 고래의 서식 환경이 육상에서 수중으로 변화하였음을 유추할 수 있다.

**해설** 화석상에 드러난 시간에 따른 골격 구조의 변화를 통해 진화의 경향을 추정할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	뒷다리, 골반뼈, 앞다리, 몸의 형태를 모두 포함하여 형태적 진화 경향성을 옳게 서술한 경우	50
(2)	네 발에서 지느러미를 가진 형태로 변화한 것을 포함하여 육상에서 수중으로 서식 환경이 변화했다는 내용을 옳게 서술한 경우	50
	육상에서 수중으로 서식환경이 변화했다고만 옳게 서술한 경우	30

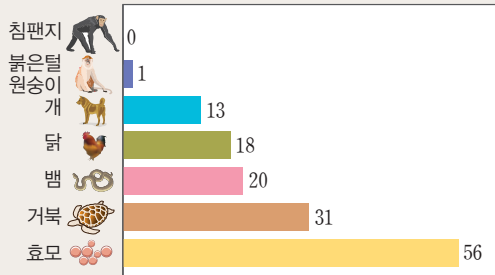
**16** **모범 답안** ㉠ 침팬지 ㉡ 효모, 사이토크롬 c의 아미노산서열 차이가 적을수록 유연관계가 가깝다. 따라서 사람과의 서열

차이가 0인 침팬지가 사람과 가장 가깝고, 56인 효모가 가장 멀다.

채점 기준	배점(%)
㉠ 침팬지 ㉡ 효모라 쓰고, 사이토크롬 c의 아미노산서열 차이가 적을수록 유연관계가 가깝다는 내용을 포함하여 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	100
㉠ 침팬지 ㉡ 효모만 옳게 쓴 경우	20

**문제 속 자료**

사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수



사람의 사이토크롬 c와 차이 나는 아미노산의 수

사이토크롬 c는 미토콘드리아에 있는 단백질로, 모든 진핵생물에 들어 있다. 침팬지와 사람의 사이토크롬 c는 아미노산서열이 같으며, 사람과 붉은털원숭이는 아미노산서열 중 1개, 개와는 13개, 효모와는 56개의 아미노산서열 차이를 보인다. 이러한 결과는 침팬지의 단백질이 사람의 단백질과 가장 유사함을 의미하며, 침팬지와 사람이 가장 최근에 분화하였음을 나타낸다.

**17** **오답 답안** 유전자흐름, 개체가 개체군 사이를 이동하면서 새로운 대립유전자가 유입되어 유전자풀의 구성이 변화하였다.

**해설** 유전자흐름은 개체군 간 개체의 이동(이입·이출)에 의해 발생하며, 개체군 간의 유전적 차이를 줄이거나 새로운 변이가 도입될 수 있다.

채점 기준	배점(%)
유전자흐름이라 쓰고, 개체군 사이의 개체의 이동으로 인한 대립유전자 구성의 변화를 옳게 서술한 경우	100
유전자흐름만 옳게 쓴 경우	30

**18** **오답 답안** 치타 개체군의 유전적 다양성이 낮아진 것은 유전적 부동의 결과이다. 병하기 직후 개체 수가 급격히 감소하면서 일부 개체의 유전자만 다음 세대로 전달되는 병목효과가 나타나 유전자풀이 단순화되었다. 그 결과 유전적 다양성이 크게 줄어들어 치타는 환경 변화나 질병에 대한 적응력이 낮아지고, 멸종 위기에 놓이게 되었다.

**해설** 유전적 부동은 우연에 의해 대립유전자의 빈도가 변화하는 현상으로, 특히 개체 수가 적을수록 그 영향이 크게 나타난다. 유전적 부동을 일으키는 원인 중 하나가 병목효과로, 이는 자연재해나 환경 변화 등으로 개체 수가 급격히 줄어든 뒤 일부 개체만 살아남아 유전자풀이 크게 변화하는 현상이다.

채점 기준	배점(%)
유전적 부동이라 쓰고, 유전적 부동이 나타나는 까닭을 개체군의 크기가 작아서 우연한 사건이 일어날 확률이 높아졌다는 내용으로 병목효과를 포함하여 옳게 서술한 경우	100
유전적 부동이라 쓰고, 병목효과를 포함하지 않고 옳게 서술한 경우	70
유전적 부동이라고만 옳게 쓴 경우	30

**04 생물의 분류 체계**

**탐구 기출 문제**

| p.214 |

01 ㉢

**01** ㄱ. ‘새끼를 낳는다.’는 토끼와 반달가슴곰이 포함된 포유류가 가지는 공통적인 특징이므로 특징 ㉠에 해당한다.  
 ㄷ. 토끼는 초식동물이고 반달가슴곰은 잡식동물이므로 식성은 분기점 ㉡를 나누는 특징에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 무자치는 특징 ㉡은 가지지만, 특징 ㉢은 가지지 않는다.

**내신 기초 문제**

| p.216 |

01 ㉤    02 ㉤    03 ㉣    04 ㉠, ㉣    05 ㉠  
 06 ㄱ, ㄴ

**01** 종은 생물분류의 가장 기본이 되는 단위이며, 자연 상태에서 같은 종의 개체들은 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 낳을 수 있다.

**오답 피하기**

ㄱ. 종은 돌연변이, 자연선택, 유전적 부동, 유전자흐름 등의 요인에 의해 새로운 종으로 분화하거나 기존 형질이 변화할 수 있다.

**02** ㉤ 이명법에서 명명자는 성을 정체로 쓰고 첫 글자를 대문자로 하며, 경우에 따라 생략하여 속명과 종소명만 쓸 수 있다.

**03** 생물종 D와 E의 공통조상이 C와 D의 공통조상보다 최근에 출현했기 때문에 D는 C보다 E와 유연관계가 더 가깝다.

**오답 피하기**

㉢ 생물종 C, D, E만 특징 ㉡을 가지므로 A, B가 포함된 가지와 C, D, E가 포함된 가지를 특징 ㉡의 유무로 구분할 수 있다.

**04** 생물분류체계는 생물들의 특성을 비교하고, 그들의 유연관계(진화적 관련성)를 기준으로 정리한 것이다. 현대의 생물분류체계는 형태학적 특징뿐만 아니라 세포 구조, 영양 방식, 분자생물학적 증거 등을 종합적으로 반영한다.

**오답 피하기**

- ② 3역 6계에서는 세균계와 고균계를 각각 세균역과 고균역으로 나눈다.
- ③ DNA 염기서열 정보를 근거로 한 생물분류체계는 3역 6계이다.
- ⑤ 초기 분류체계(2계)는 단순히 형태적 유사성에 따른 것이며, 진화적 관계를 잘 반영하지 못하였다.

**05** ㄱ. 세균역은 단세포 원핵생물 무리로 핵막과 막성 세포소기관이 없으며, 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽이 있다.  
 ㄴ. (나)는 막성 세포소기관을 가지므로 진핵생물역이며, (가)는 고균역이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 진핵생물역(나) 중 식물계는 대부분 광합성을 하여 스스로 양분을 합성하는 독립영양생물이다.

**06** 펩티도글리칸으로 구성된 세포벽을 가지는 (나)는 세균역이며, 선형 DNA를 가지는 (다)는 진핵생물역이므로 (가)는 고균역이다. ㉠과 ㉡는 모두 없음이다.  
 ㄴ. 대장균은 세균역에 속하는 대표적인 생물이다.

**보충 자료**

**3역의 특징**

특징	세균역	고균역	진핵생물역
핵막	없다	없다	있다
막성 세포소기관	없다	없다	있다
세포벽의 펩티도글리칸	있다	없다	없다
히스톤 단백질과 결합한 DNA	없다	일부 있다	있다
DNA의 구조	원형	원형	선형

**나신 실전문제**

| p.217~219 |

- 01** ⑤    **02** ④    **03** ①    **04** ④    **05** ②    **06** ⑤  
**07** ④    **08** ㄱ, ㄴ, ㄷ    **09** ①    **10** ~ 14 해설 참조

**01** 이명법은 '속명+종소명+명명자'로 구성된다. 속명은 이탤릭체로 쓰고 첫 글자를 대문자로 하며, 종소명은 이탤릭체, 소문자로 쓴다. 명명자는 명명자의 성을 정체로 쓰고 첫 글자를 대문자로 쓰며, 경우에 따라 생략할 수 있다.

⑤ 표범의 종소명은 *pardus*이다.

**오답 피하기**

③ 속명이 같은 사막여우(가)와 북극여우(다), 호랑이(나)와 표범(라)이 서로 유연관계가 가깝다.

**02** 종 A와 C의 속명이 *Canis*로 같으므로 ㉠은 C이다. 종 B와 E의 속명이 *Ursus*로 같으므로 ㉡은 E이다.

ㄱ. 속명이 나머지 4종과 같지 않은 D는 가장 유연관계가 먼 ㉠에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. A와 ㉠의 공통조상보다 A와 ㉡의 공통조상이 최근에 출현하였으므로 A와 ㉠의 유연관계는 A와 ㉡의 유연관계보다 가깝다.

**문제 속 자료**

**학명(이명법)**

학명:	속명	+	종소명	+	명명자
코요테:	<i>Canis</i>		<i>latrans</i>		Say
반달가슴곰:	<i>Ursus</i>		<i>thibetanus</i>		G. Cuvier
늑대(회색늑대):	<i>Canis</i>		<i>lupus</i>		Linnaeus
고양이:	<i>Felis</i>		<i>catus</i>		Linnaeus
북극곰:	<i>Ursus</i>		<i>maritimus</i>		Phipps

**03** 특징 (가)를 가진 (A~E)는 공통조상에서 출발한다. 이후 특징 (나)를 가진 (A, B, C)를 한쪽 가지에 표시하고, 특징 (다)를 가진 (D, E)를 다른 쪽 가지에 표시한다. 이어 (A, B, C)를 특징 (라)를 가진 (A, B)와 그렇지 않은 C로 나누어 표시한다. 특징 (다)를 가진 D와 E는 같은 분기점에서 나누어 표시한다.

**04** 진핵생물역은 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계로 분류한다. 진핵생물은 핵막과 막성 세포소기관이 있다. 균계와 동물계는 스스로 양분을 만들지 못하여 다른 생물이 만든 유기물을 먹거나 분해하여 에너지를 얻는 종속영양 생활을 한다.

**05** 먼저 표를 통해 각 생물종이 가진 특징의 개수와 각 특징을 가진 생물종의 수를 확인한 뒤, 이를 바탕으로 계통수의 분기점과 생물종의 위치를 판단한다.

표에서 특징 3은 A, C, D 세 생물종이 공통으로 가지는 특징이다. 따라서 계통수에서 세 생물종이 공통으로 가지는 ㉢은 특징 3이며, ㉢ 이외에 다른 특징을 가지지 않는 (라)는 C이다.

다음으로 A와 D는 특징 1과 3을 공통으로 가진다. 계통수에서 A와 가장 가까운 가지에 있는 (다)는 D에 해당한다. 또한 A와 D만 공통으로 가지는 특징은 특징 1이므로, 계통수에서 ㉠은 특징 1에 해당한다. 남은 특징 2는 E만 가지며, 이를 나타내는 ㉡은 특징 2이다. 따라서 ㉠을 가지는 (가)는 E이며, 어떤 특징도 가지지 않는 B는 (나)에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄱ. ㉠은 (가), 즉 E만 가지는 특징이므로 특징 2에 해당한다. 특징 3은 A, C, D가 공통으로 가지는 ㉡이다.  
 ㄴ. 계통수를 통해서 B(나)와 C(라)의 유연관계보다 B(나)와 E(가)의 유연관계가 더 가깝다는 것을 알 수 있다.

**06** 유연관계가 가장 먼 세균역에 속하는 대장균이 A이며, 고균역에 속하는 극호염균이 B이다. 개구리와 유연관계가 가까운 균계에 속하는 효모가 D이며, C는 식물계에 속하는 솔이끼이다.  
 ㄴ. 균계에 속하는 효모는 키틴을 포함한 세포벽을 가진다.

**07** 세균은 토양, 물, 사람 몸속 등 우리 주변의 다양한 환경에서 발견되고, 고균은 주로 고온, 고염, 산성 등 극한 환경에서 발견된다.

**오답 피하기**

ㄱ. 세균과 고균은 모두 원핵생물이며, 균류(곰팡이, 버섯, 효모 등)는 진핵생물이다.  
 ㄴ. 고균의 세포벽에는 펩티도글리칸이나 키틴이 없다.

**08** 원핵생물계에 속하는 질신별레와 다시마는 각각 ㉠과 ㉡ 중 하나이다. 독립영양생물에 속하는 우산이끼와 다시마는 각각 ㉢과 ㉣ 중 하나이다. 따라서 ㉢은 다시마, ㉠은 질신별레, ㉡은 우산이끼이다. 나머지 ㉣은 푸른곰팡이이다.  
 ㄴ. 우산이끼를 포함한 식물계의 생물은 광합성 색소로 엽록소 a, 엽록소 b, 카로티노이드를 가진다.

**09** 생물종 A~C가 공통으로 가지는 특징 ㉠은 '세포벽을 가진다.'이다. A와 C만 공통으로 가지는 특징 ㉢은 '원형 DNA를 가진다.'이다. 특징 ㉠은 '독립영양을 한다.'이며, 특징 ㉡을 가지는 A는 남세균이다. C는 고균역에 속하는 극호염균이며, B는 진핵생물역에 속하는 효모이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 고균역의 생물은 히스톤 단백질과 결합한 원형 DNA를 가지므로 세균역의 생물보다 진핵생물역의 생물과 유연관계가 가깝다. 남세균(A)과 효모(B)의 유연관계보다 효모(B)와 극호염균(C)의 유연관계가 더 가깝다.

**10** **모범 답안** 두 개체군은 같은 종으로 분류할 수 없다. 파란부리도요와 붉은부리도요는 생김새는 비슷하지만, 자연상태에서 서로 교배하지 않으며, 자손을 낳더라도 자손이 생식 능력이 없기 때문이다.

**해설** 생물학적 종개념에 따르면 자연상태에서 자유롭게 교배하여 생식 능력이 있는 자손을 남길 수 있을 때 같은 종으로 분류한다.

**(서술형 TIP)** 예시의 두 종을 다른 종으로 판단하는 근거를 종개념을 근거로 하여 설명해야 한다.

채점 기준	배점(%)
두 개체군은 같은 종으로 분류할 수 없다라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 생물학적 종의 개념을 포함하여 옳게 서술한 경우	100
두 개체군을 같은 종으로 분류할 수 없다고만 옳게 쓴 경우	30

**11** **모범 답안** 참새와 비둘기, 참새와 비둘기는 DNA 일치율이 95 %로 다른 두 종 사이의 일치율보다 가장 높고, 계통수에서 참새와 비둘기가 같은 분기점에서 갈라져 가장 최근의 공통조상을 공유하기 때문이다.

**해설** • DNA 일치율을 비교하면 참새와 비둘기의 DNA 염기서열은 95 %가 일치하여, 참새와 타조(82 %), 비둘기와 타조(80 %)보다 훨씬 높다.

• 작성된 계통수에서 참새와 비둘기는 같은 분기점에서 갈라져 가장 최근의 공통조상을 공유하고, 타조는 더 아래 분기점에서 갈라져 두 종과의 유연관계가 더 멀다.

채점 기준	배점(%)
참새와 비둘기라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭 두 가지를 DNA 일치율과 계통수의 분기 시점을 바탕으로 모두 옳게 서술한 경우	100
참새와 비둘기라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 DNA 일치율과 계통수의 분기 시점 중 한 가지만을 바탕으로 옳게 서술한 경우	60
참새와 비둘기만 옳게 쓴 경우	20

**12** **모범 답안** E와 F는 계통수에서 특징 ㉠을 공유하며 같은 가지에서 갈라져 가장 최근의 공통조상을 공유하므로 서로 유연관계가 가깝다.

채점 기준	배점(%)
계통수에서 특징 ㉠을 공유한다는 점과 최근 공통조상에서 갈라졌다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100
계통수에서 특징 ㉠을 공유한다는 점과 최근 공통조상에서 갈라졌다는 내용 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50

**13** **모범 답안** 진핵생물역, 세포 내에 핵막으로 둘러싸인 핵을 가진다. 미토콘드리아 등 막성 세포소기관이 있다. 히스톤 단백질과 결합한 선형 DNA를 가진다. 중 두 가지

채점 기준	배점(%)
진핵생물역이라 쓰고, 그렇게 판단한 근거 중 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100
진핵생물역이라 쓰고, 그렇게 판단한 근거 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	60
진핵생물역만 옳게 쓴 경우	20

**14** **모범 답안** (1) (가) 5계, (나) 3역 6계  
 (2) 세균역의 세포벽은 펩티도글리칸으로 이루어져 있지만, 고균역의 세포벽은 펩티도글리칸이 없다.  
 (3) DNA와 RNA 염기서열 등 분자생물학적 증거가 축적되어 생물 간의 진화적 유연관계를 더 정확히 반영하기 위해 (가)에서 (나)로 분류체계가 변화하였다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가) 5계, (나) 3역 6계를 옳게 쓴 경우	20
(2)	두 역의 세포벽에서 펙틴도글리칸으로 구성된 세포벽의 유무를 기준으로 옳게 서술한 경우	40
(3)	DNA와 RNA 염기서열 등 분자생물학적 증거가 축적되고 이를 반영하기 위한 것이라는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	40

## 05 식물과 동물의 분류

### 탐구 기술 문제

| p.224 |

01 ④    02 ㄴ

**01** 선대식물은 비관다발식물이고, 양치식물, 겉씨식물, 속씨식물은 관다발식물이다. 양치식물은 포자로, 겉씨식물과 속씨식물은 종자로 번식한다. 겉씨식물은 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있고, 속씨식물은 밑씨가 씨방 속에 들어 있다.

**02** 종자가 없으며 관다발도 없는 I은 솔이끼이며, 종자가 있느냐 밑씨가 겉으로 드러나는 II는 전나무이다. III은 장미이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 장미(III)는 떡잎이 2장인 쌍떡잎식물로 규칙적인 배열의 관다발을 가지며, 형성층이 있어 부피 성장을 한다.

### 내신 기초 문제

| p.227-228 |

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

**01** 식물은 진핵생물역에 속하는 다세포생물이며 셀룰로스로 이루어진 세포벽을 가진다. 광합성을 통해 스스로 양분을 얻는 독립영양생물이다.

**02** 씨방 유무로 속씨식물(씨방 있음)과 겉씨식물(씨방 없음)로 분류된다. 관다발 유무로 관다발이 없는 식물(비관다발식물)과 관다발이 있는 식물(관다발식물)로 분류된다. 관다발식물은 종자의 형성 여부에 따라 종자를 만들지 않는 식물(비종자 관다발식물)과 종자를 만드는 식물(종자식물)로 분류된다.

**오답 피하기**

ㄱ. 식물계에 속하는 생물은 모두 핵막과 막성 세포소기관을 가진다.

ㄴ. 생태적으로 수생식물과 육상식물로 구분할 수 있지만, 이는 계통 분류의 기준은 아니다.

**03** 주어진 식물은 모두 비관다발식물에 속한다. 이 중 우산이끼는 태류식물, 솔이끼는 선대식물, 뿔이끼는 각태류식물에 속한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 비관다발식물은 관다발이 없어 뿌리, 줄기, 잎과 같은 진정한 기관이 분화되지 않았고, 헛뿌리를 가진다.

**04** (가)는 비관다발식물에 속하는 뿔이끼, (나)는 비종자 관다발식물에 속하는 고사리, (다)는 종자식물 중 겉씨식물에 속하는 소철이다. 뿔이끼와 고사리는 포자로 번식하며, 고사리와 소철은 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷하다.

**오답 피하기**

ㄴ. 뿔이끼는 관다발이 없고, 고사리는 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있다.

**05** (가)는 비종자 관다발식물(양치식물)로, 석송, 고사리가 여기에 속한다. (나)는 겉씨식물로, 소나무, 은행나무가 여기에 속한다. (다)는 속씨식물 중 외떡잎식물로, 백합, 옥수수가 여기에 속한다. 무궁화, 민들레는 속씨식물 중 쌍떡잎식물에 속한다.

**06** 동물은 몸의 대칭성, 배엽 형성 여부, 원구와 입의 관계, 핵산의 염기서열 분석, 척삭 유무 등으로 분류할 수 있다.

**오답 피하기**

⑤ 척삭동물은 발생 과정에서 척삭이 나타나는 동물로, 모든 척삭동물이 일생 동안 척삭을 가지는 것은 아니다. 유생 시기에만 척삭이 나타나는 미삭동물, 일생 동안 뚜렷한 척삭을 가지는 두삭동물, 발생 중에 척추로 대체되는 척추동물로 분류된다.

### 보충 자료

#### 동물의 대칭성

대칭면의 수로 분류한다.



해면

▲ 무대칭 동물  
몸의 대칭성이 없다.  
예 대부분의 해면 동물



말미잘

▲ 방사 대칭 동물  
몸이 사방으로 대칭된다.  
예 자포동물



가재

▲ 좌우 대칭 동물  
몸이 좌우로 대칭된다.  
예 해면동물, 자포동물 외의 대부분의 동물

**07** 몸이 좌우대칭, 3배엽성이며, 키틴으로 된 외골격을 가지고, 체절이 있는 분류군은 절지동물이다. 절지동물에 해당하는 동물은 잠자리이다.

**08** (가)는 환형동물에 속하는 지렁이, (나)는 해면동물에 속하는 해면, (다)는 극피동물에 속하는 불가사리이다.

⑤ 불가사리의 유생은 좌우 대칭이지만, 성체는 방사 대칭이다.

**오답 피하기**

- ① 몸이 큐티클층으로 덮여 있는 선형동물과 외골격으로 덮여 있는 절지동물은 성장하면서 탈피를 한다.
- ② 환형동물의 몸은 원통형이며, 여러 개의 체절로 되어 있다.
- ③ 해면동물은 포배 단계에서 발생이 끝나는 무배엽성동물이다.
- ④ 불가사리는 원구가 항문이 되고, 원구의 반대쪽에 입이 만들어지는 후구동물이다.

**09** 나. 해면동물에 속하는 묵옥해면은 무배엽성동물이고, 자포동물에 속하는 히드라는 2배엽성동물이다. 선충(선형동물)과 우렁쟁이(척삭동물)는 3배엽성동물이다. 분류 기준을 배엽 형성 여부라고 하면 분류 기준 B는 배엽 유무, 분류 기준 A는 3배엽성동물인지의 여부이다.

이 네 동물을 몸의 대칭성에 따라 분류하면 묵옥해면은 무대칭 동물이므로 분류 기준 B는 대칭성의 유무, 분류 기준 A는 좌우 대칭 여부(히드라는 방사 대칭, 지렁이, 우렁쟁이는 좌우 대칭)도 가능하다.

다. 자포동물에 속하는 히드라는 촉수에 있는 자세포로 먹이를 잡거나, 자신을 보호하는 데 이용한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 분류 기준 A는 3배엽성동물인지의 여부이다.

**10** 척삭동물은 외배엽과 내배엽 사이에 중배엽이 형성되는 3배엽성동물이다.

**오답 피하기**

나. 척삭동물은 원구가 항문이 되고, 원구의 반대쪽에 입이 만들어지는 후구동물이다.

다. 척삭동물 중 척추동물에 속하는 무리만 등쪽 지지 구조인 척추를 가진다.

**11** 특징 ㉓는 (가), ㉔는 (다), ㉕는 (나)이다. 산호는 자포동물, 동물중 I은 척삭동물에 속한다.

**오답 피하기**

다. 성체는 극피동물(후구동물)로, 척삭이 없다. 발생 과정에서 척삭이 나타나는 동물의 무리는 척삭동물이다.

**내신 실전 문제**

| p.229~231 |

- 01 ⑤    02 ㄱ, ㄷ    03 ④    04 ②    05 ③    06 ②  
 07 ③    08 ④    09 ③    10 ~ 13 해설 참조

**01** 속씨식물은 밀씨가 씨방 속에 들어 있으며, 꽃잎과 꽃받침이 발달하였다.

**오답 피하기**

① 고사리는 관다발식물 중 비종자 관다발식물에 속한다.

② 비관다발식물은 포자로 번식하며, 관다발이 없어 진정한 기관이 분화되지 않았다. 포자로 번식하며, 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷한 것은 비종자 관다발식물의 특징이다.

③ 수중 생활에서 육상 생활로 옮겨가는 중간 단계의 특징이 나타나는 것은 비관다발식물이다.

④ 겉씨식물은 씨방이 없어 밀씨가 겉으로 드러나 있으며, 꽃이 없고 암수 생식기관이 따로 형성된다.

**02** 관다발이 없는 A는 솔이끼이며, 종자로 번식하며 밀씨가 씨방 속에 들어 있는 B는 옥수수이다. 종자로 번식하며 씨방이 없는 C는 소나무이다. 나머지 D는 고사리이다.

ㄱ. ‘꽃잎이 있다.’는 소나무(C)와 고사리(D)의 공통적인 특징이므로 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 옥수수는 외떡잎식물로, 떡잎이 1장이다.

**오답 피하기**

나. 솔이끼(A)는 관다발이 없어 키가 매우 작고 습지나 물가 같은 습한 곳에 서식한다.

**03** 4종의 식물 중 3종에는 없고 1종에만 있는 구조인 ㉠은 씨방이다. 4종의 식물 중 1종에만 없는 구조인 ㉡은 관다발이다. 나머지 ㉢은 종자이다. 씨방을 가지는 D는 백합이며, 관다발이 없는 A는 우산이끼이다. 관다발은 있으나 종자가 없는 B는 석송이며, C는 소철이다.

다. 백합(D)은 속씨식물로 물관과 체관으로 구성된 관다발을 가진다.

**문제 속 자료**

**겉씨식물과 속씨식물**



▲ 겉씨식물  
꽃이 없고 솔방울 모양의 암수 생식기관이 따로 형성된다. 씨방이 없어 밀씨가 겉으로 드러나 있다.



▲ 속씨식물  
꽃잎과 꽃받침이 발달하였으며, 밀씨가 씨방 속에 들어 있다. 육상식물 중 가장 많은 종이 있는 무리이다.

**04** 분류 기준은 ㉠은 관다발 유무, ㉡은 종자 유무, ㉢은 씨방 유무이다. A는 선대식물, B는 양치식물, C와 D는 겉씨식물과 속씨식물 중 하나이다.

② 양치식물은 수정할 때 주변 환경에 물이 필요하므로, 그늘지고 습한 곳에 주로 서식한다.

**오답 피하기**

① 선대식물은 진정한 기관이 분화되지 않아 뿌리, 줄기, 잎의 구분이 없다.

③ 솔잎난은 양치식물로, B에 해당한다.

05 벼는 제시된 특징 중 4개, 국화는 3개, 전나무는 2개(밑씨가 있다., 관다발이 있다.), 고사리는 1개(관다발이 있다.)를 가진다. 따라서 A는 고사리, B는 국화, C는 전나무, D는 벼이므로, ㉓는 4이다. 국화는 떡잎이 2장이다.

㉔. 전나무에 속한 겉씨식물은 헛물관을 가진다.

06 A는 극피동물에 속하는 성게이며, B는 연체동물에 속하는 백합조개이다. C는 자포동물에 속하는 말미잘이며, 나머지 D는 우렁쟁이이다.

㉔. 우렁쟁이는 척삭동물에 속하며, 척삭이 발생 과정 중 유생 시기에만 나타난다.

**오답 피하기**

㉔. 외투막은 연체동물의 특징이다. 백합조개는 외투막에서 분비된 석회질로 껍데기(패각)를 만들어 부드러운 몸을 보호한다.

㉔. 수관계 끝에 있는 관족을 움직여 이동하거나 먹이를 섭취하는 동물은 극피동물이다.

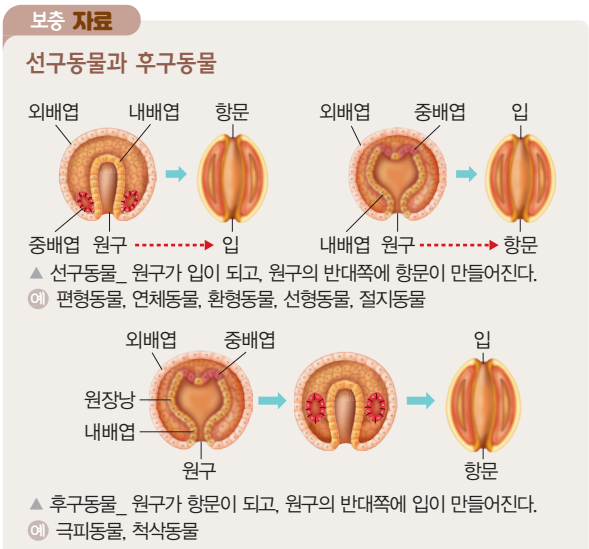
07 3종의 동물 A~C 중 가장 유연관계가 먼 A는 자포동물에 속하는 산호이며, 담류자 유생 시기를 거치는 B는 편형동물에 속하는 플라나리아이므로, C는 선형동물에 속하는 예쁜꼬마선충이다.

㉔. 선형동물의 몸은 큐티클층으로 덮여 있어 성장을 위해서 탈피를 한다.

**오답 피하기**

㉔. 산호(A)는 2배엽성동물로 외배엽과 내배엽을 형성한다.

㉔. 플라나리아(B)는 발생 과정에서 원구가 입이 되는 선구동물에 속한다.



08 3개의 특징을 모두 가지는 C는 절지동물에 속하는 전갈이며, 외골격을 제외한 2개의 특징을 가지는 B는 환형동물에 속하는 지렁이이다. 따라서 A는 도마뱀이며, 도마뱀은 척삭동물에 속하고, '체절로 된 몸을 가진다.'라는 특징만 가지므로 ㉓는 1이다.

㉔. 절지동물은 전체 동물종의 약 85 %를 차지할 정도로 종류가 많다.

09 사지를 가지지 않는 ㉓는 고등어이며, ㉔는 청개구리이다.

㉔. '새끼를 낳아 젖을 먹여 키운다.'는 청설모만 가지는 특징으로 ㉔에 해당한다.

**오답 피하기**

㉔. 청개구리(㉔)는 피부와 폐로 호흡한다. 아가미로 호흡하는 것은 고등어(㉓)의 특징이다.

㉔. 남생이, 박새, 청설모는 체내수정을 한다.

10 **모범 답안** (1) I : 소나무, II : 고사리, III : 민들레, IV : 우산이끼

(2) ㉓ ○, ㉔ ×, ㉕ ×

(3) 민들레, 표에서 소나무(I)와 민들레(II)는 종자를 가지지만, 고사리(II)는 종자를 가지지 않는다. 따라서 민들레가 고사리보다 소나무와 유연관계가 더 가깝다.

**해설** 종자는 있으나 씨방이 없는 I은 겉씨식물인 소나무이며, 관다발이 없는 IV는 선태식물인 우산이끼이다. 민들레와 고사리 중 종자를 형성하지 않는 II가 양치식물인 고사리이며, 나머지 II가 민들레이다.

채점 기준	배점(%)
(1) I~IV에 해당하는 식물의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	20
(2) ㉓~㉕에 들어갈 알맞은 기호를 모두 옳게 쓴 경우	15
(3) 민들레라고 쓰고, 민들레가 계통적으로 소나무와 더 가까운 식물임을 표의 내용을 근거로 옳게 서술한 경우	65
민들레라고만 옳게 쓴 경우	15

11 **모범 답안** • 공통점: 밑씨가 씨방 속에 들어 있다. 꽃잎과 꽃받침이 발달하였다. 관다발은 물관과 체관으로 구성된다. 중 한 가지

• 차이점: 벼는 떡잎이 1장이고, 콩은 2장이다. 벼는 잎맥이 나란히맥이고, 콩은 그물맥이다. 벼는 관다발이 불규칙적으로 배열되어 있고, 콩은 규칙적으로 배열되어 있다. 벼의 뿌리는 수염뿌리이고, 콩의 뿌리는 곧은뿌리이다. 중 한 가지

채점 기준	배점(%)
외떡잎식물과 쌍떡잎식물의 공통점과 차이점을 한 가지씩 모두 옳게 서술한 경우	100
외떡잎식물과 쌍떡잎식물의 공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

12 **모범 답안** • 공통점: 좌우 대칭 동물이다. 3배엽성동물이다. 선구동물이다. 중 한 가지

• 차이점: 연체동물은 몸에 체절이 없고, 절지동물은 체절이 있다. 연체동물은 몸이 외투막으로 싸여 있고, 절지동물은 외골격으로 싸여 있어 탈피를 한다. 중 한 가지

채점 기준	배점(%)
연체동물과 절지동물의 공통점과 차이점을 한 가지씩 모두 옳게 서술한 경우	100
연체동물과 절지동물의 공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

13 **모범 답안** (1) A: 히드라, D: 해삼, E: 창고기

- (2) B, C, D, E,  
 (3) D, E  
 (4) 원구가 입을 된다.  
 (5) 외골격 유무, 담륜자 유생 유무, 탈피 여부 중 두 가지

**해설** (1), (4) 가장 먼저 분기된 A는 2배엽성동물이며 자포동물문에 속하는 히드라이다. 특징 ㉔을 가지는 E는 창고기이며, D는 해삼이다. 각각 잠자리와 거머리 중 하나인 B와 C의 공통된 특성인 ㉔은 '원구가 입을 된다.'이다.  
 (2) 히드라를 제외한 4종이 모두 3배엽성동물이다.  
 (5) B와 C는 각각 절지동물과 환형동물에 속한다.

채점 기준	배점(%)
(1) A, D, E의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	15
(2) B, C, D, E를 모두 옳게 쓴 경우	15
(3) D, E를 모두 옳게 쓴 경우	10
(4) 원구가 입을 된다고 옳게 서술한 경우	10
(5) 절지동물과 환형동물을 구분하는 특징 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	50
(5) 절지동물과 환형동물을 구분하는 특징을 한 가지만 옳게 서술한 경우	25

단원 **마무리 문제**

| p.234~240 |

01 ⑤	02 ④	03 ③	04 ②	05 해설 참조	
06 ④	07 ①	08 ④	09 ④	10 ⑤	11 ③
12 ③	13 해설 참조	14 ②	15 ④	16 ①	
17 ⑤	18 ③	19 해설 참조	20 ㄱ	21 ⑤	
22 ③	23 ⑤	24 해설 참조	25 ③	26 ③	
27 ⑤	28 해설 참조	29 ③	30 ②		

- 01 ㉔는 히스톤 단백질이다. ㉕는 유전자로, 유전정보가 저장된 부위이다. ㉖는 DNA이다. 1개의 염색체는 1분자의 DNA로 구성되며, DNA 1분자에는 여러 개의 유전자가 존재한다.
- 02 (가)는 크기와 모양이 같은 염색체가 짝을 이루지 않기 때문에 핵상과 염색체 수는  $n=4$ 이며, 각 염색체가 염색분체를 가지므로 감수 1분열을 마친 세포이다. (나)는 크기와 모양이 같은 염색체가 짝을 이루고 있으므로 핵상과 염색체 수는  $2n=8$ 이다.

㉗. ㉕와 ㉖는 상동염색체이므로 같은 위치에 같은 형질을 결정하는 대립유전자가 있다.

**오답 피하기**

㉘. (나)에서 초록색 염색체의 상동염색체는 크기와 모양이 다르지만 짝을 이루는 것으로 보아 성염색체이므로, ㉔는 성염색체이다.

03 사람의 체세포에서 상염색체 수는 44개이며, 염색분체의 수는 염색체 수의 2배인 88개이다.

**오답 피하기**

㉗. 성염색체가 XX이므로 여자이다.  
 ㉘. 적혈구에는 핵이 없으므로 핵형을 확인할 수 없다. 혈액 성분 중 핵이 있는 세포는 백혈구이다.

04 ㉑은 G<sub>1</sub>기, ㉒은 S기, ㉓은 G<sub>2</sub>기이다. 체세포분열에서는 핵상의 변화가 없으므로 ㉒ 시기의 핵상은  $2n$ 이다

**오답 피하기**

㉗. G<sub>1</sub>기(㉑)는 세포가 가장 많이 성장하며 크기가 커지는 시기로, 세포소기관의 수가 증가한다.  
 ㉘. S기(㉒)는 DNA가 복제되어 DNA양이 2배로 증가한다.

05 **모범 답안** 체세포분열 전기, ㉑과 ㉒은 간기(S기)에 DNA 복제가 일어난 후 전기에 염색체가 응축되어 형성된 염색분체이다. 또한 상동염색체가 2가 염색체를 형성하지 않으므로 체세포분열 전기에 해당한다.

**해설** ㉑과 ㉒은 간기(S기)에 DNA 복제를 통해 형성된 염색분체이며, 체세포분열을 통해 나누어져 딸세포를 형성하므로 체세포분열 결과 염색체 수가 변하지 않는다.

**[서술형 TIP]** ㉑과 ㉒이 간기에 복제를 통해서 형성된 염색분체 관계이며, 상동염색체가 접합하지 않은 상태를 답안에 포함하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
체세포분열 전기라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 ㉑과 ㉒의 형성 과정과 2가 염색체 형성 여부와 연관 지어 모두 옳게 서술한 경우	100
체세포분열 전기라고만 옳게 쓴 경우	30

06 세포 (가)에서 상동염색체의 크기가 다른 붉은색 염색체가 성염색체이며, Y염색체를 가지는 (가)와 (다)는 수컷의 세포이고, X염색체가 2개인 (나)는 암컷의 체세포이다. (다)의 핵상과 염색체 수는  $n=3$ 이다.

**오답 피하기**

㉗. (가)의 X염색체 수는 1, (나)의 X염색체 수는 2이다.  
 07 (나)는 X염색체 1개가 제외된 상태에서 염색체 수가 5개이므로, 수컷인 B의 세포이다. 따라서 (가)는 암컷인 A의 세포이다. (가)에는 상동염색체가 없으므로 X염색체 1개가 제외된 상태이다.

오답 피하기

ㄴ. (가)의 핵상은  $n$ 이고 (나)의 핵상은  $2n$ 이다.  
 ㄷ. B의 감수 1분열 중기의 세포 1개당 염색분체 수는 12개이다.

- 08 ㉠은 분열기(M기) 직후이므로  $G_1$ 기, ㉡은 S기, ㉢은 분열기 전이므로  $G_2$ 기이다. ㉣는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 중기의 세포이며, ㉤는 염색분체가 나누어져 양극으로 이동하고 있으므로 후기의 세포이다.  
 ㄷ. 분열기 직후에 세포 1개당 유전물질의 양이 절반으로 줄기 때문에 ㉢ 시기의 유전물질의 양은 ㉠ 시기의 2배이다.

오답 피하기

ㄱ. ㉣는 체세포분열 중기의 세포이다.

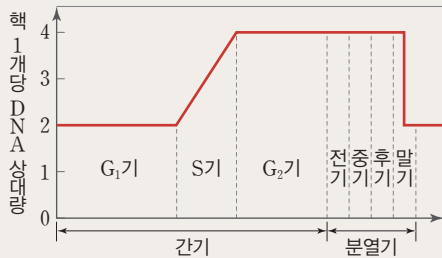
- 09 2회 연속 분열이 일어났으므로 감수분열에 해당한다. 구간 I에는 유전물질의 복제가 일어나는 S기가 포함되며, 구간 II에는 2가 염색체가 형성되는 감수 1분열 전기~중기가 포함된다.

오답 피하기

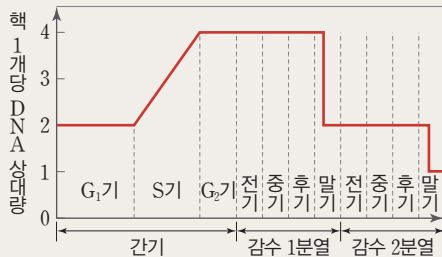
ㄷ. 구간 III은 감수 2분열이 일어나는 시기로, 핵상의 변화가 없고 ( $n \rightarrow n$ ), DNA양은 절반으로 줄어든다.

문제 속 자료

체세포분열과 감수분열 시 핵 1개당 DNA 상대량 변화 비교



▲ 체세포분열 - 간의 S기에 DNA가 복제되어 DNA양이 2배가 된 후, 체세포분열을 통해 2개의 딸세포로 나누어져 들어가므로 분열 전과 후의 DNA양이 같다.



▲ 감수분열 - 간의 S기에 DNA가 복제되어 DNA양이 2배가 된 후, 연속된 2회의 분열로 핵 1개당 DNA이 절반으로 감소한 4개의 딸세포가 형성된다.

- 10 (가)에서 2차례의 체세포분열이 일어나고 이어서 감수분열이 1회 일어났다. (나)는 2가 염색체가 세포의 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기에 해당하며, 핵상과 염색체 수는  $2n=4$ 이다.

ㄴ. 감수 1분열 중기의 세포는 구간 III에 속한다.  
 ㄷ. 구간 I~III에서 세포의 핵상은 모두  $2n$ 이다.

- 11 구간 I에는 세포주기 중  $G_1$ 기의 세포가 포함되며, 구간 II에는 복제가 일어나는 S기의 세포가 포함되므로, 이 시기에 세포 1개당 DNA양이 증가한다.

오답 피하기

ㄷ. 구간 III에는  $G_2$ 기와 분열기의 세포가 포함된다.

- 12 염색체의 배열 상태를 통해 (가)는 체세포분열 중기의 세포이며, (나)는 감수 1분열 중기의 세포임을 알 수 있다.  
 ㄱ. 상처 부위의 재생 시 체세포 분열이 일어난다.  
 ㄴ. 감수 1분열 결과 핵상이  $2n$ 에서  $n$ 으로 줄어든다.

오답 피하기

ㄷ. 감수 1분열에서는 상동염색체가 분리되므로 동원체 분리는 일어나지 않는다. 동원체 분리는 감수 2분열 후기에 염색분체가 분리될 때 일어난다.

- 13 모범 답안 (1) (가)

(2) (나), (나)는 후기에 상동염색체가 나누어지므로 분열 결과 염색체 수가 절반으로 줄어든다.

해설

(가)의 핵상은  $2n=4$ 이며 상동염색체가 각각 세포 중앙에 배열되어 있으므로 체세포분열 중기이다. (나)의 핵상은  $2n=4$ 이며 2가 염색체를 형성한 상동염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기이다. (다)의 핵상은  $n=2$ 이며, 상동염색체가 없는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기이다.

[서울형 TIP] 세포분열 결과 상동염색체가 분리되는지, 염색분체가 분리되는지를 파악하고 분열 전후의 염색체 수를 비교하여 답안을 작성한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)라고 옳게 쓴 경우	30
(2)	(나)라 쓰고, 상동염색체가 분리되기 때문이라는 내용을 포함하여 세포 1개당 염색체 수가 변하는 까닭을 옳게 서술한 경우	70
	(나)라고만 옳게 쓴 경우	30

- 14 (가)는 진화에 대한 비교해부학적 연구, (나)는 생물지리학 적 연구, (다)는 진화발생학적 연구의 예에 해당한다.

오답 피하기

ㄱ. 상동기관은 기원은 같지만 기능이 다른 기관이다. 기원은 다르지만 기능이 같은 기관은 상사기관이다.

- 15 그림의 갈라파고스핀치는 서로 다른 먹이 환경에서 부리의 모양이 다르게 진화한 것으로 생물지리학 적 연구에 해당한다.

- 16 창시자효과는 병목효과와 함께 대표적인 유전적 부동에 해당한다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 돌연변이에 의해 새로운 변이가 생성된다.
- ㄷ. 유전자흐름은 개체의 유입과 유출을 모두 포함하므로 유출이 일어날 경우 개체군의 크기가 감소하지만, 유입이 일어날 경우 개체군의 크기가 커질 수 있다.

**17** (가) 과정에서 돌연변이가 일어나 항생제 내성 유전자를 가진 개체가 나타났다. 처음 항생제 사용 후 항생제 내성 유전자를 가진 개체가 자연선택되었다. 항생제를 반복적으로 사용(나)하면서 항생제 내성 세균이 증식하여 개체군 내 항생제 내성 대립유전자빈도가 증가하였다. 즉 유전자풀의 변화가 일어났다.

ㄷ. (나) 과정에서 항생제 내성 유전자를 가진 개체만 살아남아 번식하였고, 이로 인해 개체군 내 항생제 내성 대립유전자빈도가 증가하였다.

**18** (가)에서 대립유전자 A가 a로 바뀌는 돌연변이가 일어났다. (나)에서 무작위로 개체 수가 감소하는 유전적 부동이 일어났다.

ㄴ. 병목효과는 유전적 부동에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄷ. 유전적 부동은 개체군의 크기가 작을수록 효과가 더 크게 나타난다.

**19** **모범 답안** (1) 세대를 거듭할수록 대립유전자 A의 빈도는 증가하고 a의 빈도는 감소하였다.

(2) 자연선택. 세대를 거듭할수록 점진적으로 유전자형 AA의 빈도는 증가하고, Aa와 aa의 빈도는 감소한 것으로부터 대립유전자 a를 가진 개체가 생존이나 번식에 불리했음을 알 수 있다.

**해설** 유전적 부동이나 돌연변이는 무작위적으로 일어나는 현상이므로 지속적으로 유전자형 AA가 증가하고, Aa와 aa가 감소하는 것을 설명하기 어렵다. 반면, 자연선택은 방향성을 가질 수 있으므로 가장 유력한 유전자풀 변화의 원인이다.

**[서술형 TIP]** 유전자형의 변화 경향을 바탕으로 유전자풀의 변화 원인을 설명하는 답안을 작성한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	대립유전자 A와 a의 빈도 변화를 모두 옳게 서술한 경우	40
	대립유전자 A와 a의 빈도 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20
(2)	자연선택이라 쓰고, 세대를 거듭할수록 점진적으로 유전자형의 빈도가 변한다는 내용을 포함하여 유전자풀의 변화 원인을 옳게 서술한 경우	60
	자연선택이라고만 옳게 쓴 경우	20

**20** 문제의 단서에서 4종의 식물 A~D가 속한 속이 총 3개라고 했으므로, 식물종 B, C는 학명(속명+종소명)에 의해서

같은 속이며, 나머지 A와 D는 다른 속이다. B와 C는 같은 속이므로 B는 장미과에 속한다. 따라서 다른 3종과 달리 벼과에 속하는 A가 가장 먼저 분기한 (가)에 해당하며, 같은 속에 속하는 (나)와 (다)가 각각 B와 C 중 하나이다.

**오답 피하기**

- ㄴ. A는 벼과, B~D는 장미과에 속한다.
- ㄷ. 식물종 D는 B, C와 다른 속이므로 속명이 *Rosa*가 될 수 없다.

**21** (가)는 A~E를 모두 포함하므로 전체 공통된 특징이다. (나)는 B, D, E만 포함하고, 그 안에서 (라)는 B와 D만 해당되므로, E는 (라) 무리보다 먼저 갈라진다. (다)는 (나)와 포함 관계가 없으므로 다른 가지로 그려야 한다. 따라서 계통수는 (E, (B, D))와 (A, C)의 형태가 된다.

**22** 히스톤 단백질과 결합한 DNA가 일부 있고 막성 세포소기관이 없는 (가)는 고균역이다. 히스톤 단백질과 결합한 DNA가 없고, 핵막이 없는 (나)는 세균역이며, (다)는 진핵생물역이다.

**오답 피하기**

- ② 세균역에 속하는 생물은 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽을 가진다.
- ⑤ 히스톤 단백질과 결합한 원형 DNA를 가지는 고균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다.

**23** 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽을 가지는 (가)는 세균역이며, 진핵생물역과 유연 관계가 더 가까운 (나)는 고균역이다.

ㄴ. 고균역에 속하는 생물을 극한 환경에 서식하는 경우가 많다.

ㄷ. '핵막을 가진다.'는 진핵생물역에 속하는 생물의 공통적인 특징이다. '막성 세포소기관을 가진다. 히스톤 단백질과 결합한 선형 DNA를 가진다.'도 A에 해당한다.

**24** **모범 답안** (1) (가) 세균역, (나) 고균역, (다) 진핵생물역, A: 균계, B: 원생생물계

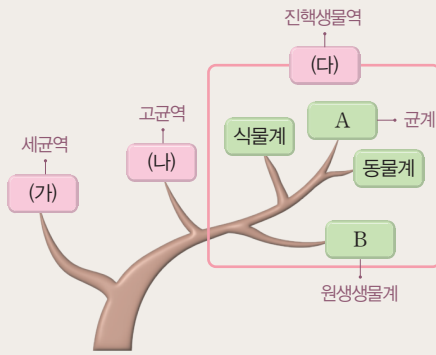
(2) (나)는 원핵세포로, 핵막과 막성 세포소기관이 없고, 원형 DNA를 가진다. (다)는 진핵세포로, 핵막과 막성 세포소기관이 있고, 선형 DNA를 가진다.

**해설** 3역 6계의 계통수에서 가장 먼저 갈려져 나온 가지인 (가)는 세균역이며, (나)는 고균역이다. 동물계와 비교적 유연 관계가 가까운 A는 균계이며, 나머지 B는 원생생물계이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)~(다)와 A, B의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	각 5점
(2)	차이점 세 가지를 모두 옳게 서술한 경우	75
	차이점을 두 가지만 옳게 서술한 경우	50
	차이점을 한 가지만 옳게 서술한 경우	25

문제 속 자료

3역 6계 분류체계



- 특정 RNA 염기서열 정보를 근거로, 세균역, 고균역, 진핵생물역의 3역으로 분류한다. 세균역에 세균계가 포함되며, 진핵생물역에 원생생물계, 식물계, 균계, 동물계가 포함된다.
- 공통조상으로부터 세균역이 제일 먼저 갈라져 나왔으며, 이후 고균역과 진핵생물역이 갈라져 나왔다. → 고균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다.
- 세균역과 고균역에 속하는 생물은 모두 핵막이 없는 원핵세포로 이루어진 원핵생물이다.
- 진핵생물역에 속하는 생물은 핵막과 막성 세포소기관이 있는 진핵세포로 이루어진 진핵생물이다.

**25** 관다발이 없는 A는 비관다발식물, 관다발은 있고 종자가 없는 B는 비종자 관다발식물(양치식물), 종자가 있으나 씨방이 없는 C는 겉씨식물, 종자와 씨방이 있는 D는 속씨식물이다.

ㄱ. 비관다발식물에는 태류식물, 각태류식물, 선태식물이 속한다.

ㄴ. 비종자 관다발식물은 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발이 있으며, 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷하다. 고생대에 번성하였으며, 이 시기의 양치식물이 석탄층을 형성하였다.

**오답** 피하기

ㄷ. 겉씨식물(C)은 꽃이 없고, 속씨식물(D)은 꽃잎과 꽃받침이 발달하였다.

**26** (가)는 씨방이 없어 밑씨가 겉으로 드러나 있으므로 겉씨식물, (나)는 밑씨가 씨방 속에 들어 있으므로 속씨식물이다. 속씨식물(나)은 떡잎의 수에 따라 떡잎이 1장인 외떡잎식물과 떡잎이 2장인 쌍떡잎식물로 분류된다.

**오답** 피하기

ㄱ. (가)는 겉씨식물이므로, 체관과 헛물관으로 이루어진 관다발을 가진다.

ㄴ. 육상식물 중 가장 많은 종을 차지하며, 가장 번성한 식물 무리는 속씨식물(나)이다.

**27** 가장 먼저 분화된 A는 각태류식물, B는 양치식물이다. '씨방이 있다.'는 특징을 가지는 D는 속씨식물이며, 나머지 C는 겉씨식물이다.

ㄱ. 각태류식물(A)과 양치식물(B)은 포자로 번식한다.

ㄴ. 소철은 겉씨식물(C)에 속한다.

ㄷ. '관다발이 있다.'는 양치식물(B), 겉씨식물(C), 속씨식물(D)이 모두 가지는 특징으로 ㉠에 해당한다.

**28** **모범 답안** (1) (가) 척삭동물, (나) 자포동물, (다) 절지동물, (라) 환형동물

(2) • 공통점: 좌우 대칭 동물이다. 3배엽성동물이다. 선구동물이다. 몸이 체절로 되어 있다. 중 한 가지

• 차이점: 절지동물(다)은 탈피동물이고, 환형동물(라)은 측수담륜동물이다. 절지동물(다)은 폐쇄혈관계를 가지며, 환형동물(라)은 개방혈관계를 가진다. 중 한 가지

**해설** 후구동물에 해당하는 (가)는 척삭동물이며, 2배엽성동물인 (나)는 자포동물이다. 외골격을 가지는 선구동물인 (다)는 절지동물이며, (라)는 환형동물이다.

**[서술형 TIP]** 선구동물 중에서 측수담륜동물에 해당하는 환형동물과 탈피동물에 해당하는 절지동물의 특징을 구별하여 답안을 작성하도록 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(가)~(라)의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	20
(2)	절지동물(다)과 환형동물(라)의 공통점과 차이점을 한 가지씩 모두 옳게 서술한 경우	80
	절지동물(다)과 환형동물(라)의 공통점과 차이점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	40

**29** 척삭을 가지는 B는 척삭동물에 속하는 고등어이며, B와 유연관계가 가장 가까운 A는 극피동물에 속하는 해삼이다. 해삼은 호흡기관과 순환기관의 역할을 하는 수관계를 가지며, 수관계의 끝에 있는 관족으로 이동하고 먹이를 섭취한다. 탈피를 하는 C는 메뚜기이며, D는 문어이다.

**오답** 피하기

ㄷ. A와 B는 모두 후구동물이다.

**30** '3배엽성이다.'는 예쁜꼬마선충, 달팽이, 불가사리가 모두 가지는 특징이다. '선구동물이다.'는 예쁜꼬마선충과 달팽이가 가지는 특징이다. '담륜자 유생 단계를 거친다.'는 달팽이만 가지는 특징이다. 특징 3개를 모두 가지는 달팽이는 중 B와 C가 될 수 없으므로 A에 해당한다. 따라서 A(달팽이)만 가지는 ㉠은 '담륜자 유생 단계를 거친다'이며, A와 B가 가지는 ㉡은 '선구동물이다.'이다. 그러므로 B는 예쁜꼬마선충이며, C는 불가사리이다.

ㄴ. 예쁜꼬마선충(B)은 선형동물로, 호흡기관과 순환기관이 발달하지 않아 몸 표면에서 가스교환을 한다.

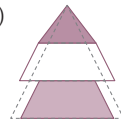
**오답** 피하기

ㄱ. A는 달팽이이다.

ㄷ. ㉠은 세 종이 모두 가지는 '3배엽성이다.'이므로 ㉡는 '0'이다.

# I 생명 시스템의 구성

- 01** 001 ③ 002 주어진 실험에서 생명체 존재 여부를 판단하기 위한 근거는 물질대사 여부이다. (가)는 광합성, (나)는 세포호흡이 일어나는지 여부를 알아보기 위한 실험이다. 물질대사가 일어난다면 (가)와 (나)에서 방사능 측정기에 방사능이 검출될 것이다. 이를 이용하여 화성 토양에 생명체가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 003 ② 004 (1) ㉠ 자극에 대한 반응 ㉡ 물질대사 (2) 세포로 이루어져 있지 않다. 물질대사를 하지 않는다. 스스로 증식할 수 없다. 스스로 발생과 성장을 하지 않는다. 중 두 가지 005 ⑤
- 02** 006 ① 007 ⑤ 008 ④ 009 생명을 유지하는 원리를 이해하고, 생명의 본질을 밝힌다. 생명과학의 연구 성과를 인류의 생존과 복지를 위해 응용한다. 010 ③
- 03** 011 ④ 012 ① 013 개체 014 ① 015 • 공통점: 아카시나무와 반달가슴곰은 모두 생명 시스템의 기본 단위인 세포로 구성되어 있으며, 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이룬다. • 차이점: 아카시나무는 조직이 모여 조직계를 이루고, 조직계가 모여 기관을 이루며, 기관이 모여 하나의 개체를 이룬다. 반달가슴곰은 조직이 모여 기관을 이루고, 기관이 모여 기관계를 이루며, 기관계가 모여 하나의 개체를 이룬다. 016 학생 B, C
- 04** 017 ③ 018 ④ 019 (가) 동화작용 (나) 이화작용 020 ② 021 ⑤
- 05** 022 ③ 023 ② 024 과정 I : 에너지 방출, 과정 II : 에너지 방출 025 ⑤ 026 ⑤
- 06** 027 ③ 028 ① 029 (1) (가) 고혈압 (나) 지방간 (다) 당뇨병 (2) ㉠ 지방 ㉡ 인슐린 030 ① 031 ④
- 07** 032 ③ 033 ② 034 ㄱ, ㄴ 035 심한 운동을 할 때는 휴식할 때보다 조직 세포가 더 많은 영양소와 산소를 필요로 하고, 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 빨리 내보내야 하므로 혈액 순환이 활발해져 심장박동 수가 증가한다.
- 08** 036 ④ 037 ⑤ 038 ① 039 (1) (가) 탄수화물 (나) 단백질, A: 소화계, B: 순환계, C: 배설계 (2) 암모니아는 순환계(B)를 통해 소화계(A)에 속하는 간으로 이동하고, 간에서 암모니아가 요소로 전환된다. 요소는 다시 순환계를 통해 배설계(C)로 운반되어 콩팥에서 오줌으로 배출된다.
- 09** 040 ① 041 ② 042 ④ 043 (1) ㉡ (2) ㉠ (3) ㉡ (4) ㉡ (5) ㉠ (6) ㉡
- 10** 044 ⑤ 045 ② 046 ㉠에서는 대기 중의 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)가 생산자로 이동하여 광합성을 통해 유기물로 전환된다. ㉡에서는 생산자가 세포호흡을 하여 유기물 속의 탄소가 이산화 탄소 형태로 대기 중으로 방출된다. 047 ① 048 ④
- 11** 049 ④ 050 ③ 051 ㉠ 질소고정 작용 ㉡ 질소동화 작용 ㉢ 탈질산화 작용 052 ② 053 ⑤
- 12** 054 ② 055 ③ 056 ④ 057 ①
- 13** 058 ② 059 ① 060 ㄷ 061 (1) ㉠ 증가 ㉡ 감소 ㉢ 감소 (2)



- 14** 062 ③ 063 구간 I 과 II 에서는 출생 개체 수가 사망 개체 수보다 많고, 구간 III 에서는 출생 개체 수와 사망 개체 수가 서로 같다. 064 ① 065 (1) 환경저항 (2) 조건 (가)와 (나)에서 먹이의 양이 다르기 때문이다. (3) 조건 (가)의 환경수용력이 (나)보다 크다. 이는 먹이의 양이 많은 (가)에서 개체가 더 많이 생존하여 개체군 규모가 더 크게 유지되기 때문이다. 066 ①
- 15** 067 ⑤ 068 (1) 2(개체/m<sup>2</sup>) (2) 20, 종 A~C의 상대빈도를 모두 더한 값은 100이므로 ㉠은 20이다. 또는 100 = 40 + 40 + ㉠이므로 ㉠은 20이다. 069 ④ 070 ④ 071 (1) 종 C의 밀도는 지역 (나)가 (가)의 2배이다. (2) 60 (3) 종 A, 지역 (가)에서 중요치가 가장 높은 종은 A(108)이기 때문이다.
- 16** 072 ⑤ 073 ② 074 (1) A: 툰드라 B: 열대우림 C: 열대사막 (2) 같은 위도라도 강수량의 차이에 따라 분포하는 식물군집이 달라진다. 열대우림(B)은 강수량이 많은 곳에, 열대사막(C)은 강수량이 적은 곳에 분포한다. 075 ⑤ 076 ④
- 17** 077 ④ 078 (1) A: 초원, B: 양수림, C: 음수림 (2) 지표면에 도달하는 빛의 세기 (3) 산불 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림, 산불 이후의 천이 과정이 그림의 천이 과정보다 더 빨리 극상에 도달한다. 079 그림 (가)에서처럼 천이가 진행되면 극상 단계에서 음수림이 형성되지만, (나)에서처럼 극상의 종류는 연평균 기온이나 강수량에 따라 달라질 수 있으므로, 극상이 항상 음수림이라고 할 수는 없다. 080 ①

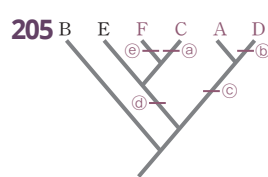
- 18** 081 ④ 082 (1) 증가 (2) 리더제: 나이와 경험이 많은 암컷 개체가 무리를 이끌어 개체군의 이동과 질서를 유지함으로써 경쟁을 줄인다. • 가족생활: 리더 개체를 중심으로 혈연관계의 개체들이 무리를 이루어 함께 생활하며 경쟁을 줄인다. 083 순위제 084 ⑤  
085 사막은 열대우림에 비해 먹이가 부족하여 개체들 사이에 먹이에 대한 경쟁이 심하다. 이로 인해 개체군 A에서는 순위제가 나타나지만, 먹이가 풍부한 열대우림의 개체군 B에서는 경쟁이 심하지 않아 순위제가 나타나지 않는다.
- 19** 086 ⑤ 087 ④ 088 (1) 경쟁배타원리 (2) 중간경쟁 중 A와 B가 먹이 지위나 서식 공간 지위 등 생태적 지위가 완전히 겹치기 때문에 경쟁이 일어난다. 089 나, 다 090 • (가): 개체군 내 상호작용에 해당한다. • (나): 두 종이 모두 이익을 얻는 상호작용이다.

## II 항상성과 몸의 조절

- 20** 091 ② 092 (1) 말미집의 유무 (2) 구심성뉴런을 거쳐 연합뉴런으로 전달되고, 연합뉴런에서 내린 명령은 원심성뉴런을 거쳐 093 ⑤ 094 나, 다 095 뉴런 A(원심성뉴런)가 손상되면 근육 X로 신경자극이 전달되지 않아 근육이 정상적으로 반응하지 못한다. 따라서 뉴런 A가 손상되지 않은 사람에 비해 몸의 움직임이 정상적으로 일어나지 않는다.
- 21** 096 ③ 097  $t_1$ 일 때  $Na^+$ 이  $Na^+$  통로를 통해 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 확산된다. 098 (다) → (나) → (가) 099 (1)  $Na^+$ 의 막 투과도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 크다. (2) 탈분극은 정상적으로 일어나지만, 재분극이 정상적으로 진행되지 않아 막전위는 서서히 낮아진다. 100 ①
- 22** 101 ① 102 ② 103 (1) I은 말미집으로 싸여 있는 부분이다. (2) 말미집신경에서 도약전도가 일어나므로 민말미집신경보다 신경자극전도 속도가 빠르다. 104 ①
- 23** 105 ④ 106 나, 다 107 신경 (가)의 지점 Q에서는 활동전위가 발생하지 않지만, (나)의 Q에서는 활동전위가 발생한다. 이는 신경자극 전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런으로만 일어나는데, (가)에서는 시냅스후뉴런에 자극을 주어 신경자극이 전달되지 않으며, (나)에서는 시냅스전뉴런에 자극을 주어 시냅스후뉴런에서 활동전위가 발생한다. 108 ⑤
- 24** 109 ⑤ 110 (1) 대뇌, 감각기관 손 → ㉠ → ㉡ → ㉢ → ㉣ → ㉤ → 반응기관 손 (2) 척수, 감각기관 손 → ㉠ → ㉡ → ㉢ → 반응기관 손 111 ③ 112 ⑤
- 25** 113 ④ 114 (1) A: 아세틸콜린, B: 노르에피네프린 (2) B에서의 활동전위 발생 빈도가 증가하며, 그 결과 심장박동이 빨라진다. 115 ③ 116 ④ 117 ⑤
- 26** 118 ② 119 ⑤ 120 (1) 길항작용 (2) 인슐린은 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진한다. 글루카곤은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다. 121 ⑤
- 27** 122 ⑤ 123 (1) 피부의 열 발산량, 시상하부 온도가 올라가면 체온을 낮추기 위해 (가)가 증가하기 때문이다. (2) 피부 근처 혈관으로 흐르는 혈액량은 시상하부 온도가  $T_1$ 일 때가  $37^\circ\text{C}$ 일 때보다 많다. 124 ① 125 ②
- 28** 126 ② 127 ③ 128 (1) 인슐린 (2) ㉠, 혈중 X의 농도가 증가하면 간에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 ㉠과정이 촉진되고, 이로 인해 혈중 포도당 농도가 정상 범위까지 낮아진다. 129 ④
- 29** 130 ⑤ 131 ④ 132 ② 133 (1) ㉠ 증가 ㉡ 증가 ㉢ 증가 (2) 항이뇨호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 낮춘다.
- 30** 134 ② 135 ④ 136 ③ 137 독감의 병원체는 바이러스로, 스스로 물질대사를 할 수 없기 때문에 숙주세포의 효소와 세포 구조를 이용해야 증식할 수 있다. 138 ④
- 31** 139 ⑤ 140 ③ 141 백혈구가 세균 X를 세포 안으로 끌어들여 분해하는 식세포작용이 일어나 세균 X가 제거된다. 142 ④ 143 ⑤
- 32** 144 ④ 145 (1) ㉠ 보조 T림프구 ㉡ B림프구 ㉢ 큰포식세포 (2) (라) → (다) → (가) → (나) 146 ⑤ 147 ③ 148 ①
- 33** 149 ③ 150 (1) 항체가 항원과 연쇄적으로 결합하여 덩어리가 형성되면 병원체가 이동하기 어려워지며, 큰포식세포의 식세포작용을 통해 병원체를 효과적으로 제거할 수 있다. (2) 항체는 특정 항원과만 결합할 수 있는 항원 결합 부위를 가지므로, 항원마다 이에 특이적으로 결합하는 항체가 만들어지기 때문이다. 151 ② 152 ④

- 34** 153 ① 154 ③ 155 (1) ABO식 혈액형은 B형이고, Rh식 혈액형은 Rh<sup>-</sup>형이다. (2) 응집반응이 일어난다. 영수의 혈장에는 응집소  $\alpha$ 가 있으므로 A형 혈액의 적혈구 표면에 있는 응집원 A와 응집반응이 일어나기 때문이다. 156 L 157 ⑤
- 35** 158 ③ 159 ⑤ 160 ④ 161 병원체 X에 대한 백신을 접종하면 X의 항원에 대해 항체를 생성하는 형질세포와 기억세포가 만들어진다. 이후 실제 X에 감염되면 기억세포가 빠르게 활성화되어 다량의 항체를 빠르게 생성하는 체액성면역반응이 일어나므로 X를 효과적으로 제거할 수 있다.
- 36** 162 ② 163 ③ 164 ④ 165 백신을 만드는 방법에 따라 (가)는 병원체 자체를 이용하여 만든 백신, (나)는 병원체의 항원 단백질이나 유전정보를 이용하여 만든 백신으로 분류한 것이다. 166 천연두 백신 접종을 시작한 뒤 백신을 접종한 사람에게서 천연두 바이러스에 대한 면역반응이 일어나 병원체를 빠르게 제거하게 되어 병에 걸리거나 사망하는 경우가 크게 줄어들었기 때문이다.

### III 생명의 연속성과 다양성

- 37** 167 ④ 168 (1) ① 뉴클레오솜 ② DNA ③ 뉴클레오타이드 (2) 같다. 염색분체는 DNA가 복제되어 만들어진 것이므로 (가)와 (나)의 유전정보는 서로 같다. 169 ② 170 ② 171 ④ 172 (가) 시기에는 실과 같은 형태로 존재하여 유전정보가 사용되기 쉽다. (나) 시기에는 응축되어 짧은 막대 모양으로 존재하는데, 세포분열 시 DNA가 손상되지 않고 딸세포로 나누어져 이동할 수 있기 때문이다.
- 38** 173 ④ 174 (1) ① A ② B ③ d (2) 다르다. 염색체 (가)와 (나)는 부모로부터 1개씩 물려받은 상동염색체이므로 유전정보가 서로 다르다. 175 ① 176 ③ 177 ③
- 39** 178 ③ 179 ① 180 ③ 181 (1) t (2) (가)는 B, (나)는 A의 세포이다. (나)는 대립유전자 T만 2개 있지만 (다)는 대립유전자 t가 있으므로 다른 개체이며, (가)와 (나)는 성염색체 구성이 다르므로 서로 다른 개체의 세포이다. 따라서 (가)와 (다)가 같은 개체인 B의 세포이며, (나)는 A의 세포이다.
- 40** 182 ④ 183 ③ 184 ③ 185 구간 C, 세포 (나)는 핵상과 염색체 수가  $n=2$ 이며, 상동염색체가 없는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기의 세포이다. 따라서 (가)에서 감수 2분열에 해당하는 C에서 관찰된다.
- 41** 186 L, L 187 (1) ①과 ②은 각각 부계와 모계에서 1개씩 물려받은 상동염색체로, 같은 위치에 대응하는 대립유전자가 있지만 유전자 구성은 서로 다를 수 있다. (2) (가)의 감수분열은 생식세포의 유전적 다양성을 증가시키고, 염색체 수를 절반으로 줄여 세대 간 염색체 수를 일정하게 유지함으로써 생명의 연속성을 보장한다. (나)의 유성생식은 부계와 모계의 유전자가 결합되어 새로운 유전자 조합이 형성되므로 자손의 유전적 다양성을 증가시킨다. 188 ④ 189 ⑤
- 42** 190 ⑤ 191 ④ 192 (1) (다)→(라)→(나)→(가) (2) • 대립유전자빈도의 변화 경향성: 어두운 날개 색깔 대립유전자빈도가 증가하였다. • 환경적 요인: 주변 환경과 비슷한 어두운 몸 색깔을 가진 애벌레가 포식자에게 덜 잡아먹혀 더 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼다. 193 ⑤
- 43** 194 ③ 195 ④ 196 ⑤ 197 고래는 뒷다리의 골격이 발달한 육상에 살던 조상 포유류에서 진화하여, 점차 수중 생활에 적응하였다. 그 과정에서 뒷다리 골격은 퇴화하여 흔적만 남게 되었으며, 앞다리는 지느러미로 변하여 수중 생활에 적합한 형태로 진화하였다.
- 44** 198 ⑤ 199 ② 200 ① 201 유전적 부동, 자연재해와 같은 우연한 사건으로 인해 개체군의 대립유전자빈도가 무작위적으로 변하면서 유전자풀이 변화한다.
- 45** 202 ② 203 ③ 204 ② 205 
- 46** 206 ③ 207 ③ 208 ② 209 (1) 진핵생물계 (2) ① 선형 DNA를 가진다. ② 다세포성이다. 원핵생물이다. 원형 DNA를 가진다. 세포벽을 가진다. 중 한 가지 ③ 세포벽이 펩티도글리칸으로 이루어져 있다. 210 ① 원핵생물계 ② 단세포 또는 다세포 ③ 종속영양
- 47** 211 ③ 212 ③ 213 ② 214 (1) 엽록체가 있다. 광합성을 한다. 셀룰로스 이루어진 세포벽을 가진다. 중 두 가지 (2) ① 관다발이 있다. 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷하다. 중 한 가지 ① 종자로 번식한다. ③ 씨방 속에 밑씨가 들어 있다. 꽃잎과 꽃받침이 발달하였다. 관다발은 물관과 체관으로 구성된다. 중 한 가지
- 48** 215 ② 216 ③ 217 ② 218 (1) 외배엽과 내배엽이 형성된다. 대칭성을 가진다. (2) ① 담류자 유생 시기를 거친다. ② 원구 개입이 된다. ③ 배배성동물이다. 중배엽이 형성된다. 중 한 가지

## I 생명 시스템의 구성

**001 답 ③** | 포도당 농도가 높을 때 이자에서 인슐린이 분비되는 것은 항상성 유지의 예이다.

**002 모범 답안** 주어진 실험에서 생명체 존재 여부를 판단하기 위한 근거는 물질대사 여부이다. (가)는 광합성, (나)는 세포 호흡이 일어나는지 여부를 알아보기 위한 실험이다. 물질대사가 일어난다면 (가)와 (나)에서 방사능 측정기에 방사능이 검출될 것이다. 이를 이용하여 화성 토양에 생명체가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다.

**해설** (가)에서 광합성이 일어나면 공급된 방사성 이산화 탄소( $^{14}\text{CO}_2$ )를 흡수하여 포도당이 합성된다. 합성된 포도당이 토양에 축적되어 있다가 가열할 때 산화되어 다시 방사성 이산화 탄소( $^{14}\text{CO}_2$ )를 방출한다. 따라서 광합성이 일어난다면 방사능 측정기에 방사능이 검출된다.

(나)에서는 방사성 탄소( $^{14}\text{C}$ )를 포함한 영양소를 공급해 주었을 때 세포 호흡이 일어나면 방사성 이산화 탄소( $^{14}\text{CO}_2$ )가 방출된다. 따라서 세포 호흡이 일어난다면 방사능 측정기에 방사능이 검출된다.

**【서술형 TIP】** 화성 토양에 생명체가 존재하는지 여부를 물질대사와 관련지어 방사능 검출 여부로 판단한다는 내용을 포함하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
화성 토양에 생명체가 존재하는지 판단 근거로 물질대사 여부와 방사능 검출 여부를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100
화성 토양에 생명체가 존재하는지 판단 근거로 방사능 검출 여부만 포함하여 옳게 서술한 경우	50

**003 답 ②** | 바이러스는 세포 구조를 갖지 않으므로 생물로 분류하지 않는다.

**오답 피하기** 바이러스는 유전물질을 가지므로 숙주세포 내에서 증식을 하며, 이 과정에서 환경 변화에 적응이 일어나기도 하고, 유전적 구성의 변화로 새로운 바이러스가 나타나기도 한다. 이는 바이러스의 특징 중 생물의 특성에 해당한다.

**004 모범 답안** (1) ㉠ 자극에 대한 반응 ㉡ 물질대사

(2) • 세포로 이루어져 있지 않다.

- 물질대사를 하지 않는다.
- 스스로 증식할 수 없다.
- 스스로 발생과 성장을 하지 않는다. 중 두 가지

**005 답 ⑤** | ㄱ. (가)는 물질대사이다. 물질대사 과정에서 에너지가 출입하므로 에너지대사라고도 한다.

ㄴ. 어린 강아지가 큰 개로 자라는 것은 성장이므로 개체 유

지 현상에 해당한다. 따라서 (나)의 예에 해당한다.

ㄷ. 적응과 진화는 종족 유지 현상에 해당하므로 (다)에 해당한다.

**006 답 ①** | 분자생물학은 생명 현상을 DNA와 RNA, 단백질과 같은 분자 수준에서 연구하는 분야이다. 생물의 기능과 특성을 공학적으로 이용하여 유용한 산물을 만드는 것과 관련된 분야는 생명공학이다.

**007 답 ⑤** | ㄱ. 유전자의 특성과 복제 원리를 분자 수준에서 연구하는 생명과학 분야는 분자생물학이다.

ㄴ. '형광 표지된 뉴클레오타이드의 제조'는 화학과 관련 있는 연구 방법이다.

ㄷ. 정보처리 기술, 데이터베이스 처리 기술, 인공지능(AI) 기술 등은 정보학과 관련 있는 기술이다.

**008 답 ④** | 생물이 가지고 있는 유전정보 전체를 유전체라 하고, 유전체의 구조와 기능을 연구하는 학문을 유전체학이라고 한다. 생물체가 가지고 있는 모든 DNA의 염기서열을 분석하는 것도 유전체학의 연구 방법이다.

**009 모범 답안** • 생명을 유지하는 원리를 이해하고, 생명의 본질을 밝힌다.

- 생명과학의 연구 성과를 인류의 생존과 복지를 위해 응용한다.

채점 기준	배점(%)
'생명의 본질을 밝힘', '인류를 위해 연구 성과 응용' 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	100
'생명의 본질을 밝힘', '인류를 위해 연구 성과 응용' 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

**010 답 ③** | ㄱ. 생명과학은 분자 수준에서부터 세포, 개체, 생태계, 전지구적 수준까지 다양한 수준에서 생명 현상을 연구한다.

ㄷ. 생명과학의 연구 성과는 식량 생산, 환경 문제 해결, 의약품 개발 등 인류의 생존과 복지를 위해 응용된다.

**오답 피하기**

ㄴ. 생명과학은 물리학, 화학, 공학, 정보학 등 다양한 학문 분야들과 연계하여 발전하고 있다.

**011 답 ④** | ㄱ. 생물의 기본 단위인 세포는 생명 시스템의 구조적·기능적 단위이다.

ㄴ. 세포는 세포막, 핵, 엽록체, 미토콘드리아 등 다양한 하위 구성 요소들을 가지고 있으며, 이들 간의 상호작용으로 생명활동이 일어나고 있으므로 독립적인 생명 시스템으로 기능한다.

**오답 피하기**

ㄷ. 세포는 세포막을 통해 외부 환경과 끊임없이 상호작용을 한다.

**012** 답 ① | '하나의 생명 시스템으로 기능한다.'는 모든 생명 시스템 구성 단계에 해당하는 특징이므로 ㉠이다. 작은창자는 A의 예이므로 A는 기관이다. '여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 갖춘다.'는 기관의 특징에 해당하므로 ㉡이고, ㉢는 '○'이다. '동물에만 있는 구성 단계이다.'는 기관계의 특징이므로 ㉢이 '○'인 C가 기관계이다. A는 기관, C는 기관계이므로 B는 조직계이다.

**오답 피하기**

㉠. 기본 조직계는 B(조직계)의 예이다.

**013** 답 개체 | 개체는 독립적으로 생명활동을 할 수 있는 최소의 단위이며, 여러 기관이 모여 유기적으로 상호작용하고 통합적으로 기능하는 생명 시스템이다.

**014** 답 ① | A는 세포, B는 기관, C는 조직이다.

ㄱ. 세포는 하위 구성 요소인 다양한 세포소기관으로 구성되어 있고, 이들 사이의 상호작용을 통해 생명활동을 하므로 하나의 독립적인 생명 시스템으로 기능한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 생명 시스템의 기본 단위는 세포이다.

ㄷ. 연관된 기능을 하는 조직이 모여 식물은 조직계를, 동물은 기관을 이룬다.

**015** **모범 답안** • 공통점: 아까시나무와 반달가슴곰은 모두 생명 시스템의 기본 단위인 세포로 구성되어 있으며, 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이룬다.

• 차이점: 아까시나무는 조직이 모여 조직계를 이루고, 조직계가 모여 기관을 이루며, 기관이 모여 하나의 개체를 이룬다. 반달가슴곰은 조직이 모여 기관을 이루고, 기관이 모여 기관계를 이루며, 기관계가 모여 하나의 개체를 이룬다.

채점 기준	배점(%)
세포가 모여 조직을 이룬다는 내용을 포함하여 공통점을 옳게 서술한 경우	40
아까시나무는 조직 → 조직계 → 기관 → 개체의 단계로 이루어지고, 반달가슴곰은 조직 → 기관 → 기관계 → 개체의 단계로 이루어진다는 내용을 포함하여 차이점을 옳게 서술한 경우	60

**016** 답 학생 B, C | • 학생 B: 군집을 구성하는 개체군은 생산자, 소비자, 분해자 등의 역할을 하며, 먹이사슬에서 서로 다른 위치를 차지하고 있다.

**오답 피하기**

• 학생 A: 개체군은 일정한 지역에 함께 서식하는 한 종의 개체들의 집단이다.

**017** 답 ③ | (가)는 세포호흡, (나)는 단백질 분해 과정이다.

ㄱ. 세포호흡 과정에서 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해될 때 산소가 이용된다.

ㄷ. 세포호흡 과정에서 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지의 일부가 ATP에 저장된다.

**오답 피하기**

ㄴ. 단백질이 아미노산으로 분해되는 과정은 소화효소에 의해 일어나며, ATP 생성은 일어나지 않는다.

**018** 답 ④ | (가)는 광합성, (나)는 세포호흡이다. 광합성은 에너지를 흡수하는 반응이고, 세포호흡은 에너지를 방출하는 반응이다.

ㄴ. 동화작용과 이화작용에는 모두 효소가 작용한다.

ㄷ. 식물에서는 광합성과 세포호흡이 모두 일어난다. 동물에서는 광합성이 일어나지 않고 세포호흡만 일어난다.

**오답 피하기**

ㄱ. (가)는 광합성으로, 동화작용에 해당한다.

**019** 답 (가) 동화작용 (나) 이화작용 | 동화작용은 에너지를 흡수하는 반응이므로 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 높다. 이화작용은 에너지를 방출하는 반응이므로 반응물의 에너지보다 생성물의 에너지가 낮다.

**020** 답 ② | 효모는 포도당이 분해되면서 알코올과 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)가 생성되는 알코올 발효를 한다.

ㄴ. 물질대사에는 모두 효소가 관여한다.

**오답 피하기**

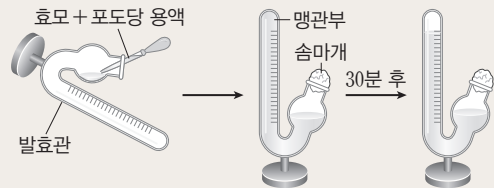
ㄱ. 맹관부에 모인 기체는 포도당이 분해될 때 생성된 이산화 탄소이다.

ㄷ. 효모의 발효는 포도당이 작고 단순한 물질로 분해되는 과정이므로 이화작용에 해당한다.

**문제 속 자료**

**효모의 발효 실험**

효모는 산소의 유무에 따라 에너지를 얻는 방식이 달라진다. 산소가 충분할 때는 세포호흡을 통해 포도당을 완전히 분해하여 많은 에너지를 얻고, 산소가 부족할 때는 발효를 통해 포도당을 부분적으로 분해하여 알코올과 이산화탄소를 생성하며 에너지를 얻는다.



- 발효관에 효모와 포도당 용액을 넣고 숨마개로 막아 일정 시간 놓아둔다.
- 효모의 발효에 의해 포도당이 분해되면서 알코올과 이산화 탄소가 생성되는데, 이 이산화 탄소가 맹관부에 모인다.
- 맹관부에 있는 눈금을 읽어 생성된 이산화 탄소의 부피를 측정하면 발효가 일어난 양을 알 수 있다.

**021** 답 ⑤ | ㄱ. 물질대사 과정에는 모두 효소가 관여한다.

ㄴ. 세포호흡은 에너지가 방출되는 반응이다. 이때 방출되는 에너지의 일부는 ATP를 합성하는 데 쓰이고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

ㄷ. (나)는 작고 단순한 물질인 포도당이 크고 복잡한 물질인 녹말로 합성되는 과정이므로, 동화작용에 해당한다.

**022** 답 ③ | ㄱ. 미토콘드리아에서는 세포호흡으로 생성된 에너지를 이용하여 ATP를 합성하는 과정 ㉠이 일어난다.  
 ㄴ. ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지는 근육수축, 물질 합성 등 다양한 생명활동에 이용된다.

**오답 피하기**

ㄱ. ㉠은 분자의 크기가 큰 ATP가 분자의 크기가 작은 ADP와 무기인산으로 분해되는 과정이므로, 이화작용이다.

**023** 답 ② | ㄴ. 세포호흡에서는 영양소를 분해하기 위해 산소(O<sub>2</sub>)가 공급되고, 영양소가 분해되는 과정에서 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)이 생성된다. 따라서 ㉠은 산소, ㉡은 이산화 탄소이다.

**오답 피하기**

ㄱ. ㉠이 세포호흡을 통해 분해될 때 노폐물로 암모니아(NH<sub>3</sub>)가 생성되었으므로, ㉠은 아미노산이다.  
 ㄴ. ㉠이 분해될 때 방출된 에너지의 일부는 ATP 합성에 이용되고, 나머지는 열에너지로 전환되어 체온 유지 등에 사용되거나 몸 밖으로 빠져나간다.

**024** 답 과정 I : 에너지 방출, 과정 II : 에너지 방출 | 과정 I 은 간에 저장되어 있는 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 과정이고, 과정 II 는 세포호흡을 통해 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 과정이다. 과정 I 과 과정 II 모두 이화작용이므로 반응 과정에서 에너지가 방출된다.

**025** 답 ⑤ | (가)는 광합성, (나)는 세포호흡이다.

ㄱ. 광합성은 작고 단순한 물질인 이산화 탄소(CO<sub>2</sub>)와 물(H<sub>2</sub>O)을 크고 복잡한 물질인 포도당으로 합성하는 과정이므로, 동화작용에 해당한다.  
 ㄴ. 물질대사에는 모두 효소가 관여한다.  
 ㄴ. 세포호흡 과정에서 포도당에서 방출된 에너지의 일부가 ATP 합성에 이용되고, 나머지는 열에너지로 방출된다.

**026** 답 ⑤ | A는 포도당, B는 글라이코젠, C는 이산화 탄소이다.  
 ㄱ. 소화 과정을 통해 체내로 흡수된 포도당(A)은 글라이코젠(B)으로 합성되어 간에 저장된다.  
 ㄴ. 글라이코젠(B)이 분해되어 포도당이 되고, 포도당이 세포호흡을 통해 이산화 탄소(C)와 물로 분해될 때 방출되는 에너지를 이용하여 ATP를 합성한다.  
 ㄴ. 동물의 몸 밖으로 방출된 이산화 탄소(C)는 식물에 흡수되어 광합성에 이용된다.

**027** 답 ③ | • 학생 A: 대사성 질환은 체내에서 일어나는 물질대사의 이상으로 발생하는 질환이다.  
 • 학생 C: 고지질혈증은 혈액 속에 중성지방이나 콜레스테롤 등이 필요 이상으로 많아 염증을 일으키는 상태로, 고혈압, 동맥경화, 뇌졸중, 심근경색 등의 원인이 된다.

**오답 피하기**

• 학생 B: 대사성 질환은 유전적 요인에 의한 효소나 호르몬의 이상뿐만 아니라, 식습관, 운동 부족, 스트레스, 흡연, 음주 등의 환경적 요인에 의해서도 발생한다.

**028** 답 ① | ① 에너지 소비량은 성별, 체중, 근육량, 활동 정도 등에 따라 다르다.

**오답 피하기**

② 키가 같아도 체중이 다르면 에너지 소비량도 달라진다.  
 ③ 사람이 활동하지 않고 가만히 있을 때도 호흡이나 심장 박동과 같은 기초적인 생명활동에 에너지가 필요하므로, 에너지 대사가 계속 일어난다.  
 ④ 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많은 상태가 지속되면 생명활동에 사용하고 남은 에너지가 지방으로 저장되어 비만을 유발할 수 있다.  
 ⑤ 당뇨병, 고혈압, 고지질혈증, 비만 등의 대사 이상 중 3가지 이상이 동시에 나타나는 경우를 대사증후군이라고 한다.

**029** 답 (1) (가) 고혈압 (나) 지방간 (다) 당뇨병 (2) ㉠ 지방 ㉡ 인슐린 | (나) 지방간은 간에 지방이 비정상적으로 많이 축적된 상태이다. 알코올성 지방간은 지나친 음주가 원인이고, 비알코올성 지방간은 비만과 약물 복용이 원인이다.  
 (다) 당뇨병은 혈당량을 낮추는 호르몬인 인슐린이 정상적으로 분비되지 않거나, 분비되더라도 표적세포가 인슐린에 정상적으로 반응하지 못해 혈당량이 높은 상태로 지속되는 질환이다.

**030** 답 ① | ㄴ. B는 에너지 소비량(㉠)과 에너지 섭취량(㉡)이 같게 유지되어 체중의 변화가 없었으므로 에너지 섭취량과 소비량이 균형을 이루고 있다.

**오답 피하기**

ㄱ. 사람 A는 ㉠보다 ㉡이 크며, 이 상태가 지속되었을 때 체중이 증가했으므로, ㉠은 에너지 소비량이다.  
 ㄴ. 사람 C는 에너지 소비량(㉠)이 에너지 섭취량(㉡)보다 크므로, 이 상태가 지속되면 체중이 감소한다.

**031** 답 ④ | (가)는 정상인, (나)는 고혈압 환자이다.  
 ㄴ. 대사성 질환에는 고혈압, 당뇨병, 고지질혈증, 지방간, 구루병 등이 있다.  
 ㄴ. 고혈압 환자(나)는 정상인(가)에 비해 뇌졸중이나 심혈관계 질환의 위험성이 높다.

**032** 답 ③ | A는 호흡계, B는 배설계, C는 순환계이다.  
 ㄱ. 물은 호흡계와 배설계를 통해 몸 밖으로 배출된다.  
 ㄴ. 요소는 순환계를 통해 콩팥으로 운반되어 오줌의 형태로 몸 밖으로 배출된다.

**오답 피하기**

ㄴ. 심장은 순환계이므로 C에 속한다.

**033** 답 ② | A는 간, B는 콩팥이다. ㉠은 혈액이 조직 세포에서 심장으로 흐르는 정맥이고, ㉡은 혈액이 심장에서 조직 세포로 흐르는 동맥이다.

㉢. 물은 호흡계에서 날숨의 형태로 배출되거나, 배설계에서 오줌의 형태로 배출된다.

**오답 피하기**

㉣. 간(A)은 소화계에 속한다.  
 ㉤. 온몸의 조직 세포에 산소를 공급하고 조직 세포에서 이산화 탄소를 받아온 혈액이 흐르는 정맥(㉠)에서 심장에서 나온 혈액이 흐르는 동맥(㉡)에서보다 산소의 양은 적고 이산화 탄소의 양은 많다.

**034** 답 ㉣, ㉤ | 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액의 색깔은 연한 갈색이므로 반응이 일어나지 않았을 때는 연한 갈색을 띠고, 녹말과 반응할 경우 청람색으로 변한다. 과정 (다)에서 셀로판 튜브 ㉠ 속 용액의 색깔은 연한 갈색, ㉡ 속 용액의 색깔은 청람색이라고 했으므로 ㉠ 속 녹말은 모두 분해되었고, ㉡ 속 녹말은 분해되지 않고 남아 있음을 알 수 있다.

㉣. 실험에서 사용한 소화제와 침 속에는 모두 녹말 소화효소가 들어 있다.

㉤. 과정 (다)의 셀로판 튜브 ㉠에서는 녹말이 소화되어 녹말 분해 산물인 엷당이 생성되었다. 생성된 엷당은 크기가 작아 셀로판 튜브를 통과하여 비커 A의 용액으로 이동하므로 비커 A의 용액에 베네딕트 용액을 넣고 물중탕하면 엷당이 검출되어 황적색으로 변한다.

**오답 피하기**

㉢. 과정 (다)에서 셀로판 튜브 ㉡ 속 용액의 색깔은 청람색이므로 셀로판 튜브 속 용액에 녹말이 남아 있다.

**035** **모범 답안** 심한 운동을 할 때는 휴식할 때보다 조직 세포가 더 많은 영양소와 산소를 필요로 하고, 조직 세포에서 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 빨리 내보내야 하므로 혈액 순환이 활발해져 심장박동 수가 증가한다.

**해설** 심한 운동을 하면 근육 활동이 활발해져 조직 세포에서 에너지를 더 많이 생성해야 하므로 산소와 영양소의 요구량이 크게 증가한다. 또한 세포호흡이 활발해지면서 많이 생성된 이산화 탄소를 몸 밖으로 빨리 배출해야 한다. 이러한 산소 공급과 이산화 탄소 배출을 원활하게 하기 위해 혈액이 빠르게 순환해야 하므로, 심장이 더 자주 수축하게 되어 심장박동 수가 휴식할 때보다 증가한다.

채점 기준	배점(%)
심한 운동을 할 때 영양소와 산소가 더 많이 필요하고, 세포호흡으로 생성된 이산화 탄소를 빨리 몸 밖으로 배출하기 위해 서라는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100
심한 운동을 할 때 영양소와 산소가 더 많이 필요하다는 내용과 세포호흡으로 생성된 이산화 탄소를 빨리 몸 밖으로 배출하기 위해 서라는 내용 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50

**036** 답 ④ | ㉢. 소화계(B)에서 흡수된 영양소와 호흡계(C)에서 흡수된 산소는 순환계(A)를 통해 조직 세포로 운반된다.

㉣. 물은 호흡계(C)에서 날숨의 형태로 배출되거나, 배설계(D)에서 오줌의 형태로 배출된다.

**오답 피하기**

㉣. ㉠은 섭취한 음식물 중 흡수되지 않고 남은 물질이 몸 밖으로 배출되는 것이다.

**037** 답 ⑤ | (가)는 배설계, (나)는 호흡계, (다)는 소화계이다.

㉣. 사람의 모든 세포, 조직, 기관에서는 에너지를 소모하므로 ATP가 ADP로 분해되는 반응이 일어난다.

㉤. 암모니아가 요소로 전환되는 과정은 소화계 (다)의 간에서 일어난다.

㉣. 조직 세포에서 에너지를 만들기 위한 세포호흡이 일어나면 이산화 탄소가 생성된다. 이산화 탄소는 순환계를 통해 호흡계 (나)로 운반되어 몸 밖으로 배출된다. 소화계 (다)를 구성하는 세포에서도 영양소를 이용한 세포호흡 과정에서 이산화 탄소가 생성되어 순환계를 통해 이동하므로, ㉠와 ㉡에는 모두 이산화 탄소의 이동이 포함된다.

**038** 답 ① | ㉣. 물질 X가 세포호흡을 통해 분해될 때 암모니아가 생성되었으므로 아미노산은 X에 해당한다.

**오답 피하기**

㉢. 세포호흡에서 방출되는 에너지는 일부만 ATP(㉠)에 저장되며, 나머지는 열에너지 형태로 방출된다.

㉣. 물(㉡)은 호흡계와 배설계를 통해, 요소(㉢)는 배설계를 통해 몸 밖으로 배출된다.

**039** **모범 답안** (1) (가) 탄수화물 (나) 단백질, A: 소화계, B: 순환계, C: 배설계

(2) 암모니아는 순환계(B)를 통해 소화계(A)에 속하는 간으로 이동하고, 간에서 암모니아가 요소로 전환된다. 요소는 다시 순환계(B)를 통해 배설계(C)로 운반되어 콩팥에서 오줌으로 배출된다.

채점 기준		배점(%)
(1)	물질(가), (나)와 기관계 A~C의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	25
(2)	기관계 A~C를 모두 포함하여 암모니아가 몸 밖으로 배출되는 과정을 옳게 서술한 경우	75
	기관계 A~C 중 두 가지 기관계만 포함하여 암모니아가 몸 밖으로 배출되는 과정을 옳게 서술한 경우	50

**040** 답 ① | ㉠은 생물요소가 비생물요소에 주는 영향, ㉡은 비생물요소가 생물요소에 주는 영향이다.

㉣. 푸른곰팡이는 생물요소 중 분해자에 속한다.

**오답 피하기**

㉢. 한 나무에 서식하는 여러 종의 휘파람새가 활동 공간을 달리하는 것은 생물요소끼리 영향을 주고받는 예에 해당한다.

㉣. 숲에서 높이에 따라 도달하는 빛의 양이 달라지는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 예에 해당한다.

**041** 답 ② | A는 B와 C로부터 최종적으로 유기물을 받는 생물  
이므로 분해자이고, B는 A와 C에게 유기물을 주는 생물이  
므로 생산자이다. C는 소비자이다.

ㄴ. 탈질산화세균에 의해 대기 중 질소 기체( $N_2$ )가 증가하  
는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이므로 ㉠  
의 예에 해당한다.

**042** 답 ④ | '분해자에 해당한다.'는 버섯에만 해당되는 특징이  
고, '생물요소에 해당한다.'는 버섯과 소나무에 해당되는 특  
징이다. 따라서 A는 토양, B는 버섯, C는 소나무이다. 특  
징 ㉠은 '생물요소에 해당한다.'이고, 특징 ㉡은 '분해자에  
해당한다.'이다.

**오답 피하기**

ㄴ. A는 토양이므로, 특징 ㉠과 ㉡에 모두 해당되지 않는다.  
따라서 ㉢는 '×'이다.

**043** 답 (1)㉢ (2)㉠ (3)㉢ (4)㉡ (5)㉠ (6)㉡ | ㉠은 생물요소끼  
리의 상호작용, ㉡은 비생물요소가 생물요소에 주는 영향,  
㉢은 생물요소가 비생물요소에 주는 영향이다.

**044** 답 ⑤ | 생산자는 광합성을 통해 이산화 탄소를 흡수하여  
유기물을 합성하며, 합성된 유기물은 먹이사슬을 따라 소비  
자로 이동한다. 생산자와 소비자의 사체나 배설물에 들어  
있는 유기물은 분해자에 의해 분해되어 이산화 탄소의 형태  
로 대기 중으로 돌아간다.

**오답 피하기**

⑤ 소비자는 생산자로부터 받은 유기물 중 일부를 세포호흡  
을 통해 소모하고, 나머지만 분해자로 전달한다.

**045** 답 ② | A는 분해자, B는 생산자이다.

ㄴ. 생산자(B)는 광합성을 통해 대기 중 이산화 탄소( $CO_2$ )  
를 흡수하고, 세포호흡을 통해 이산화 탄소를 대기 중으로  
방출한다.

**오답 피하기**

ㄱ. A는 사체, 배설물을 분해하는 생물이므로 분해자이다.  
ㄴ. ㉠은 분해자의 세포호흡으로 이산화 탄소( $CO_2$ )를 방출하  
는 과정이다.

**046** **모범 답안** ㉠에서는 대기 중의 이산화 탄소( $CO_2$ )가 생산자  
로 이동하여 광합성을 통해 유기물로 전환된다. ㉡에서는  
생산자가 세포호흡을 하여 유기물 속의 탄소가 이산화 탄소  
형태로 대기 중으로 방출된다.

채점 기준	배점(%)
㉠과 ㉡ 각각의 과정에서 탄소의 형태, 이동 과정, 이동 방향을 모두 옳게 서술한 경우	100
㉠과 ㉡ 각각의 과정에서 탄소의 형태, 이동 과정, 이동 방향 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	70
㉠과 ㉡ 각각의 과정에서 탄소의 형태, 이동 과정, 이동 방향 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30

**047** 답 ① | ㄱ. A는 광합성과 세포호흡을 모두 하는 생산자이  
므로, 소나무는 A의 예이다.

**오답 피하기**

ㄴ. ㉠은 화석연료의 연소, ㉡은 분해자의 세포호흡에 의한  
탄소 이동이다.

ㄴ. ㉡은 광합성이다. 생산자는 대기 중 이산화 탄소( $CO_2$ )  
를 흡수하여 유기물로 저장하는 광합성을 하므로, 지구 온  
난화를 완화시킨다. 지구 온난화의 주요 원인은 화석연료의  
연소로 인한 이산화 탄소의 증가이다.

**048** 답 ④ | 탄소는 먹이사슬을 따라 생산자에서 소비자로 이동  
하므로 ㉠은 생산자, ㉡은 소비자이다. 식물은 광합성을 통  
해 대기 중 이산화 탄소로부터 유기물을 합성하므로 ㉢는  
이산화 탄소, ㉣는 유기물이다.

ㄴ. 대기 중 탄소는 주로 이산화 탄소 형태로 존재한다.

ㄴ. 생산자가 광합성을 통해 합성한 유기물(㉣)은 먹이사슬  
을 따라 생산자(㉠)에서 소비자(㉡)로 이동한다.

**049** 답 ④ | 질산화 작용을 통해 ㉠이 ㉡으로 전환되므로 ㉠은  
암모늄 이온( $NH_4^+$ ), ㉡은 질산 이온( $NO_3^-$ )이다. 과정 I  
은 대기 중 질소 기체( $N_2$ )가 암모늄 이온으로 고정되는 질  
소고정 작용이다. 과정 II는 질산 이온이 질소 기체가 되어  
대기 중으로 돌아가는 과정으로, 탈질산화 작용이다.

ㄴ. 질소고정 작용에는 뿌리혹세균과 같은 질소고정세균이,  
탈질산화 작용에는 탈질산세균이 관여한다.

ㄴ. 질산 이온은 식물의 뿌리로 흡수된 후 암모늄 이온으로  
전환되어 단백질 합성에 이용된다.

**050** 답 ③ | 뿌리혹세균은 대기 중 질소 기체( $N_2$ )를 흡수하여  
암모늄 이온( $NH_4^+$ )으로 고정하는 질소고정세균이다. 따라  
서 ㉢는 질소 기체, ㉣는 암모늄 이온이다. 생물 ㉠은 생산  
자인 완두로, 암모늄 이온을 흡수하여 질소 화합물인 단백  
질(㉤)을 합성한다. 생물 ㉡은 분해자인 버섯으로, 질소 화  
합물을 분해하여 다시 암모늄 이온으로 되돌린다.

**오답 피하기**

ㄴ. 식물이 암모늄 이온을 흡수하여 질소 화합물로 합성하  
는 과정은 질소동화 작용이다.

**051** 답 ㉠ 질소고정 작용 ㉡ 질소동화 작용 ㉢ 탈질산화 작용 |  
㉠은 질소고정 작용으로 질소( $N_2$ )를 암모늄 이온( $NH_4^+$ )  
으로 고정하는 과정이고, ㉡은 암모늄 이온( $NH_4^+$ )을 단백  
질로 합성하는 과정으로 질소동화 작용이다. ㉢은 질산 이  
온( $NO_3^-$ )이 대기 중 질소 기체( $N_2$ )로 돌아가는 과정으로  
탈질산화 작용이다.

**052** 답 ② | 과정 I은 질소고정 작용, II는 질산화 작용, III은  
탈질산화 작용이다. ㉢는 질소 기체( $N_2$ ), ㉣는 암모늄 이온  
( $NH_4^+$ )이다.

ㄴ. 암모늄 이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)은 식물에 흡수되어 질소동화 작용을 통해 단백질 합성에 이용된다.

**오답** 피하기

- ㄱ. ①은 질소 기체(N<sub>2</sub>)이다.
- ㄷ. 과정 Ⅲ은 질산 이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)이 질소 기체로 전환되는 탈질산화 작용으로, 탈질산화세균이 관여한다.

**053** 답 ⑤ | (가)는 소비자, (나)는 생산자이고, ㉠은 먹이사슬을 통한 탄소의 이동, ㉡은 질소고정 작용을 통한 질소의 이동이다.

- ㄱ. (나)는 대기 중 이산화 탄소를 받아들이는 과정과 대기 중으로 이산화 탄소를 내보내는 과정이 모두 일어나므로 광합성과 세포호흡을 모두 하는 생산자이다.
- ㄴ. 식물은 광합성을 통해 대기 중 이산화 탄소를 흡수하여 유기물을 합성한다. 합성된 유기물은 과정 ㉠에서 먹이사슬을 따라 소비자로 이동한다.
- ㄷ. 뿌리혹세균은 콩과 식물과 공생하는 질소고정세균이다. 따라서 뿌리혹세균은 질소고정 작용(㉡)에 관여한다.

**054** 답 ② | 빛에너지를 흡수하는 B가 생산자, A와 B로부터 에너지를 받는 C는 분해자이다. 따라서 A가 소비자이다.

ㄴ. 생산자는 광합성을 통해 빛에너지를 유기물에 저장한다. 생산자가 합성한 유기물은 먹이사슬(경로 I)을 따라 소비자로 이동한다.

**오답** 피하기

- ㄱ. 버섯은 분해자이므로 C에 해당한다.
- ㄷ. 경로 II는 분해자가 소비자의 사체나 배설물을 분해하는 과정이다.

**055** 답 ③ | (나)에서 3차 소비자의 에너지효율은 2차 소비자의 에너지효율의 2배이므로,  $\frac{36}{\text{㉠}} = 2 \times \frac{\text{㉡}}{800}$ 이다. 따라서 ㉡는 양수이므로 120이다.

(가)에서 4①=㉢이므로 ①은 30이고, 3차 소비자의 에너지효율은 2차 소비자의 에너지효율의 2배이므로,  $\frac{30}{\text{㉣}} = 2 \times \frac{\text{㉤}}{1500}$ 이다. 따라서 ㉤는 양수이므로 150이다.

- ㄱ. ①은 30, ㉤는 150, ㉢는 120이므로 ①+㉢=㉤이다.
- ㄷ. (가)에서 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 에너지효율은 각각 7.5%, 10%, 20%이고, (나)에서 1차 소비자, 2차 소비자, 3차 소비자의 에너지효율은 각각 8%, 15%, 30%이므로, (가)와 (나)에서 모두 상위 영양단계로 갈수록 에너지효율이 증가한다.

**오답** 피하기

ㄴ. 2차 소비자의 에너지효율은 (가)에서는 10%, (나)에서는 15%이므로, (가)에서가 (나)에서보다 낮다.

**보충 자료**

에너지피라미드에서 에너지효율 구하기



• 에너지효율

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

- 2차 소비자가 보유한 에너지 총량은 1차 소비자로부터 받은 에너지의 총량인 E<sub>3</sub>이고, 전 영양단계가 보유한 에너지 총량은 1차 소비자가 생산자로부터 받은 에너지의 총량인 E<sub>2</sub>이다.
- 2차 소비자의 에너지효율

$$= \frac{\text{2차 소비자가 보유한 에너지 총량}}{\text{1차 소비자가 보유한 에너지 총량}} \times 100(\%)$$

$$= \frac{E_3}{E_2} \times 100(\%)$$

**056** 답 ④ | 외부로부터 에너지를 받아들이는 D가 생산자이다. 따라서 B는 1차 소비자, A는 2차 소비자이다. 사체, 배설물로부터 에너지를 받는 C는 분해자이다. 분해자인 C가 방출하는 에너지는 45+5=50이므로 사체, 배설물로부터 받은 에너지도 50이다. 따라서 ㉠+4+40=50이므로, ㉠은 6이다. A가 방출한 에너지의 총량은 10이므로 B로부터 받은 에너지의 총량인 ㉡은 10이다. 또 B가 방출한 에너지의 총량은 10+16+4=30이므로, ㉢은 30이다. 마찬가지로 D가 방출한 에너지의 총량은 40+30+60=130이므로 ㉣은 130이다.

⑤ 생산자(D)가 빛에너지 형태로 받아들인 에너지는 유기물의 화학 에너지 형태로 저장되어 먹이사슬을 따라 1차 소비자(B), 2차 소비자(A)로 전달된다.

**오답** 피하기

④ 2차 소비자의 에너지효율은  $\frac{10}{30} \times 100 \approx 33.3\%$ 이다.

**057** 답 ① | 영양단계 II와 III의 에너지효율이 각각 10%, 15%인데 C의 에너지효율이 A의 2배이므로 II와 III은 A와 C 조합이 될 수 없다. 따라서 I이 A 또는 C이다.

- I이 A라고 가정하면 ㉢은 5% 또는 7.5%일 것이고, 각각의 경우에 ㉠과 ㉡을 구해 보면 성립되지 않는다. 따라서 I은 C이고, ㉢은 20% 또는 30%이다.
- ㉢이 30%라고 가정하고 ㉠과 ㉡을 구해 보면 성립되지 않으므로 ㉢은 20%이다. 따라서 I은 C, II는 A, III은 B이고, 이때 ㉠과 ㉡을 구해 보면 ㉠은 100, ㉡은 15이다.
- ㄱ. III은 B이므로 2차 소비자이다.

**오답** 피하기

- ㄴ. C는 I이므로 에너지효율은 20%(㉢)이다.
- ㄷ. 1차 소비자는 II이므로 에너지 총량은 100(㉠)이다.

**058** 답 ② | ㄷ. 1차 소비자의 섭식량은 생산자의 피식량과 같으므로 생산자의 총생산량의 15%이다. 그 중 15%가 다시 2차 소비자에게 전달되었으므로, 생산자의 총생산량 중 2차 소비자에게 전달된 비율은  $0.15 \times 0.15 \times 100 = 2.25\%$ 이다.

**오답 피하기**

ㄱ. (가)의 피식량은 (나)의 섭식량(총에너지양)과 같다.  
 ㄴ. 생산자의 순생산량은 피식량 + 고사량 · 낙엽량 + 생산량이므로  $15\% + 15\% + 30\% = 60\%$ 이고, 호흡량은 40%이므로 순생산량이 호흡량보다 크다.

**059** 답 ① | A는 2차 소비자, B는 생산자이다. (나)는 생산자의 물질 생산과 소비를 나타낸 것이며, ㉠은 총생산량, ㉡은 호흡량, ㉢은 피식량이다. 생산자의 피식량은 1차 소비자의 섭식량에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄴ. 1차 소비자가 증가하면 생산자는 감소하므로 생산자의 총생산량과 호흡량은 감소하나 피식량은 증가한다.  
 ㄷ. ㉡은 생산자의 호흡량이다.

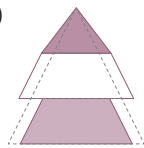
**060** 답 ㄷ | ㉠은 순생산량, ㉡은 성장량이다.

ㄷ. 성장량(㉡)은 순생산량(㉠)에서 피식량과 고사량 · 낙엽량을 제외한, 생산자가 보유하고 있는 유기물의 양이다. 따라서 ㉡이 차지하는 비율이 클수록 생산자가 보유하는 생물량이 증가한다.

**오답 피하기**

ㄱ. ㉠은 순생산량으로, 총생산량에서 호흡량을 뺀 유기물의 양이다. 생산자가 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량이 총생산량이다.  
 ㄴ. 1차 소비자로 전달되는 유기물의 양은 피식량이다. 성장량(㉡)은 1차 소비자로 전달되지 않는다.

**061** 답 (1) ㉠ 증가 ㉡ 감소 ㉢ 감소 (2)



|  $t_2$ 일 때 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가하면  $t_3$ 이 될 때는 피식자가 증가하였으므로 2차 소비자는 개체 수가 증가하고, 생산자는 1차 소비자가 증가하였으므로 개체 수가 감소한다. 따라서  $t_3$ 일 때의 개체수피라미드는  $t_1$ 일 때에 비해 2차 소비자는 크고 생산자는 작아야 한다.  $t_4$ 일 때는 1차 소비자의 개체 수가 정상 수준으로 감소하였으므로  $t_5$ 가 되면서 2차 소비자의 수가 감소하고, 생산자의 수는 증가하여 평형 상태로 회복된다.

**062** 답 ③ | 개체군은 하나의 종으로 구성되며, 개체군밀도는 개체 수를 단위 면적으로 나눈 값으로 단위 면적당 개체 수이다.

**오답 피하기**

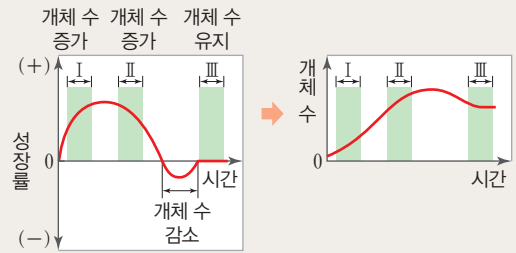
ㄷ. 개체군밀도는 출생, 이입 등에 의해 증가하고, 사망, 이출 등에 의해 감소한다.

**063** **모범 답안** 구간 I 과 II에서는 출생 개체 수가 사망 개체 수보다 많고, 구간 III에서는 출생 개체 수와 사망 개체 수가 서로 같다.

채점 기준	배점(%)
구간 I~III에서의 출생 개체 수와 사망 개체 수를 모두 옳게 서술한 경우	100
구간 I~III에서의 출생 개체 수와 사망 개체 수 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	70
구간 I~III에서의 출생 개체 수와 사망 개체 수 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30

**문제 속 자료**

**개체군의 성장률과 개체군성장곡선**



- 개체군의 성장률이 0보다 크면 개체 수가 증가하고, 0보다 작으면 개체 수가 감소한다.
- 구간 I 과 II에서는 성장률이 0보다 크므로 개체군의 크기가 증가하고, III에서는 성장률이 0이므로 개체군의 크기가 유지된다.

**064** 답 ① | 개체군생존곡선의 유형 중 I 형에 해당하는 생물은 초기 사망률이 후기 사망률보다 낮으며, 코끼리, 사자, 사람 등이 이에 해당한다. 부모의 보호를 받아 대부분 성체까지 성장하는 I 형에 해당하는 생물이 부모의 보호를 받지 않는 III 형에 해당하는 생물보다 개체당 한 번에 출생하는 자손의 수가 적다.

**오답 피하기**

ㄴ. 코끼리, 사자는 I 형에 해당한다.  
 ㄷ. 개체당 한 번에 출생하는 자손의 수는 III 형에 해당하는 종이 I 형에 해당하는 종보다 많다.

**065** **모범 답안** (1) 환경저항

- (2) 조건 (가)와 (나)에서 먹이의 양이 다르기 때문이다.
- (3) 조건 (가)의 환경수용력이 (나)보다 크다. 이는 먹이의 양이 많은 (가)에서 개체가 더 많이 생존하여 개체군 규모가 더 크게 유지되기 때문이다.

**해설** (3) 특정 환경에서 일정하게 유지되는 개체군의 최대 크기를 환경수용력이라고 한다. 조건 (가)에서 종 A는 140마리, (나)에서는 70마리 정도에서 개체 수가 유지되므로 (가)의 환경수용력이 (나)보다 크다.

채점 기준		배점(%)
(1)	환경저항이라고 옳게 쓴 경우	10
(2)	조건 (가)와 (나)에서 먹이의 양이 다르기 때문이라고 옳게 서술한 경우	40
(3)	조건 (가)와 (나)에서의 환경수용력 비교와 차이가 나는 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	50
	조건 (가)와 (나)에서의 환경수용력만 옳게 비교하여 서술한 경우	25

066 답 ① | A는 영양염류의 양, B는 빛의 세기이다.

오답 피하기

ㄴ. 돌말 개체군의 크기는 영양염류의 양, 빛의 세기, 수온 등의 영향을 받아 주기적으로 변동하는 특성을 보인다.

ㄷ. 일정 지역 내에 서식하는 개체군의 크기가 작을수록 개체군밀도도 작아진다. 따라서 돌말 개체군밀도는 늦봄과 초가을에 크고 겨울이 가장 낮다.

067 답 ⑤ | 식물군집을 구성하는 여러 식물 중 중요치가 가장 높은 종이 우점종이다. 특정 환경 조건에만 서식하여 군집 환경을 알 수 있는 종은 지표종이다. 개체 수가 매우 적어 특정 지역이나 생태계에서 희귀하게 발견되는 종은 희소종이다.

오답 피하기

• 학생 B: 개체 수나 점유 면적은 적지만, 군집 구조에 큰 영향을 주는 종은 핵심종이다. 희소종은 개체 수가 매우 적어 보호종으로 지정된 경우가 많으며, 중요치가 가장 낮다.

보충 자료

군집의 생물종

구분	특징
우점종	중요치가 가장 높고, 군집에서 개체 수가 가장 많거나 넓은 면적을 차지하여 군집 내 영향력이 큰 종 예) 시베리아낙엽송
핵심종	우점종은 아니지만, 군집 구조에 크고 결정적인 영향을 주는 종 예) 강에 댐을 쌓는 비버
희소종	개체 수가 매우 적고, 생태계에서 희귀하게 발견되며, 중요치가 군집 내에서 가장 낮은 종 예) 금강초롱
지표종	특정 환경 조건에 민감하게 반응하는 종으로, 군집의 환경을 알 수 있다. 예) 지의류, 양서류

068 모범 답안 (1) 2(개체/m<sup>2</sup>)

(2) 20, 종 A~C의 상대빈도를 모두 더한 값은 100이므로 ③은 20이다. 또는 100 = 40 + 40 + ③이므로 ③은 20이다.

해설

(2) 각 종의 상대빈도(또는 상대밀도 또는 상대피도)를 모두 더한 값은 100%이다. 따라서 ③은 20이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A의 밀도를 옳게 쓴 경우	30
(2)	20이라 쓰고, ③의 값을 구하는 과정을 옳게 서술한 경우	70
	20이라고만 옳게 쓴 경우	30

069 답 ④ | ㄴ. 비버가 강에 댐을 쌓으면(㉠) 숲이 습지로 바뀌므로 해당 지역에 서식하는 생물종의 구성이 바뀐다.

ㄷ. 숲의 식물 분포는 방형구법을 이용하여 조사할 수 있다.

오답 피하기

ㄱ. 지표종은 특정 군집에서만 발견되어 해당 군집의 특성을 알려주는 종이다. 비버는 대표적인 핵심종 중 하나이다.

070 답 ④ | 종 A의 개체 수는 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 많으므로 종 A의 밀도는 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 높다. t<sub>1</sub>일 때 A의 상대밀도는 50%이고, t<sub>2</sub>일 때 B의 상대밀도는 25%이므로

$$\frac{t_1 \text{일 때 A의 상대밀도}}{t_2 \text{일 때 B의 상대밀도}} = \frac{50}{25} = 2 \text{이다.}$$

오답 피하기

ㄴ. 종 B의 상대빈도는 t<sub>1</sub>일 때  $\frac{3}{8} \times 100(\%)$ 이고, t<sub>2</sub>일 때  $\frac{1}{4} \times 100(\%)$ 이므로 t<sub>2</sub>일 때가 t<sub>1</sub>일 때보다 낮다.

071 모범 답안 (1) 종 C의 밀도는 지역 (나)가 지역 (가)의 2배이다.

(2) 60

(3) 종 A, 지역 (가)에서 중요치가 가장 높은 종은 A(108)이기 때문이다.

해설

(1) 지역 (가)와 (나)에서 식물종의 총개체 수는 각각 100이다. 종 C의 개체 수는 두 지역에서 모두 40으로 같지만, (가)의 면적이 (나)의 2배이므로 지역 (나)의 종 C의 밀도는 지역 (가)의 2배이다.

(2) 각 종의 상대빈도를 모두 더한 값과 각 종의 상대피도를 모두 더한 값이 각각 100%이므로 ③은 30, ⑥은 30이다. 따라서 ③+⑥=60이다.

(3) (가)와 (나)에서 종 A~C의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도, 중요치는 표와 같다.

지역	종	상대밀도 (%)	상대빈도 (%)	상대피도 (%)	중요치
(가)	A	32	35	41	108
	B	?(28)	32	③(30)	90
	C	40	?(33)	29	102
(나)	A	20	35	38	93
	B	40	⑥(30)	?(30)	100
	C	?(40)	35	32	107

채점 기준		배점(%)
(1)	지역 (나)가 (가)의 2배라고 옳게 서술한 경우	30
(2)	60이라고 옳게 쓴 경우	30
(3)	종 A라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	40
	종 A만 옳게 쓴 경우	10

072 답 ⑤ | ㄱ. 식물군집은 생물의 서식 환경에 따라 크게 수생군집과 육상군집으로 구분한다. 수생군집은 담수군집과 해

수군집이 있으며, 육상군집은 기온과 강수량 등 환경 차이로 삼림, 초원, 사막 등이 있다.

보충 자료	
식물군집의 종류	
구분	특징
삼림	<ul style="list-style-type: none"> <li>강수량이 많고, 식물이 자라기에 온도가 적당한 곳에 형성된다.</li> <li>많은 종류의 목본과 초본으로 이루어진다.</li> </ul> 
초원	<ul style="list-style-type: none"> <li>강수량이 적은 곳에서 형성된다.</li> <li>주로 초본으로 이루어진다.</li> </ul> 
사막	<ul style="list-style-type: none"> <li>강수량이 매우 적고, 바람이 강한 곳에서 형성된다.</li> <li>열대사막, 온대사막, 툰드라가 있다.</li> </ul> 
습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>일정 기간 이상 물에 잠겨 있거나 젖어 있는 지역에 형성된다.</li> </ul> 

**073 답 ②** | 수평분포는 위도에 따른 기온과 강수량의 차이로 인해 형성되는 식물군집의 분포를, 수직분포는 일정 지역에서 고도에 따른 기온의 차이에 의해 형성되는 식물군집의 분포를 나타낸 것이다.

**오답 피하기**

② 툰드라는 기온이 낮고, 강수량이 적은 지역에서 형성된다.

**074 모범 답안** (1) A: 툰드라 B: 열대우림 C: 열대사막

(2) 같은 위도라도 강수량의 차이에 따라 분포하는 식물군집이 달라진다. 열대우림(B)은 강수량이 많은 곳에, 열대사막(C)은 강수량이 적은 곳에 분포한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	식물 군집 A~C의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	같은 위도라도 강수량의 차이에 의해 다양한 식물군집이 분포한다는 것을 열대우림과 열대사막을 예로 들어 옳게 서술한 경우	70
	강수량이 다르기 때문이라고만 서술한 경우	30

**075 답 ⑤** | 수직분포에서 고도가 높은 지역일수록 기온이 낮고, 바람이 강하므로 식물이 자라기 어려워 침엽수림이나 관목이 형성된다.

**076 답 ④** | 툰드라(가)는 열대우림(나)에 비해 연평균 강수량이 적은 지역에서 형성된다. 열대우림(나)은 삼림, 툰드라(가)는 초원에 해당하는 식물군집으로, 층상구조는 열대우림(나)이 툰드라(가)보다 발달한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 연평균 기온이 낮은 ㉠은 고위도, 연평균 기온이 높은 ㉡은 저위도이다.

**077 답 ④** | 용암 대지에 생물이 자리를 잡고, 암석의 풍화가 일어나면 토양층이 형성되고, 점차 두꺼워진다.

**오답 피하기**

①, ② 토양층이 발달하지 않은 건조한 곳에서 시작되는 천이는 1차 천이 중 건성천이이다.

③ ㉠은 지의류이다.

⑤ 지표면에 도달하는 빛의 세기는 용암 대지가 양수림(㉡)보다 강하다.

**078 모범 답안** (1) A: 초원, B: 양수림, C: 음수림

(2) 지표면에 도달하는 빛의 세기

(3) 산불 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 혼합림 → 음수림, 산불 이후의 천이 과정이 그림의 천이 과정보다 더 빨리 극상에 도달한다.

**해설** 산불이나 벌목 등에 의해 토양층이 남아 있는 상태에서 시작되는 2차 천이는 토양층이 형성되지 않은 상태에서 진행되는 1차 천이에 비해 군집의 변화가 매우 빠르게 일어난다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A~C의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	지표면에 도달하는 빛의 세기라고 옳게 서술한 경우	20
(3)	산불 이후의 천이 과정을 단계별로 옳게 쓰고, 산불 이후의 천이 과정이 1차 천이보다 극상에 도달하는 시간이 빠르다는 내용을 옳게 서술한 경우	50
	산불 이후의 천이 과정을 단계별 정리와 산불 이후의 천이 과정이 1차 천이보다 극상에 도달하는 시간이 빠르다는 내용 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	25

**079 모범 답안** 그림 (가)에서처럼 천이가 진행되면 극상 단계에서 음수림이 형성되지만, (나)에서처럼 극상의 종류는 연평균 기온이나 강수량에 따라 달라질 수 있으므로, 극상이 항상 음수림이라고 할 수는 없다.

**해설** 그림 (가)와 같이 온대 지방에서는 극상이 음수림이 될 수 있지만, (나)와 같이 기온이 높고 강수량이 많은 저위도 지역에서는 열대 우림이, 기온이 높고 강수량이 적은 지역에서는 사막이 극상을 이룬다. 극상 식물군집은 그 지역의 기후 조건(온도, 강수량, 빛의 세기 등)에 따라 달라진다.

**[서술형 TIP]** 수평분포가 기온과 강수량에 따라 다양한 식물군집이 형성된다는 점을 바탕으로 음수림이 형성되지 못하는 환경도 존재할 수 있다는 점을 중심으로 서술해야 한다.

채점 기준		배점(%)
극상이 항상 음수림이라고 할 수 없음을 식물군집의 수평분포 자료를 활용하여 기온과 강수량 등과 연관 지어 옳게 서술한 경우		100
극상이 항상 음수림이라고 할 수 없다는 내용만 옳게 서술한 경우		30

**080** 답 ① | A는 양수림, B는 음수림이다. 양수림(A)에서 크기가  $h_1$ 인 개체 수가 가장 많은 ㉠이 침엽수(양수)이고, ㉡은 활엽수(음수)이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 음수림(B)에서 활엽수(음수, ㉡)는 잘 자랄 수 있으므로  $h_1$ 보다 크기가 작은 활엽수가 있다.

ㄷ. 지표면에 도달하는 빛의 세기는 관목림이 양수림(A)보다 강하다.

**081** 답 ④ | (가)는 개체군 내 상호작용이므로, 개체 간의 먹이, 서식 공간, 배우자 등으로 인한 과도한 경쟁을 피하기 위해 나타난다. 따라서 먹이는 상호작용 (가)를 일으키는 요인에 해당한다. 개체군 내 상호작용에는 텃세, 리더제, 순위제, 사회생활, 가족생활 등이 있다.

**오답 피하기**

ㄱ. A와 B는 같은 개체군에 속하므로 같은 종이다.

**082** **모범 답안** (1) 증가

(2) • 리더제: 나이와 경험이 많은 암컷 개체가 무리를 이끌어 개체군의 이동과 질서를 유지함으로써 경쟁을 줄인다.

• 가족생활: 리더 개체를 중심으로 혈연관계의 개체들이 무리를 이루어 함께 생활하며 경쟁을 줄인다.

**해설** (1) 개체군 내 개체끼리의 과도한 경쟁이 발생하면 다른 개체군과의 경쟁에서 도태될 위험성이 있으므로 경쟁을 줄이기 위한 상호작용인 텃세, 리더제, 순위제, 사회생활, 가족생활이 나타난다.

(2) 코끼리 개체군에서 리더제, 가족생활이 함께 나타나는 것처럼 한 개체군 내에서 둘 이상의 상호작용이 나타날 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	증가라고 옳게 쓴 경우	20
(2)	리더제, 가족생활 두 가지를 모두 쓰고, 각 상호작용이 코끼리 개체군에서 어떻게 나타나는지 옳게 서술한 경우	80
	상호작용 한 가지를 쓰고, 그 특징을 옳게 서술한 경우	40
	상호작용의 종류 두 가지만 옳게 쓴 경우	20

**문제 속 자료**

**개체군 내 상호작용의 종류**

구분	특징
텃세	세력권을 차지하고 다른 개체의 침입을 막는 상호작용
순위제	힘의 서열에 따라 일정한 순위를 결정하는 상호작용
리더제	리더가 개체군의 질서를 통솔하는 상호작용
사회생활	역할을 분담하고 협력하는 상호작용
가족생활	혈연관계의 개체들이 모여 생활하는 상호작용

**083** 답 순위제 | 암탉들이 서로 쪼아 가며 싸움을 통해 먹이를 먹는 순위를 결정하므로 자료에 나타난 상호작용은 순위제이다.

**084** 답 ⑤ | 은어 개체군에서는 먹이, 서식 공간, 배우자 등을 확보하기 위해 세력권을 점유하여 다른 개체의 침입을 막는 상호작용인 텃세가 나타난다. 텃세와 같은 개체군 내 상호작용은 개체군 내 개체 사이의 과도한 경쟁을 피하기 위해 나타난다.

**085** **모범 답안** 사막은 열대우림에 비해 먹이가 부족하여 개체들 사이에 먹이에 대한 경쟁이 심하다. 이로 인해 개체군 A에서는 순위제가 나타나지만, 먹이가 풍부한 열대우림의 개체군 B에서는 경쟁이 심하지 않아 순위제가 나타나지 않는다.

**해설** 개체군 내 상호작용은 먹이, 서식 공간, 배우자 등으로 인한 과도한 경쟁을 피하기 위해 나타난다. 따라서 개체군이 처한 환경 조건에 따라 특정 상호작용이 나타날 수도 있고, 나타나지 않을 수도 있다.

**[서술형 TIP]** 자료에 제시된 사막과 열대우림의 환경적 특성을 파악하여, 개체군 내 상호작용이 나타나는 원인과 관련된 부분을 찾아 답안을 작성해야 한다.

채점 기준	배점(%)
개체군 A와 B에서 순위제의 출현이 다르게 나타나는 까닭을 사막과 열대우림의 환경 조건의 차이에 의한 개체군 내 먹이 경쟁 여부를 포함하여 옳게 서술한 경우	100
개체군 A와 B에서 순위제의 출현이 다르게 나타나는 까닭을 사막과 열대우림의 환경 조건의 차이나 개체군 내 먹이 경쟁 여부 중 한 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	50

**086** 답 ⑤ | ㄱ. 상호작용하는 개체군 A와 B는 같은 군집에 속하는 서로 다른 종의 무리이다.

ㄴ. 지렁이에 의해 토양의 통기성이 증가하는 것은 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이므로 ㉠의 예에 해당한다.

ㄷ. 군집 내 상호작용인 ㉡에는 중간경쟁, 분서, 공생(편리공생, 상리공생), 기생, 포식과 피식 등이 해당한다.

**087** 답 ④ | ㄴ, ㄷ. 생태적 지위가 비슷한 개체군들이 서로 서식 공간, 먹이 종류, 활동 시기, 산란 시기 등을 달리하여 경쟁을 피하는 상호작용을 분서라고 한다. 아메리카술새 여러 종이 한 나무에서 영역을 달리하여 서식(㉠)하는 것은 분서(생태 지위 분화)의 한 예로, 아메리카술새 여러 종 사이의 과도한 경쟁을 피하기 위한 결과이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 하나의 개체군은 하나의 종으로 구성된다. 여러 종의 아메리카술새(㉡)는 여러 개체군으로 구성되며, 하나의 군집에 속한다.

088 **모범 답안** (1) 경쟁배타원리

(2) 종간경쟁, 종 A와 B가 먹이 지위나 서식 공간 지위 등 생태적 지위가 완전히 겹치기 때문에 경쟁이 일어난다.

**해설** 종 A를 따로 배양했을 때보다 종 A와 B를 함께 배양했을 때 종 A에 대한 환경수용력이 작고, 종 B의 개체 수가 사라지는 변화가 나타났으므로 종 A와 B 사이에서 나타나는 상호작용은 종간경쟁이다. 특히 종 B가 사라지는 경쟁배타가 일어났는데, 이는 A와 B의 생태적 지위가 완전히 겹치는 것을 의미한다.

**[서술형 TIP]** 따로 배양했을 때와 함께 배양했을 때를 비교하여 달라지는 점이 무엇인지 파악하고, 각 종에 이익과 손해의 관계를 확인하여 상호작용을 찾아야 한다. 특히 종간경쟁의 경우 생태적 지위의 겹침 정도에 따라 하나의 종이 사라지는 경쟁배타가 일어날 수도 있으므로 생태적 지위의 겹침 정도에 대한 내용도 함께 서술하는 것이 좋다.

채점 기준		배점(%)
(1)	경쟁배타원리라고 옳게 쓴 경우	20
(2)	종간경쟁이라 쓰고, 종 A와 B의 생태적 지위가 완전히 겹치기 때문이라고 옳게 서술한 경우	80
	종간경쟁이라 쓰고, 생태적 지위가 겹치기 때문이라고만 서술한 경우	50
	종간경쟁만 옳게 쓴 경우	20

089 **답** 나, 다 | 경쟁은 상호작용하는 두 개체군이 모두 손해를 보는 상호작용이다. 기생은 한 개체군은 이익을, 다른 개체군은 손해를 보는 상호작용이며, 상리공생은 두 개체군이 모두 이익을 얻는 상호작용이다. 따라서 ㉠은 이익이고, ㉡은 손해이다. 동박새가 동백꽃의 수분을 돕고 동백꽃으로부터 꿀을 얻는 것은 상리공생(다)의 예이다.

나. (가)는 경쟁, (나)는 기생, (다)는 상리공생이다.

090 **모범 답안** • (가): 개체군 내 상호작용에 해당한다.

• (나): 두 종이 모두 이익을 얻는 상호작용이다.

**해설** 텃새는 개체군 내 상호작용 중 하나이고, 상리공생, 포식과 피식은 군집 내 상호작용 중 하나이다. 상리공생은 상호작용하는 두 종이 모두 이익을 얻는 상호작용이고, 포식과 피식은 한 종(포식자)은 이익을, 다른 한 종(피식자)은 손해인 상호작용이다.

**[서술형 TIP]** 개체군 내 상호작용과 군집 내 상호작용을 구분할 수 있어야 하고, 각각의 상호작용의 의미를 이해하고 있어야 한다. 특히 군집 내 상호작용의 경우에는 상호작용하는 두 종 간의 이익과 손해 관계를 중심으로 서술하는 것이 좋다.

채점 기준		배점(%)
(가)와 (나)를 모두 옳게 서술한 경우		100
(가)와 (나) 중 한 가지만 옳게 서술한 경우		50

II

항상성과 몸의 조절

091 **답** ② | 핵이 있는 B는 신경세포체이고, 신경세포체(B)에서 길게 뻗어나온 C는 축삭돌기, A는 가지돌기이다.

092 **모범 답안** (1) 말미집의 유무

(2) 구심성뉴런을 거쳐 연합뉴런으로 전달되고, 연합뉴런에서 내린 명령은 원심성뉴런을 거쳐

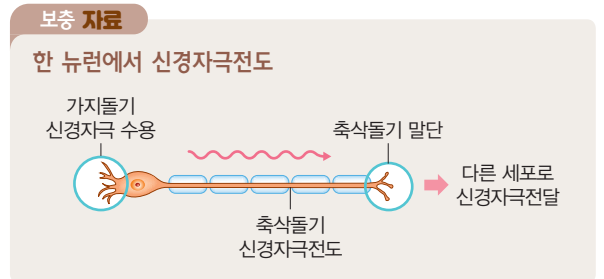
**해설** (1) 말미집의 유무를 기준으로 말미집신경과 민말미집신경으로 분류한 것이다.

(2) 분류 기준 (나)는 '뉴런의 기능'이다. 구심성뉴런은 감각기관으로부터 신경자극을 전달받아 연합뉴런으로 전달하고, 연합뉴런은 원심성뉴런으로 명령을 전달한다. 원심성뉴런은 이 명령을 반응기관으로 전달한다.

**[서술형 TIP]** 분류 기준 (나)가 기능에 따라 신경을 분류하는 것이므로, 신경을 통한 신경자극전달 경로가 잘 표현될 수 있도록 서술해야 한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	말미집의 유무라고 옳게 쓴 경우	40
(2)	세 가지 뉴런을 통한 신경자극전달 경로를 모두 옳게 서술한 경우	60
	세 가지 뉴런을 통한 신경자극전달 경로 중 일부만 옳게 서술한 경우	30

093 **답** ⑤ | 신경세포체에는 핵과 여러 세포소기관이 있어 뉴런의 생명활동을 조절한다. 가지돌기는 다른 세포로부터 신경자극을 받아들이는 부위이고, 축삭돌기는 다른 세포로 신경자극을 전달하는 부위이다.



094 **답** 가, 다 | ㉠은 말미집, ㉡은 랭비에결절이다. 뉴런 (가)의 축삭돌기에는 말미집(㉠)이 있으므로 뉴런 (가)는 말미집신경이다.

**오답** 피하기

나. 말미집(㉠)은 슈반세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 여러 겹으로 감싼 구조로, 절연체 역할을 한다. 따라서 말미집(㉠)에서 활동전위는 발생하지 않는다.

**095** **모범 답안** 뉴런 A(원심성뉴런)가 손상되면 근육 X로 신경 자극이 전달되지 않아 근육이 정상적으로 반응하지 못한다. 따라서 뉴런 A가 손상되지 않은 사람에 비해 몸의 움직임이 정상적으로 일어나지 않는다.

**해설** 근육 X에 신경자극을 전도하는 뉴런 A는 원심성뉴런(운동뉴런)이다. 근육 X는 뉴런 A로부터 전달된 신경자극을 받아 수축하여 몸을 움직이게 하므로 뉴런 A가 손상되면 구심성뉴런, 연합뉴런을 통해 신경자극이 전도되더라도 근육 X에 전달되지 못하여 정상적인 움직임이 일어나지 못한다.

**【서술형 TIP】** 뉴런을 통한 신경자극전도는 자극에 대한 반응이 일어나는 경로에 해당하므로, 뉴런이 손상되었을 때 감각을 못 느끼는 것인지, 감각을 느끼더라도 움직임이 일어나지 못하는 것인지를 주어진 자료로부터 손상된 뉴런의 종류를 판단하여 서술해야 한다.

채점 기준	배점(%)
뉴런 A(원심성뉴런)에서 반응기관(근육 X)으로 신경자극이 전달되는 과정을 포함하여 뉴런 A가 손상된 사람에게 나타나는 특징을 옳게 서술한 경우	100
'몸을 잘 움직이지 못한다.'라고만 서술한 경우	50

**096** **답 ③** |  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프를 통해  $\text{K}^+$ 은 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 이동하고,  $\text{Na}^+$ 은 세포 안쪽에서 바깥쪽으로 이동하므로 I은 세포 안, II는 세포 밖이다. 살아 있는 세포에서  $\text{Na}^+$ 은 항상 세포 밖(II)에서가 세포 안(I)에서보다 많다.

**오답 피하기**

ㄷ. 확산은 에너지를 사용하지 않은 물질의 이동 방식이다.  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프를 통한 이온의 이동에는 ATP가 소모된다.

**097** (1) **모범 답안**  $t_1$ 일 때  $\text{Na}^+$ 이  $\text{Na}^+$ 통로를 통해 세포 바깥쪽에서 안쪽으로 확산된다.

**해설** 막전위가 올라가는  $t_1$ 는 탈분극의 시점 중 하나이고, 막전위가 내려가는  $t_2$ 는 재분극의 시점 중 하나이다. 탈분극은  $\text{Na}^+$ 이 확산에 의해 세포 안쪽으로, 재분극은  $\text{K}^+$ 이 확산에 의해 세포 바깥쪽으로 이동하여 일어난다.

**【서술형 TIP】**  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프를 통한 이온의 이동은 탈분극, 재분극에서 모두 일어나고 있으므로 막전위의 변화를 일으키는 주요 요인인  $\text{Na}^+$ 통로와  $\text{K}^+$ 통로를 통한 이온의 이동을 중심으로 서술해야 한다.

채점 기준	배점(%)
$t_1$ 일 때 이온의 이동을 주어진 내용을 모두 포함하여 모두 옳게 서술한 경우	100
$t_1$ 일 때의 이온의 이동을 주어진 내용 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	60

**098** **답** (다) → (나) → (가) | 분극 상태일 때 세포 안쪽은 음(-)전하를, 세포 바깥쪽은 양(+전하)를 띤다. 탈분극 상태일 때  $\text{Na}^+$ 이 세포 안쪽으로 확산되고, 재분극 상태일 때  $\text{K}^+$ 이 세포 바깥쪽으로 확산된다. 따라서 (가)는 분극 상태, (나)는 재분극 상태, (다)는 탈분극 상태이다. 뉴런의 지점 X에 자극을 준 후 변화는 탈분극(다) → 재분극(나) → 분극(가) 순으로 일어난다.

**099** **모범 답안** (1)  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 크다. (2) 탈분극은 정상적으로 일어나지만, 재분극이 정상적으로 진행되지 않아 막전위는 서서히 낮아진다.

**해설** (1)  $t_1$ 일 때 탈분극이 일어나고 있으므로  $\text{Na}^+$ 통로를 통한  $\text{Na}^+$ 의 확산이 일어나고 있다.  $t_2$ 일 때 재분극이 일어나고 있으므로  $\text{Na}^+$ 통로가 닫혀 있어  $\text{Na}^+$ 의 확산이 일어나지 않는다.

(2)  $\text{K}^+$ 통로를 통한  $\text{K}^+$ 의 확산은 재분극 과정에서 일어난다. 따라서  $\text{K}^+$ 통로를 통한  $\text{K}^+$ 의 이동을 억제하는 물질을 처리하면 재분극이 정상적으로 일어나지 않아 휴지전위에도달하기까지 많은 시간이 소요된다.

채점 기준	배점(%)
탈분극과 재분극 시 막전위 변화를 모두 옳게 서술한 경우	100
탈분극과 재분극 시 막전위 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50

**100** **답 ①** | 자극을 주었을 때 먼저 막 투과도가 증가하는 ㉠은  $\text{Na}^+$ , 나중에 막 투과도가 증가하는 ㉡은  $\text{K}^+$ 이다.

**오답 피하기**

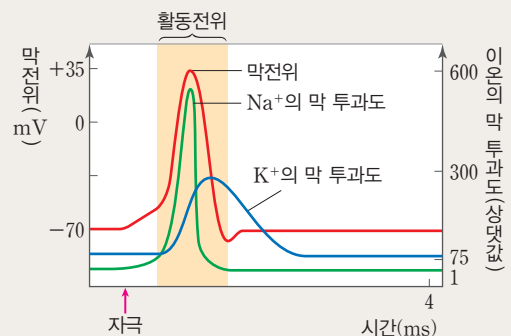
ㄴ.  $t_2$ 일 때 X에서  $\text{K}^+$ (㉡)의 농도는 세포 안쪽이 바깥쪽보다 높다.

ㄷ.  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 높고,  $\text{K}^+$ 의 막 투과도는  $t_2$ 일 때가  $t_1$ 일 때보다 높으므로

$\frac{\text{K}^+\text{의 막 투과도}}{\text{Na}^+\text{의 막 투과도}}$ 는  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.

**보충 자료**

막전위와 이온의 막 투과도 변화



- 분극:  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$ 의 막 투과도가 모두 낮음
- 탈분극:  $\text{Na}^+$ 통로가 열려  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도 상승
- 재분극:  $\text{Na}^+$ 통로가 닫혀  $\text{Na}^+$ 의 막 투과도 감소  
 $\text{K}^+$ 통로가 열려  $\text{K}^+$ 의 막 투과도 증가

**101 답 ①** | 역치 이상의 자극에 의해 발생한 신경자극은 자극이 주어진 지점에서 양방향으로 전도된다. 신경자극이 먼저 전도된 지점일수록 막전위의 변화가 먼저 시작되므로,  $t$  시점일 때 지점  $d_1$ 과  $d_2$ 에서의 막전위로부터 지점  $d_2$ 에서의 막전위 변화가 먼저 시작되었음을 알 수 있다. 따라서 지점  $d_2$ 가  $d_1$ 보다 자극 지점에 가까우므로 자극을 준 지점은 Y이다.

**오답 피하기**

- ② 막전위가 +30 mV인  $d_1$ 은 탈분극 상태이다.
- ③  $d_2$ 에서  $\text{Na}^+$  농도는 세포 바깥쪽이 안쪽보다 높다.
- ④  $d_3$ 은 재분극 또는 분극 상태에 있으므로  $\text{K}^+$  통로를 통해  $\text{K}^+$ 이 세포 안으로 확산되지 않는다.
- ⑤  $d_4$ 는 분극 상태이므로 세포 안은 음(-)전하를, 세포 밖은 양(+) 전하를 나타낸다.

**102 답 ②** | ㉠은 ㉡에서보다 먼저 막전위의 변화가 시작되고, ㉢에서보다는 늦게 막전위의 변화가 시작되므로 탈분극이 일어나고 있다. 따라서  $\text{Na}^+$  통로를 통해  $\text{Na}^+$ 이 세포 안쪽으로 확산되고 있다.

**오답 피하기**

- ㄱ. ㉡이나 ㉢에서의 막전위 변화는 신경자극이 전도된 이후에 변화가 시작된다. ㉡에서는 1 ms 동안 막전위 변화가 진행되었고, ㉢에서는 2 ms 동안 막전위 변화가 진행되었다. 자극 지점에 역치 이상의 자극을 주고 경과한 시간이 3 ms이므로 막전위 변화가 더 진행된 ㉢이 ㉡보다 자극 지점에 가까운 지점이다. 따라서 자극을 준 지점은 ㉢이다.
- ㄷ. ㉢은 자극을 준 지점이므로 탈분극이 끝나고 재분극 또는 과분극이 진행 중이다.

**103 모범 답안** (1) I 은 말미집으로 싸여 있는 부분이다.  
(2) 말미집신경에서는 도약전도가 일어나므로 민말미집신경보다 신경자극전도 속도가 빠르다.

**해설** (1) 말미집신경에서 말미집이 있는 부분에서는 세포막을 통한 이온의 출입이 일어나지 않아 신경자극전도가 빠르게 일어난다. 따라서 짧은 시간 동안 P로부터의 거리가 더 많이 떨어진 I 은 말미집으로 싸여 있는 부분이고, II 는 말미집으로 싸여 있지 않은 부분(랑비에결절)이다.

(2) 말미집신경에서는 말미집이 없는 랑비에결절에서만 이온의 출입이 일어나므로 활동전위가 불연속적으로 발생한다. 민말미집신경에서는 말미집이 없으므로 축삭돌기 전체에서 연속적으로 활동전위가 발생한다. 그러므로 신경자극전도 속도는 말미집신경에서가 민말미집신경에서보다 빠르다.

**[서술형 TIP]** 말미집신경과 민말미집신경이 갖는 구조적인 특징인 말미집을 고려하고, 말미집이 절연체의 기능을 수행

하므로 활동전위가 발생하지 않는다는 점을 이해하고 있어야 한다. 특히 말미집신경에서는 랑비에결절에서만 활동전위가 발생한다는 것을 이해하고 있는지 묻는 문제가 자주 출제된다.

**104 답 ①** | A와 B는 말미집신경이고, C와 D는 민말미집신경이다. 말미집신경에서는 말미집이 없는 랑비에결절에서만 활동전위가 발생하는 도약전도가 일어난다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 축삭돌기의 지름이 크고, 말미집이 있는 뉴런일수록 신경자극전도 속도가 빠르므로 ㉠은 B, ㉡은 C이다.
- ㄷ. 축삭돌기의 지름이 클수록 신경자극전도 속도가 빠르다.

**105 답 ④** | 뉴런 A는 시냅스전뉴런, B는 시냅스후뉴런이다. 시냅스전뉴런(A)의 축삭돌기 말단에는 신경전달물질이 들어 있는 시냅스소포(㉡)가 있으며, 시냅스소포(㉡)에서 방출된 신경전달물질은 시냅스후뉴런(B)의 세포막 수용체까지 확산을 통해 이동하여 탈분극을 일으킨다.

**106 답 ㄱ, ㄴ** | 지점 A는 시냅스전뉴런의 랑비에결절이다. 지점 B는 시냅스후뉴런의 랑비에결절 중 한 지점이고, C는 시냅스후뉴런의 말미집 중 한 지점이다. 자극을 준 지점이 시냅스후뉴런에 위치하므로 (나)의 막전위는 지점 B에서의 변화이다.  $t_1$ 일 때  $\text{Na}^+$  농도는 지점 A, B, C 모두에서 세포 바깥쪽이 세포 안쪽보다 높다.

**오답 피하기**

- ㄷ. 말미집이 있는 지점 C에서는 세포막을 통한 이온의 출입이 일어나지 않는다.

**107 모범 답안** 신경 (가)의 지점 Q에서는 활동전위가 발생하지 않지만, (나)의 Q에서는 활동전위가 발생한다. 이는 신경자극전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런으로만 일어나는데, (가)에서는 시냅스후뉴런에 자극을 주어 신경자극이 전달되지 않으며, (나)에서는 시냅스전뉴런에 자극을 주어 시냅스후뉴런에서 활동전위가 발생한다.

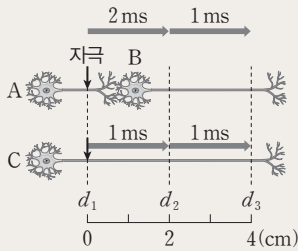
**해설** 시냅스소포에서 방출된 신경전달물질에 의해 시냅스후뉴런의 세포막이 탈분극되어 활동전위가 발생하므로 신경자극전달은 시냅스전뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스후뉴런의 가지돌기나 신경세포체 방향으로만 일어난다. 신경 (가)에서는 시냅스후뉴런에, (나)에서는 시냅스전뉴런에 자극을 주었고, 지점 Q는 (가)의 시냅스전뉴런, (나)의 시냅스후뉴런에 있으므로 신경자극전달은 (나)에서만 일어난다.

채점 기준	배점(%)
활동전위 발생 여부와 그렇게 판단한 까닭을 모두 옳게 서술한 경우	100
활동전위 발생 여부만 옳게 서술한 경우	40

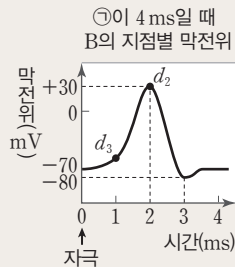
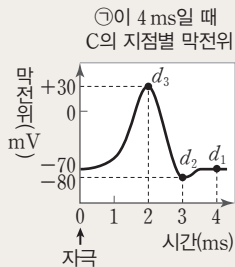
108 답 ⑤ | 뉴런 C의 지점  $d_1$ 과  $d_2$  사이의 거리는 2 cm이고,  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 1회 준 뒤 경과한 시간이 4 ms일 때  $d_2$ 에서의 막전위가  $-80$  mV이므로 신경자극이  $d_1$ 에서  $d_2$ 까지 전도되는 데 1 ms가 소요되었다. 따라서 뉴런 A~C에서의 신경자극전도 속도는 2 cm/ms이다. 뉴런 A의 지점  $d_1$ 에서 B의  $d_3$ 까지 신경자극이 전도 및 전달되는 데 2 ms가 소요되므로 ㉠은 +30이다. 뉴런 B의 지점  $d_2$ 에서  $d_3$ 까지 신경자극이 전도되는 데 1 ms가 소요되므로 ㉡이 5 ms일 때 B의 지점  $d_3$ 에서의 막전위는 +30(㉠) mV이다.

문제 속 자료

신경자극의 전도와 전달



지점  $d_1$ 에 역치 이상의 자극을 준 뒤 경과한 시간이 4 ms이므로 뉴런 A의  $d_1$ 에서 B의  $d_2$ 까지 신경자극이 전도 및 전달에 걸린 시간은 2 ms이다. 뉴런 C의  $d_1$ 에서  $d_2$ 까지 신경자극이 전도되는 데 1 ms가 걸리므로 뉴런 A와 B 사이에 신경자극이 전달되는 데 1 ms가 소요됨을 알 수 있다.



109 답 ⑤ | A는 동공반사의 중추인 중간뇌, B는 신경의 좌우 교차가 일어나는 숨골, C는 몸의 균형에 관여하는 소뇌, D는 2개의 반구로 구성된 대뇌이다.

⑤ 대뇌의 겹질은 회색질이다.

110 모범 답안 (1) 대뇌, 감각기관 손 → ㉠ → ㉡ → ㉢ → ㉣ → ㉤ → ㉥ → 반응기관 손

(2) 척수, 감각기관 손 → ㉠ → ㉡ → ㉢ → 반응기관 손

해설 (1) ‘냄비에 손을 대었더니 뜨거운 것을 느끼고 손을 떼었다.’는 감각기를 통해 수용된 자극이 대뇌에 도달하여 뜨겁다는 감각이 형성된 이후 손을 떼는 반응이 일어났으므로 중추가 대뇌이다.

(2) ‘뜨거운 냄비에 손이 닿자 나도 모르게 손을 떼었다.’는 감각기를 통해 수용된 자극이 대뇌에 도달하지 않은 상태에서 반응이 일어났으므로 중추는 척수이다.

채점 기준		배점(%)
(1)	대뇌라 쓰고, 신경자극의 전달 경로를 모두 옳게 나열한 경우	50
	대뇌만 옳게 쓴 경우	20
(2)	척수라 쓰고, 신경자극의 전달 경로를 모두 옳게 나열한 경우	50
	척수만 옳게 쓴 경우	20

111 답 ③ | A(입 주위)는 대뇌겹질 운동령 중 혀, 입 주위의 근육을 조절하는 부위이다. 따라서 A가 손상되면 말하기가 어려워지거나, 발음이 부정확해진다. 좌반구의 운동령은 우리 몸의 오른쪽에 명령을 내리는 부분이므로, B(손가락)에 역치 이상의 자극을 주면 오른쪽 손가락이 움직인다.

오답 피하기

ㄷ. 무릎반사의 중추는 척수이므로, 대뇌의 C(무릎)가 손상되더라도 왼쪽 다리와 오른쪽 다리 모두에서 무릎반사는 일어난다.

112 답 ⑤ | 뇌사자는 대뇌 및 뇌줄기의 기능이 모두 상실된 사람이다. 식물인간은 대뇌의 기능은 상실되었지만, 뇌줄기의 기능은 정상적인 사람이다. 따라서 (가)는 뇌사자, (나)는 식물인간이다. 뇌줄기는 중간뇌, 다리뇌, 숨골로 구성되며, 식물인간은 숨골이 기능을 하므로 뇌줄기의 기능이 정상적이면 자발적인 호흡을 할 수 있다.

113 답 ④ | 말초신경계는 중추신경계(뇌와 척수)를 몸의 각 부분과 연결하는 신경으로, 뇌신경 12쌍과 척수신경 31쌍이 있다.

오답 피하기

• 학생 C: 말초신경계는 몸의 각 부분에 있는 감각기관으로부터 받아들인 정보를 중추신경계로 전달하는 구심성 뉴런과 중추신경계의 명령을 반응기관으로 전달하는 원심성 뉴런으로 구성된다.

114 모범 답안 (1) A: 아세틸콜린, B: 노르에피네프린

(2) B에서의 활동전위 발생 빈도가 증가하며, 그 결과 심장 박동이 빨라진다.

해설 교감신경의 신경절이전 뉴런에서 신경전달물질(아세틸콜린)의 분비가 증가하면 신경절이후 뉴런에서 탈분극이 일어나 활동전위 발생 빈도가 증가한다. 그 결과 신경절이후 뉴런의 축삭돌기 말단에서 노르에피네프린의 분비가 증가하여 심장박동이 빨라진다.

채점 기준		배점(%)
(1)	A와 B에서 분비되는 신경전달물질의 이름을 모두 옳게 쓴 경우	20
	C에서의 활동전위 발생 빈도와 심장박동의 변화를 모두 옳게 서술한 경우	80
(2)	C에서의 활동전위 발생 빈도와 심장박동의 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	40

**보충 자료**

**교감신경과 부교감신경의 작용에 따른 심장근세포의 활동전위 발생 빈도 변화**

- 교감신경 자극 시 단위시간당 심장근세포에서의 활동전위 발생 빈도가 증가 → 심장박동 수 증가
- 부교감신경 자극 시 단위시간당 심장근세포에서의 활동전위 발생 빈도가 감소 → 심장박동 수 감소

**115 답 ③** | 부교감신경에 의해 방광이 수축하고, 침의 분비가 증가한다.

**오답 피하기**

ㄷ. 부교감신경의 작용으로 습관가지가 수축한다.

**문제 속 자료**

**교감신경과 부교감신경의 길항작용**

구분	소화	동공	방광	혈당량
교감신경	억제	확장	확장	증가
부교감신경	촉진	축소	수축	감소

※ 교감신경과 부교감신경과 같이 서로 반대로 작용하여 한쪽의 효과를 감소시키는 것을 길항작용이라고 한다.

**116 답 ④** | A는 척수에 연결된 구심성뉴런이며, B와 C는 각각 교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런이다. 교감신경의 신경절이전 뉴런(B)의 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되고, 신경절이후 뉴런(C)의 축삭돌기 말단에서 노르에피네프린이 분비되면 작은창자에서의 소화 과정이 억제된다.

**오답 피하기**

ㄱ. 척수에 연결된 구심성뉴런(A)은 후근을 이룬다.

**117 답 ⑤** | A와 B는 각각 흥채에 연결된 부교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런이고, C와 D는 각각 흥채에 연결된 교감신경의 신경절이전 뉴런과 신경절이후 뉴런이다. A와 B에서 활동전위 발생 빈도가 증가하여 A와 B의 축삭돌기 말단에서 신경전달물질의 분비가 증가하면 동공의 크기는 작아진다. 반면, C와 D에서 활동전위 발생 빈도가 증가하여 C와 D의 축삭돌기 말단에서 신경전달물질의 분비가 증가하면 동공의 크기는 커진다.

**118 답 ②** | 호르몬 A는 갑상샘자극호르몬(TSH), 호르몬 B는 타이록신이다. 내분비샘 a는 뇌하수체전엽, 내분비샘 b는 갑상샘이다. 타이록신의 분비는 음성피드백에 의해 조절된다.

**오답 피하기**

ㄴ. 혈중 타이록신의 농도가 증가하면 음성피드백에 의해 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH)의 분비가 억제된다.

**119 답 ⑤** | A는 뇌하수체전엽, B는 갑상샘, ㉠은 갑상샘자극호르몬(TSH)이다. 시상하부에서 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)이 분비되어 뇌하수체전엽을 자극하면 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH, ㉠)이 분비된다. 그 결과 갑상샘에서 타이록신이 분비된다. 혈중 타이록신의 농도가 증가하면 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH, ㉠)의 분비가 억제된다.

**120 모범 답안** (1) 길항작용

(2) 인슐린은 간에서 포도당을 글라이코젠으로 합성하는 과정을 촉진한다. 글루카곤은 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해하는 과정을 촉진한다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	길항작용이라고 옳게 쓴 경우	40
(2)	인슐린과 글루카곤의 작용을 모두 옳게 서술한 경우	60
	인슐린과 글루카곤의 작용 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30

**121 답 ⑤** | 호르몬 ㉠의 농도가 감소하면 ㉡의 농도가 증가하고, 그 결과 혈중 ㉡의 농도가 다시 증가하므로, ㉠은 타이록신이고, ㉡은 갑상샘자극호르몬(TSH)이다. 갑상샘에서 타이록신의 분비는 갑상샘자극호르몬방출호르몬과 갑상샘자극호르몬(TSH)에 의해 촉진되며, 타이록신의 농도가 증가하면 음성피드백 작용에 의해 갑상샘자극호르몬방출호르몬과 갑상샘자극호르몬의 분비가 억제된다.

**보충 자료**

**타이록신의 분비 조절 과정**

- 혈중 타이록신의 농도가 정상보다 낮으면
  - ➔ 시상하부에서 갑상샘자극호르몬방출호르몬(TRH)이 분비되어 뇌하수체전엽을 자극한다.
  - ➔ 뇌하수체전엽에서 갑상샘자극호르몬(TSH)이 분비되어 갑상샘을 자극한다.
  - ➔ 갑상샘에서 타이록신을 분비된다.
- 타이록신이 과다하게 분비되면 음성피드백에 의해 TRH과 TSH의 분비가 억제되어 타이록신의 분비도 감소한다.

122 답 ⑤ | 고온 자극에 노출되면 시상하부가 이를 감지하여 교감신경의 작용이 완화되어 피부 근처 혈관이 확장되므로, 피부 근처 혈관으로 흐르는 혈액량이 증가하여 피부의 열 발산량이 증가한다. 저온 자극에 노출되면 교감신경의 작용이 강화되어 피부 근처 혈관이 수축하므로 피부 근처 혈관으로 흐르는 혈액량이 감소하여 피부의 열 발산량이 감소한다. 따라서  $T_1$ 은 저온 자극,  $T_2$ 는 고온 자극이다.

오답 피하기

ㄱ.  $T_1$ 은 피부 근처 혈관이 수축한 상태이므로 열 발산량을 줄여야 하는 저온 자극에 노출된 상황이다.

123 모범 답안 (1) 피부의 열 발산량, 시상하부 온도가 올라가면 체온을 낮추기 위해 (가)가 증가하기 때문이다.  
(2) 피부 근처 혈관으로 흐르는 혈액량은 시상하부 온도가  $T_1$ 일 때가  $37^\circ\text{C}$ 일 때보다 많다.

[서술형 TIP] 피부의 열 발산량은 피부 근처 혈관으로 흐르는 혈액량이 많을수록 증가하므로 이에 근거하여 비교한다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	피부의 열 발산량이라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 시상하부 온도 변화에 따른 (가)의 변화에 근거하여 옳게 서술한 경우	50
	피부의 열 발산량만 옳게 쓴 경우	20
(2)	시상하부 온도 변화에 따라 피부 근처 혈관으로 흐르는 혈액량을 옳게 비교하여 서술한 경우	50

124 답 ① | 체온 조절의 중추는 시상하부의 시상하부이다. 고온 자극으로 체온이 높아지면 시상하부는 여러 경로를 통해 열 발생량을 줄이고 열 발산량을 늘려 체온을 정상 범위로 낮춘다. 반대로 저온 자극으로 체온이 낮아지면 시상하부는 여러 경로를 통해 열 발생량을 늘리고 열 발산량을 줄여 체온을 정상 범위로 높인다.

ㄱ. 문제의 그림에서 피부 근처의 혈관 수축이 일어난 것은 피부 근처로 흐르는 혈액량을 줄여 열 발산량을 줄이는 것이므로, 이 과정은 저온 자극을 주었을 때 일어나는 조절 과정이다.

오답 피하기

ㄴ. 저온 자극이 주어지면 체온을 높이기 위해 골격근이 떨리며 근육에서의 열 발생량이 증가하므로 ㉠은 증가이다.  
ㄷ. 피부 근처의 모세혈관이 수축하는 것은 교감신경의 작용이 강화되어 일어나는 작용이다.

**보충 자료**

**저온 자극에 의해 체온이 정상보다 낮아지면**

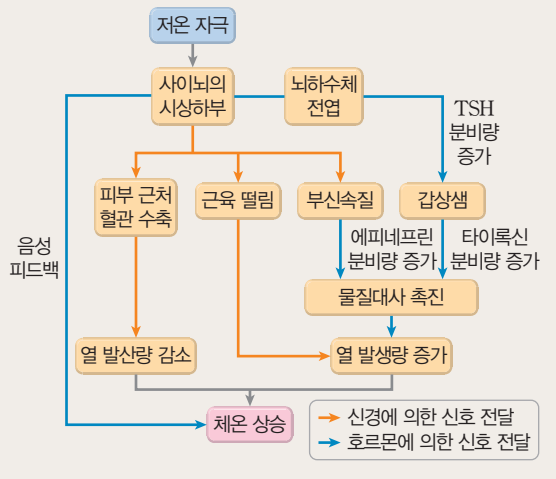
① 열 발생량 증가

- 골격근의 떨림이 증가하여 열 발생량이 증가한다.
- 부신속질에서 에피네프린의 분비량이 증가한다. 신생아의 경우 갑상샘에서 타이록신의 분비가 촉진되어 간과 근육에서 물질대사가 촉진되고 열 발생량이 증가한다.

② 열 발산량 감소

교감신경의 작용 강화로 피부 근처의 모세혈관이 수축하여 피부 근처로 흐르는 혈액량이 감소하므로 피부를 통한 열 발산량이 감소한다.

⇒ 열 발생량이 증가하고, 열 발산량이 감소하는 작용을 통해 저온 자극이 주어지더라도 체온이 상승하여 일정한 범위를 유지할 수 있다.



125 답 ② | 자료에서 운동을 시작하고 종료할 때까지 ㉠은 ㉡보다 높게 유지된다. 운동 중 체온이 상승하였으므로, 열 발생량이 열 발산량보다 많았음을 의미한다. 따라서 ㉠은 열 발생량이고, ㉡은 열 발산량이다. 운동을 종료하면 열 발산량이 열 발생량보다 많아 체온이 내려간다.

ㄷ. 피부 근처 혈관이 확장되면 열 발산량이 증가한다.

오답 피하기

ㄱ. ㉠은 운동 중에 ㉡보다 계속 높게 유지되므로 열 발생량에 해당한다.

ㄴ. 체온 조절의 중추는 시상하부의 시상하부이다. 운동할 때 체온이 상승하면 시상하부가 교감신경을 완화하여 피부 근처 혈관이 확장되고 땀 분비가 촉진되어 열 발산량(㉡)이 증가한다.

126 답 ② | 그림에서 정상인에게 호르몬 X를 투여하면 혈중 포도당 농도가 감소하였다가 시간이 지남에 따라 다시 혈중 포도당 농도가 증가한다. 이를 통해 X가 혈중 포도당 농도를 낮추는 호르몬인 인슐린임을 알 수 있다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 과정을 촉진하고, 세포가 포도당을 흡수하도록 촉진하여 혈중 포도당의 농도를 낮춘다.

오답 피하기

ㄱ. 인슐린은 이자의  $\beta$ 세포에서 분비된다.

ㄷ. 인슐린은 간에서 글라이코젠의 합성을 촉진한다. 글라이코젠의 분해를 촉진하는 과정은 글루카곤의 작용으로 일어난다.

127 답 ③ | 이자의  $\alpha$ 세포에서 분비되는 호르몬 ㉠은 글루카곤이고,  $\beta$ 세포에서 분비되는 호르몬 ㉡은 인슐린이다. 자료에서 정상인 A는 탄수화물을 섭취한 후 혈중 X의 농도가 증가하였다가 감소하지만, 당뇨병 환자 B는 탄수화물을 섭취한 후 혈중 X의 농도가 거의 변하지 않는다. 이를 통해 X는 탄수화물 섭취 후 증가한 혈중 포도당 농도를 낮추는 인슐린(㉡)임을 알 수 있다.

나. 글루카곤(㉠)은 간에서 글라이코젠의 분해를 촉진하여 혈중 포도당 농도를 높이고, 인슐린(㉡)은 간에서 글라이코젠의 합성을 촉진하여 혈중 포도당 농도를 낮춘다.

**오답 피하기**

다. 인슐린은 조직 세포에서 포도당의 흡수를 촉진한다. 따라서 인슐린 농도가 높을 때 조직 세포에서 포도당 흡수량이 더 많다는 것을 알 수 있다.  $t_1$ 일 때 정상인 A의 혈중 인슐린 농도가 당뇨병 환자 B의 혈중 인슐린 농도보다 높으므로 조직 세포에서 포도당 흡수량은 A가 B보다 많다.

128 **모범 답안** (1) 인슐린

(2) ㉠, 혈중 X의 농도가 증가하면 간에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 ㉠ 과정이 촉진되고, 이로 인해 혈중 포도당 농도가 정상 범위까지 낮아진다.

**해설** 인슐린과 글루카곤은 간에서 포도당과 글라이코젠의 전환을 길항적으로 조절한다.

인슐린은 혈중 포도당 농도가 높을 때 분비되어 간에서 포도당이 글라이코젠으로 합성되는 과정을 촉진하여 혈중 포도당 농도를 낮춘다.

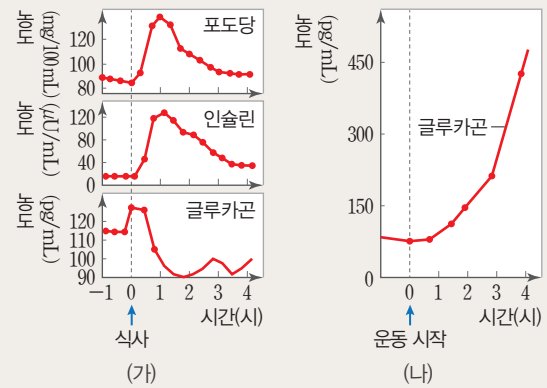
글루카곤은 혈중 포도당 농도가 낮을 때 분비되어 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진하여 혈중 포도당 농도를 높인다. 또한, 인슐린은 조직세포에서 포도당의 유입량을 늘려 혈중 포도당 농도를 낮춘다.

채점 기준	배점(%)
(1) 인슐린이라고 옳게 쓴 경우	20
㉠이라 쓰고, 혈중 X의 농도가 증가했을 때 간에서 일어나는 변화와 그에 따른 혈당량 변화를 모두 옳게 서술한 경우	80
(2) ㉠이라 쓰고, 혈중 X의 농도가 증가했을 때 간에서 일어나는 변화와 그에 따른 혈당량 변화 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	50
㉠만 옳게 쓴 경우	20

129 답 ④ | 자료에서 I일 때가 II일 때보다 글루카곤의 농도가 높다. 글루카곤은 간에서 글라이코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진하여 혈중 포도당 농도를 높이므로 글루카곤의 농도가 높다는 것은 혈중 포도당 농도가 낮은 상태임을 의미한다. 따라서 I은 혈당량이 낮은 상태이고, II는 혈당량이 높은 상태이다.

**보충 자료**

**혈중 포도당 농도의 조절**

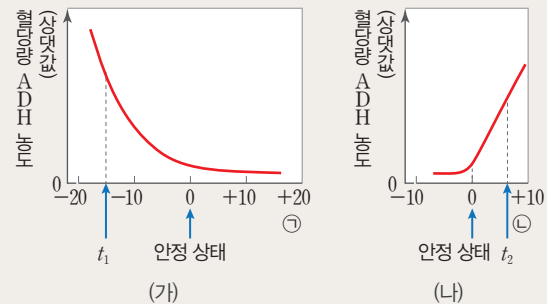


- (가)는 식사 후 혈중 포도당, 인슐린, 글루카곤의 농도 변화를, (나)는 운동 시작 후 혈중 글루카곤의 농도 변화를 나타낸 것이다.
- 식사 후 포도당이 흡수되면 혈중 포도당 농도가 증가한다. 이를 낮추기 위해 인슐린의 농도가 증가하고, 글루카곤의 농도가 감소한다.
- 운동을 시작하면 포도당이 소모되어 혈중 포도당 농도가 감소한다. 이를 높이기 위해 글루카곤의 농도가 증가한다.

130 답 ⑤ | 그림에서 전체 혈액량이 정상일 때 혈장 삼투압이 높아짐에 따라 혈중 항이노호르몬(ADH) 농도가 높아짐을 알 수 있다. 이는 혈장 삼투압을 낮추기 위해 뇌하수체후엽에서 항이노호르몬 분비가 촉진되기 때문이다. 항이노호르몬은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진한다. 정상 상태와 비교하여 X일 때 혈중 항이노호르몬 농도가 낮은데, 이는 X일 때 콩팥에서 물의 재흡수가 덜 일어난다는 것을 의미한다. 따라서 X는 전체 혈액량이 정상보다 증가한 상태이며, 정상 상태에 비해 콩팥에서 물의 재흡수가 덜 일어난다.

**보충 자료**

**혈장 삼투압 조절과 항이노호르몬(ADH)의 작용**



- (가)에서 안정 상태보다 ㉠의 양이 감소하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 늘어나므로 ㉠은 전체 혈액량이다.
- (나)에서 안정 상태보다 ㉡의 양이 증가하면 항이노호르몬(ADH)의 분비가 늘어나므로 ㉡은 혈장 삼투압이다.
- $t_1$ 과  $t_2$  시기는 모두 혈중 항이노호르몬(ADH) 농도가 높으므로 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되어 혈액의 양은 늘어나고 혈장 삼투압은 낮아진다.

**131 답 ④** | 자료에서 ㉠ 섭취량이 증가할수록 혈장 삼투압이 증가하고 있으므로 ㉠은 소금이다. 혈장 삼투압이 증가하면 이를 낮추기 위해 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 촉진된다. 이에 따라 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하고 혈장 삼투압은 감소한다.

ㄴ. 혈장 삼투압이 높을수록 콩팥에서 물의 재흡수량이 증가하므로 오줌 생성량이 감소한다. 따라서 단위 시간당 오줌 생성량은 혈장 삼투압이 낮은 C<sub>1</sub>일 때가 혈장 삼투압이 높은 C<sub>2</sub>일 때보다 많다.

**오답 피하기**

ㄱ. ㉠은 소금이다.

**132 답 ②** | 자료에서 1 L의 물을 섭취한 후 혈장 삼투압과 오줌 삼투압은 모두 낮아지고 있다. 혈장 삼투압은 오줌 삼투압에 비해 작은 폭으로 변하므로 ㉠은 혈장 삼투압, ㉡은 오줌 삼투압임을 알 수 있다.

**오답 피하기**

ㄱ. ㉠은 혈장 삼투압이다.

ㄴ. 물을 많이 마시면 혈장 삼투압이 낮아지고, 이를 높이기 위해 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비가 억제된다. 이에 따라 콩팥에서 물의 재흡수는 감소한다. 따라서 혈장 삼투압이 더 낮은 구간 I에서가 혈장 삼투압이 더 높은 구간 II에서보다 콩팥에서 단위 시간당 물의 재흡수량이 적다.

**133 모범 답안** (1) ㉠ 증가 ㉡ 증가 ㉢ 증가

(2) 항이뇨호르몬(ADH)은 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 혈장 삼투압을 낮춘다.

**해설** 짠 음식을 많이 먹으면 혈장 삼투압이 증가한다. 시상하부가 이를 감지하여 뇌하수체후엽에서 항이뇨호르몬(ADH)의 분비를 촉진하고, 항이뇨호르몬(ADH)은 표적 기관인 콩팥에 작용하여 물의 재흡수를 촉진한다. 이에 따라 혈장 삼투압은 감소하고 혈액의 양은 증가하며, 오줌으로 나가는 물의 양이 줄어들기 때문에 오줌 삼투압은 증가한다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	㉠~㉢을 모두 옳게 쓴 경우	30
(2)	혈장 삼투압을 낮추기 위한 항이뇨호르몬(ADH)의 작용을 표적기관을 포함하여 옳게 서술한 경우	70
	물의 재흡수를 촉진한다고만 서술한 경우	30

**134 답 ②** | 자료에서 (가)에 속하는 질병은 원생생물의 감염에 의해 발병하는 감염성질환이다. 질병 (나)를 일으키는 병원체는 스스로 물질대사를 하지 못하므로 바이러스에 속한다. 원생생물과 바이러스의 공통점은 유전물질과 단백질을 가지는 병원체라는 것이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 결핵은 세균 감염에 의해 발병하는 감염성질환이다. 따라서 결핵은 (가)에 속하지 않는다.

ㄴ. (나)는 바이러스에 감염되어 발병하므로 감염성질환이다. 비감염성질환은 유전, 생활 습관, 환경 등에 의해 발병하는 질병으로 병원체에 의해 발병하지 않는다. 비감염성질환의 예로 고혈압, 당뇨병 등이 있다.

**135 답 ④** | 여과액을 건강한 담뱃잎에 발랐을 때 담배 모자이크병이 나타났으므로, 바이러스는 세균보다 크기가 작아 세균 여과기를 통과했음을 알 수 있다. 실험 결과 주변의 담뱃잎에서도 병이 나타났으므로 바이러스는 증식이 가능하다는 것을 알 수 있다. 바이러스는 유전물질인 핵산이 있어 숙주세포 내에서 증식이 가능하다.

**오답 피하기**

ㄱ. 바이러스는 세포 구조를 갖지 않는다.

**136 답 ③** | 표에서 (가)에 속하는 질병은 세균의 감염에 의해 발병하는 감염성질환이다. (나)는 무좀과 말라리아의 병원체의 특징인데, 무좀은 곰팡이, 말라리아는 원생생물 감염에 의한 감염성질환이다. 곰팡이와 원생생물은 핵막을 갖는 진핵생물이라는 공통점이 있다.

ㄱ. 세균 감염에 의한 감염성질환을 치료할 때 항생제를 사용하며, 항생제는 세균의 증식을 억제한다.

**오답 피하기**

ㄴ. (나)는 무좀과 말라리아의 병원체가 가지는 특징이므로 '핵막을 갖는다.', '진핵생물이다.' 등이 (나)에 해당된다. 곰팡이와 원생생물은 스스로 물질대사를 할 수 있다.

**137 모범 답안** 독감의 병원체는 바이러스로, 스스로 물질대사를 할 수 없기 때문에 숙주세포의 효소와 세포 구조를 이용하여 증식할 수 있다.

**해설** 독감을 일으키는 병원체는 바이러스에 속한다. 바이러스는 세포의 구조를 갖지 않으며, 유전물질인 핵산(DNA 또는 RNA)을 가지고 단백질 껍질로 구성된 구조를 갖는다. 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없기 때문에 증식할 때 숙주세포의 효소와 세포 구조를 이용한다.

	채점 기준	배점(%)
독감의 병원체는 바이러스이며, 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없어 숙주세포의 효소와 세포 구조를 이용해야 한다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우		100
독감의 병원체는 바이러스이며, 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없기 때문이라고 옳게 서술한 경우		80
독감의 병원체가 바이러스이기 때문이라고만 서술한 경우		30

**138 답 ④** | 홍역과 말라리아는 모두 감염성질환이라는 공통점(㉡)이 있다. 감염성질환은 병원체의 감염에 의해 발병하는 질환이다. 홍역의 병원체는 바이러스에 속하며, 말라리아의 병원체는 원생생물에 속한다.

오답 피하기

- ① ‘병원체는 세균이다.’는 ㉠, ㉡, ㉢ 모두에 해당하지 않는다. 홍역의 병원체는 바이러스이고, 말라리아의 병원체는 원생생물이다.
- ② ‘병원체는 핵막을 갖는다.’는 원생생물만이 가지는 특징이므로 ㉢에 해당한다.
- ③ ‘비감염성질환이다.’는 ㉠, ㉡, ㉢ 모두에 해당하지 않는다. 홍역과 말라리아는 모두 감염성질환이다.
- ⑤ ‘병원체는 곰팡이에 속한다.’는 ㉠, ㉡, ㉢ 모두에 해당하지 않는다.

문제 속 자료

병원체의 종류와 특징

특징	바이러스	세균	원생생물	곰팡이
세포 구조	×	○	○	○
효소 (스스로 물질대사 못함)	×	○	○	○
핵막	×	×	○	○
치료제	항바이러스제	항생제	종류에 따라 다양한 치료제	항진균제

- 139 답 ㉤** | 선천성면역은 병원체의 종류나 감염 경험과 관계없이 감염에 신속하게 대응하는 비특이적인 방어작용이다. 피부와 점막은 물리적 방어벽의 역할을 하며 병원체의 침입을 막고, 병원체가 피부를 뚫고 몸속으로 들어왔을 때 식세포 작용과 염증반응으로 신속하게 병원체를 제거한다.
- ㉠. (가)와 (나)는 모두 선천성면역으로 병원체의 종류와 상관없이 비특이적으로 일어난다.
- ㉡. (가)는 점막에서 분비하는 점액에 대한 설명으로, 점액에는 라이소자임이라는 효소가 들어 있다. 라이소자임은 세균의 세포벽을 파괴하는 효소로 세균의 증식을 억제하여 병원체를 제거한다.
- ㉢. (나)는 물리적 방어벽인 피부에 대한 설명으로, 피부는 병원체의 침입을 막는다.
- 140 답 ㉢** | 그림은 선천성면역의 하나인 염증반응을 나타낸 것이다. 염증반응은 병원체가 피부 장벽을 뚫고 침입했을 때 신속하게 병원체를 제거하기 위해 일어난다. 염증반응이 일어나면 백혈구와 큰포식세포가 상처 부위로 모여들어 병원체를 제거하는데, 이 과정에서 부어오름, 열, 통증, 붉어짐 등의 증상이 나타날 수 있다.
- ㉠. 염증반응은 병원체의 종류를 구분하지 않기 때문에 비특이적으로 일어나며 신속하게 일어난다.

㉢. 모세혈관이 확장되고 투과성이 증가함에 따라 백혈구가 상처 부위로 모여든다. 백혈구는 식세포작용으로 병원체를 빠르게 제거한다.

오답 피하기

㉡. 염증반응이 일어나면 비만세포와 단백질이 화학 신호 물질인 히스타민을 분비한다. 히스타민은 피부 근처 모세혈관을 확장시키고, 모세혈관의 투과성을 증가시킨다.

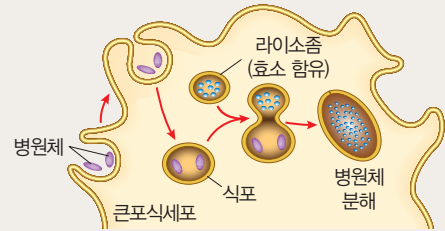
- 141 모범 답안** 백혈구가 세균 X를 세포 안으로 끌어들여 분해하는 식세포작용이 일어나 세균 X가 제거된다.

**해설** 그림은 세균이 피부의 상처를 통해 침입했을 때 일어나는 선천성면역의 하나인 염증반응을 나타낸 것이다. 세균이 침입하면 상처 부위 주변에 있던 비만세포와 단백질이 히스타민을 분비한다. 히스타민은 모세혈관을 확장시키고, 모세혈관의 투과성을 증가시켜 상처 부위로 백혈구가 모이게 한다. 백혈구의 식세포작용으로 세균 X가 제거된다.

채점 기준	배점(%)
식세포작용에 대한 내용을 포함하여 백혈구에 의해 세균이 제거되는 과정을 옳게 서술한 경우	100

보충 자료

백혈구의 식세포작용



대식세포 등의 백혈구는 병원체를 세포 안으로 끌어들이고, 병원체를 둘러싼 식포와 라이소좀이 융합한다. 라이소좀에는 효소가 들어 있어 병원체가 분해된다.

- 142 답 ㉣** | 사람의 선천성면역은 피부와 점막 등 병원체가 몸속으로 들어오는 것을 막는 물리적, 화학적 방어벽과 백혈구의 식세포작용 및 염증반응 등 몸속으로 들어온 병원체를 제거하는 내부 방어로 구분할 수 있다.
- 선천성면역은 병원체의 종류에 관계없이 일어나므로 비특이적 방어작용이며, 병원체의 감염 즉시 일어나므로 후천성면역보다 빠르게 일어난다.
- ㉣. 눈, 콧속, 소화기관, 호흡기관의 표면은 점액을 분비하는 점막으로 덮여 있다. 점막에서 분비하는 점액에 들어 있는 라이소자임이라는 효소가 세균의 세포벽을 파괴하여 세균의 증식을 억제한다.
- 143 답 ㉤** | 후천성면역이 일어나기까지 시간이 걸리므로, 선천성면역이 신속하게 일어나 감염 초기에 대응한다. 또한 선천성면역은 후천성면역을 촉진하고, 후천성면역은 선천성면역의 효과를 높인다. 이처럼 선천성면역과 후천성면역은

서로 영향을 주고받으며 병원체에 대항하고 우리 몸을 보호한다.

**오답 피하기**

- ① 라이소자임은 눈물, 콧물 등에 포함되어 분비되므로, 선천성면역 중 외부 방어에 해당한다.
- ② 선천성면역은 비특이적 방어작용으로, 병원체의 종류를 구별하지 않고 침입 직후 즉시 반응한다.
- ③ 피부와 점막은 병원체의 침입을 물리적으로 차단하는 역할을 하므로 외부 방어에 해당한다.
- ④ 식세포작용과 염증반응은 병원체가 몸속으로 들어온 이후에 작용하는 방어작용으로, 내부 방어에 해당한다.

**144 답 ④** | 체액성면역에서 B림프구가 분화하여 기억세포와 형질세포가 만들어진다. 형질세포는 항원에 특이적으로 결합하는 항체를 생성하고 분비한다.

**오답 피하기**

- ① 후천성면역은 병원체의 종류를 구분하여 일어나는 특이적인 방어작용이다. 특정 병원체의 종류를 인식하고 그 병원체에만 반응하여 제거한다.
- ② 후천성면역은 병원체의 종류를 인식하고 관여하는 림프구가 활성화되는 데 시간이 걸리므로 선천성면역에 비해 천천히 일어난다.
- ③ 후천성면역에는 B림프구와 T림프구가 관여한다. 림프구는 백혈구의 일종으로 항원의 종류를 인식하여 특이적으로 반응한다. B림프구와 T림프구 모두 골수에서 생성되고, B림프구는 골수에서 성숙하며, T림프구는 가슴샘으로 이동하여 가슴샘에서 성숙한다.
- ⑤ 세포성면역에서 항원을 인식한 보조 T림프구가 세포독성 T림프구를 활성화시킨다. 세포독성 T림프구는 감염된 세포를 직접 공격하여 제거한다.

**145 답 (1) ㉠ 보조 T림프구 ㉡ B림프구 ㉢ 큰포식세포**

(2) (라) → (다) → (가) → (나) | (라)에서 ㉠이 병원체를 잡아먹어 분해하고 있으므로 ㉠은 큰포식세포이다. (다)에서 항원 조각을 제시하고 있는 큰포식세포를 통해 항원 조각을 인식하는 ㉡은 보조 T림프구이다. (가)에서 보조 T림프구와 결합하고 있는 ㉢은 B림프구이다. (나)는 항체를 분비하는 형질세포가 항원에 특이적인 항체를 만들어 분비하는 과정이다.

**146 답 ⑤** | 세포독성 T림프구는 감염된 세포를 직접 파괴하는 세포성면역에 관여한다.

**147 답 ③** | 병원체에 감염되면 후천성면역의 하나인 세포성면역이 일어난다. 큰포식세포가 식세포작용으로 병원체를 잡아먹은 다음 항원 조각을 표면에 제시하면, 큰포식세포가 제시한 항원을 보조 T림프구가 인식하여 활성화됨으로써 세포성면역이 시작된다. 활성화된 보조 T림프구는 같은 종류의 항원을 인식하는 세포독성 T림프구를 활성화시킨다.

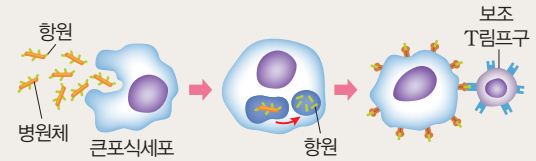
활성화된 세포독성 T림프구는 병원체에 감염된 세포를 직접 공격하여 파괴한다.

**오답 피하기**

ㄷ. 보조 T림프구와 세포독성 T림프구는 모두 T림프구이므로, 골수에서 생성된 후 가슴샘으로 이동하여 성숙한다.

**보충 자료**

**후천성면역의 시작**



- 큰포식세포와 같은 항원 제시 세포는 식세포작용으로 병원체를 분해하여 항원 조각을 세포 표면에 제시한다.
- 제시된 항원을 특이적으로 인식하는 보조 T림프구가 활성화되고 증식하면서 후천성면역이 시작된다.
- 활성화된 보조 T림프구는 B림프구나 세포독성 T림프구를 활성화시켜 체액성면역과 세포성면역이 일어나도록 한다.

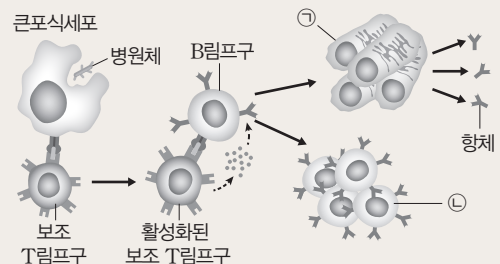
**148 답 ①** | 병원체에 감염되면 큰포식세포가 식세포작용으로 병원체를 잡아먹은 다음 항원 조각을 표면에 제시하고, 보조 T림프구는 큰포식세포가 제시한 항원을 인식하면서 활성화된다. 활성화된 보조 T림프구는 같은 종류의 항원을 인식하는 B림프구를 활성화시킨다. 활성화된 B림프구는 활발하게 증식하고, 형질세포와 기억세포로 분화한다. 형질세포에서 항체를 생성하여 분비하며, 항체는 항원과 결합하여 항원을 제거한다.

**오답 피하기**

- ㄴ. ㉠은 항체를 분비하는 세포이므로, 형질세포이다. ㉡은 병원체의 종류를 기억하는 기억세포이다.
- ㄷ. 동일한 항원을 가진 병원체가 다시 침입하면 그 항원에 대한 기억세포가 형질세포와 기억세포로 빠르게 분화한다.

**문제 속 자료**

**체액성면역**



- 큰포식세포가 병원체를 삼켜 분해한 후 표면에 항원 조각을 제시한다.
  - ➔ 동일한 항원을 인식하는 보조 T림프구가 활성화된다.
  - ➔ B림프구가 보조 T림프구의 자극으로 활성화되고 증식한다.
  - ➔ B림프구가 형질세포(㉠)와 기억세포(㉡)로 분화한다.
  - ➔ 형질세포(㉠)에서 항체를 생성하고 분비한다.
  - ➔ 항체는 특정 항원과만 결합하여 항원을 제거한다.

**149 답 ③** | 병원체가 가지는 항원 X는 독특한 구조를 가지고 있다. 항원의 구조와 맞는 항원 결합 부위를 가진 항체만이 항원과 특이적으로 결합한다.

ㄱ. 그림에서 항원 X는 항체 A와만 결합하여 항원항체반응을 하므로 항체 A는 항원 X에 특이적인 항원 결합 부위를 갖는다.

ㄴ. 항체 A, B, C는 항원 결합 부위의 구조가 모두 다르다.

**오답** 피하기

ㄷ. 항원은 면역반응을 유발하는 물질로, 주로 외부에서 들어온 병원체에 있다. 형질세포에서 분비하는 것은 항체이다.

**150** **모범 답안** (1) 항체가 항원과 연쇄적으로 결합하여 덩어리가 형성되면 병원체가 이동하기 어려워지며, 큰포식세포의 식세포작용을 통해 병원체를 효과적으로 제거할 수 있다.

(2) 항체는 특정 항원과만 결합할 수 있는 항원 결합 부위를 가지므로, 항원마다 이에 특이적으로 결합하는 항체가 만들어지기 때문이다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	항원항체의 연쇄적 결합, 덩어리 형성, 큰포식세포의 식세포작용을 모두 포함하여 항원항체반응이 우리 몸의 방어작용에 효과적인 까닭을 옳게 서술한 경우	50
	항원항체의 연쇄적 결합, 덩어리 형성, 큰포식세포의 식세포작용 중 두 가지를 포함하여 항원항체반응이 우리 몸의 방어작용에 효과적인 까닭을 옳게 서술한 경우	30
(2)	항체의 항원 결합 부위, 항체가 특정 항원과만 결합함, 항원마다 특이적인 항체가 만들어진다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	50
	항체의 항원 결합 부위, 항체가 특정 항원과만 결합함, 항원마다 특이적인 항체가 만들어진다는 내용 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	30

**151 답 ②** | 항체는 두 군데의 항원 결합 부위를 가지고 있으며, 한 종류의 항체는 한 종류의 항원 결합 부위를 갖는다.

ㄴ. 항체 c의 항원 결합 부위는 병원체 A~C에 있는 삼각형 모양의 항원과 특이적으로 결합한다. 삼각형 모양의 항원은 병원체 A~C 모두에 있으므로 항체 c는 세 병원체와 모두 결합한다.

**오답** 피하기

ㄱ. 항체 a의 항원 결합 부위는 병원체 C에 있는 네모 모양의 항원과 특이적으로 결합한다. 병원체 A에는 네모 모양의 항원이 없으므로 항체 a는 병원체 A와 결합하지 않는다.  
 ㄷ. 항체 a와 b는 서로 다른 항원 결합 부위를 갖는다. 한 종류의 항체는 한 종류의 형질세포에서 분비되므로 항체 a와 b는 서로 다른 형질세포에서 분비된다.

**152 답 ④** | 항체를 분비하는 세포 ㉠은 형질세포이다. A는 항원 결합 부위로, 항원이 항체에 특이적으로 결합하는 부위이다. 항원 결합 부위의 구조는 항체의 종류에 따라 다르다.

**153 답 ①** | 민수는 응집원을 갖지 않으므로 ABO식 혈액형은 O형이며, 태영이는 A형이다. 민수, 태영, 정원이의 혈액형이 서로 다르다고 했으므로, 정원이는 B형 또는 AB형 중 하나인데, 정원이는 응집소를 가지므로 B형이다.

**오답** 피하기

ㄴ. O형인 민수의 혈구에는 응집원이 없고, A형인 태영이의 혈장 ㉡에는 응집소 β가 있으므로, (가)와 ㉡을 섞으면 응집반응이 일어나지 않는다.

ㄷ. 정원이는 B형이므로, 혈장 ㉢에 응집소 α가 들어 있다.

**154 답 ③** | ㄱ. ㉠은 영재 혈액의 적혈구 표면과 응집반응을 하는 응집소이다. 영재는 A형이므로 응집원 A를 가진다. 따라서 ㉠은 응집소 α이다.

ㄴ. ㉠은 응집소 α, ㉡은 응집소 β이다. 응집소 α, β를 모두 있는 어머니는 O형, 응집소 α는 있지만 β는 없는 누나는 B형임을 알 수 있다. 철수는 A형이므로, O형인 어머니 사이에서 A형, B형 자녀를 두려면 아버지는 AB형이어야 한다. 따라서 아버지는 ㉢(응집소 β)이 없다.

**오답** 피하기

① ㄷ. B형인 누나는 응집원 B를 가지므로 응집소 β를 가지는 어머니에게 수혈할 수 없다.

**155** **모범 답안** (1) ABO식 혈액형은 B형이고, Rh식 혈액형은 Rh<sup>-</sup>형이다.

(2) 응집반응이 일어난다. 영수의 혈장에는 응집소 α가 있으므로 A형 혈액의 적혈구 표면에 있는 응집원 A와 응집반응이 일어나기 때문이다.

**해설**

항A 혈청에는 응집소 α가, 항B 혈청에는 응집소 β가, 항Rh 혈청에는 Rh 응집소가 들어 있다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	영수의 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형을 모두 옳게 쓴 경우	50
	영수의 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형 중 한 가지만 옳게 쓴 경우	25
(2)	응집반응이 일어난다라 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 옳게 서술한 경우	50
	응집반응이 일어난다라고만 쓴 경우	20

**156 답 ㄴ** | (가)의 혈구는 (나)의 혈장과 응집반응을 일으키므로 (가)의 적혈구 표면에는 응집원이 있다. 따라서 (가)는 Rh<sup>+</sup>형이다. (가)의 혈구와 (나)의 혈장을 섞었을 때 일어나는 응집반응은 응집원과 응집소 사이의 항원항체반응이다.

**오답** 피하기

ㄷ. (가)의 혈구(Rh 응집원)와 (다)의 혈장을 섞었을 때 응집반응이 일어나지 않았으므로, 사람 (다)의 혈장에는 Rh 응집소가 없다.

**157 답 ⑤** | 항원항체반응의 특이성을 이용하여 특정 항원에 결합하는 항체를 부착한 자가진단 키트를 만들면 특정 항원의 감염 여부를 확인할 수 있다.

**오답 피하기**

- ① 적혈구 세포막의 응집원과 혈장의 응집소가 응집하는 것은 일종의 항원항체반응이며, 이를 이용하여 혈액형을 판정할 수 있다.
- ② ABO식 혈액형이 A형인 사람의 혈액과 B형인 사람의 혈액을 섞으면 A형의 응집원 A와 B형의 응집소  $\alpha$ 가, A형의 응집소  $\beta$ 와 B형의 응집원 B가 결합하여 각각 항원항체반응이 일어난다.
- ③ 수혈 전에 혈액형을 판정하여 서로 같은 혈액형끼리 수혈해야 한다.
- ④ ABO식 혈액형이 같고, Rh식 혈액형 Rh<sup>-</sup>형인 두 사람의 혈액을 섞으면 항원항체반응이 일어나지 않는다.

**158 답 ③** | 동일한 항원이 재침입하면 기억세포에 의해 2차 면역반응이 일어난다.

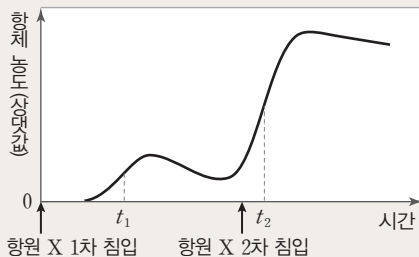
ㄷ.  $t_2$ 일 때 몸속에는 1차 면역반응에서 만들어진 X에 대한 기억세포가 있으므로 기억세포로부터 분화된 형질세포에 의해 다량의 항체가 빠르게 만들어진다.

**오답 피하기**

- ㄱ.  $t_1$ 일 때 항원 X에 대한 1차 면역반응이 일어나 소량의 항체가 천천히 만들어진다.
- ㄴ.  $t_2$ 일 때 항원 X에 대한 2차 면역반응이 일어났고, 기억세포가 형질세포로 분화한다.

**문제 속 자료**

**1차 면역반응과 2차 면역반응**



- 항원 X의 1차 침입 시 항체가 소량 생성되었으므로 1차 면역반응이 일어났음을 알 수 있다.
- 항원 X의 2차 침입 시 항원 X에 대한 2차 면역반응이 일어났다. 1차 면역반응에서 만들어진 기억세포는 빠르게 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포에서 다량의 항체를 빠르게 만든다.

**159 답 ⑤** | 생쥐 A로부터 분리한 림프구 ㉠은 항원 X에 대한 기억세포이다. 항원 X와 Y를 동시에 생쥐 B에게 주사하였을 때 항체 X를 다량으로 생성하는 2차 면역반응이 나타났으므로 기억세포임을 알 수 있다. 그림 (나)에서 항체 Y는 생쥐 B에서 1차 면역반응이 일어나 생성된 것으로, 생쥐 B의 B림프구로부터 분화된 형질세포에서 생성된 것이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 림프구 ㉠은 기억세포이다.

**160 답 ④** | 병원체 ㉠을 주사했을 때 항원 P에 대한 항체가 소량 만들어졌다. 이는 항원 P에 대한 1차 면역반응이 일어난 것이므로 ㉠에는 항원 P가 있다. 병원체 ㉠을 주사했을 때는 항원 P에 대한 항체가 빠르게 다량으로 만들어졌고, 항원 Q에 대한 항체는 소량 만들어졌다. 이는 ㉠을 주사했을 때 P에 대한 기억세포가 만들어졌기 때문이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 병원체 ㉠에는 항원 P가 있다.

**161 모범 답안** 병원체 X에 대한 백신을 접종하면 X의 항원에 대해 항체를 생성하는 형질세포와 기억세포가 만들어진다. 이후 실제 X에 감염되면 기억세포가 빠르게 활성화되어 다량의 항체를 빠르게 생성하는 체액성면역반응이 일어나므로 X를 효과적으로 제거할 수 있다.

**해설** 백신을 접종하면 1차 면역반응이 일어나 기억세포가 형성되므로 실제 병원체에 감염되었을 때 2차 면역반응이 일어날 수 있다.

채점 기준	배점(%)
기억세포 형성, 체액성면역, 2차 면역반응의 특징을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100
기억세포 형성, 체액성면역, 2차 면역반응의 특징 중 두 가지를 포함하여 옳게 서술한 경우	60

**162 답 ②** | ㄷ. 사백신은 몸속에서 증식할 수 없도록 불활성화한 병원체를 사용하여 만든 백신이다.

**오답 피하기**

- ㄱ. (가)는 병원체의 항원을 암호화하는 핵산을 사용하는 핵산백신이다. (나)는 사백신이다.
- ㄴ. (가), (나)와 같은 백신은 모두 감염성질환을 예방하기 위한 것이다.

**163 답 ③** | ㄱ. (나)에서 집단 A의 닭에 병원체 X를 주사하였더니 모든 닭이 질병 Q에 걸려 죽었으므로, 질병 Q는 병원체 감염으로 발병하는 감염성질환이다.

ㄷ. (다)에서 일정 시간이 지난 후 집단 B의 회복된 닭(㉠)에게 병원체 X를 2차 주사하였을 때 모두 Q에 걸리지 않았다는 것은 Q에 대한 예방이 가능함을 의미한다. 이는 집단 B의 회복된 닭의 몸속에 병원체 X에 대한 기억세포가 있어 2차 주사 시 빠르게 2차 면역반응이 일어날 수 있었기 때문이다.

**오답 피하기**

ㄴ. (나)에서 집단 B의 닭에 병원성을 약화시킨 X(㉡)를 주사하였더니 질병 Q의 가벼운 증상이 나타났지만 곧 회복하였다. 따라서 병원체 X를 이용하여 질병 Q를 예방하기 위한 생백신을 만들 수 있다.

164 답 ④ | 나. 백신은 감염성질환을 예방하기 위해 만들어졌으며, 백신을 접종하면 집단 면역이 형성되어 감염성질환을 예방하는 데에 도움이 된다.

ㄷ. 백신의 종류에는 제조 방법에 따라 생백신, 사백신, 재조합 백신, 핵산 백신 등이 있다.

오답 피하기

ㄱ. 백신은 약화된 병원체나 병원체의 항원 단백질 등으로 만든다. 따라서 백신을 접종하면 약화된 병원체나 항원에 대해 1차 면역반응이 일어나서 기억세포가 만들어진다.

문제 속 자료

백신의 종류

생백신 (약독화 백신)	<ul style="list-style-type: none"> <li>독성을 약화시킨 병원체를 사용한 백신</li> <li>면역반응을 유도하는 효과가 확실하다.</li> </ul>
사백신 (불활성화 백신)	<ul style="list-style-type: none"> <li>몸속에서 증식하지 못하도록 불활성화시킨 병원체를 사용한 백신</li> <li>면역반응을 유도하는 효과가 생백신에 비해 약하므로 여러 번 접종한다.</li> </ul>
재조합 백신	<ul style="list-style-type: none"> <li>병원체에서 유래한 항원이나 항원 결정 부위를 사용한 백신</li> </ul>
핵산 백신	<ul style="list-style-type: none"> <li>항원을 암호화하는 DNA나 RNA를 사용한 백신</li> <li>유전물질로부터 항원이 만들어져 면역반응을 일으킨다.</li> </ul>

165 모범 답안 백신을 만드는 방법에 따라 (가)는 병원체 자체를 이용하여 만든 백신, (나)는 병원체의 항원 단백질이나 유전정보를 이용하여 만든 백신으로 분류한 것이다.

해설 (가)의 생백신은 병원체의 독성을 약하게 하여 만든 것이고, 사백신은 병원체를 죽여서 만든 것으로, 둘 다 병원체 자체를 이용한 백신이다. (나)의 핵산 백신은 병원체의 유전물질(핵산)을 직접 주입하여 사람의 몸속에서 항원이 만들어지도록 하는 백신이고, 재조합 백신은 병원체의 항원 단백질을 이용하는 백신이다.

채점 기준	배점(%)
분류 기준인 백신 제작 방법을 (가)는 병원체 자체를 이용한 백신이고, (나)는 유전공학 기술을 이용한 백신이라는 내용을 구분하여 옳게 서술한 경우	100
백신 제작 방법에 따라 분류했다는 내용만 포함하여 옳게 서술한 경우	40

166 모범 답안 천연두 백신 접종을 시작한 뒤, 백신을 접종한 사람에게서 천연두 바이러스에 대한 면역반응이 일어나 병원체를 빠르게 제거하게 되어 병에 걸리거나 사망하는 경우가 크게 줄어들었기 때문이다.

채점 기준	배점(%)
백신 접종을 시작한 뒤 면역반응이 일어나 병원체를 빠르게 제거하게 되었다는 내용을 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	100
백신을 접종했기 때문이라고만 서술한 경우	50

III

생명의 연속성과 다양성

167 답 ④ | DNA의 기본 단위는 뉴클레오타이드이며, 염색체의 응축은 세포 분열 시 일어나며, 염색체가 응축되어도 뉴클레오솜 구조는 유지된다. 1분자의 DNA에는 여러 개의 유전자가 있다.

168 모범 답안 (1) ㉠ 뉴클레오솜 ㉡ DNA ㉢ 뉴클레오타이드 (2) 같다. 염색분체는 DNA가 복제되어 만들어진 것이므로 (가)와 (나)의 유전정보는 서로 같다.

해설 그림에서 (가)와 (나)가 동원체로 연결되어 있으므로 복제를 통해 형성된 염색분체임을 알 수 있다.

(서울형 TIP) (가)와 (나)는 복제를 통해 형성되어 유전정보가 같다는 내용을 포함하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
같다라 쓰고, 유전정보가 같은 까닭을 (가)와 (나)가 염색분체라는 사실을 바탕으로 옳게 서술한 경우	100
유전정보가 같다는 사실만 옳게 쓴 경우	30

169 답 ② | 염색체의 구성 성분인 ㉡은 히스톤 단백질, ㉢은 DNA이다. ㉠은 뉴클레오솜이다. DNA(㉢)에는 유전정보가 저장되어 있으며, 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

170 답 ② | (가)는 유전자, (나)는 유전체, (다)는 DNA이다.

171 답 ④ | 나. 동원체 부분이 연결된 2개의 염색분체로 이루어진 염색체 (가)는 세포분열 전 DNA가 복제되어 만들어진 것으로, 두 가닥의 유전정보가 서로 같다.

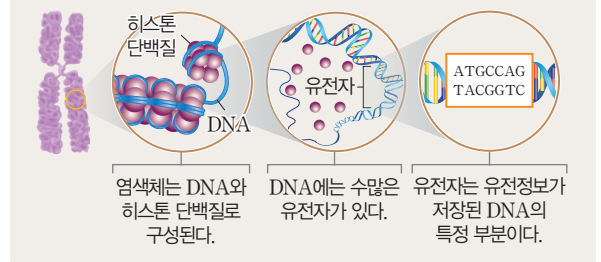
ㄷ. (가)와 (나) 모두 뉴클레오솜으로 구성된다.

오답 피하기

ㄱ. 막대 모양으로 응축된 형태인 염색체 (가)는 세포주기 중 분열기의 세포에서 관찰된다. 간기에 염색체는 실 모양으로 풀어진 상태로 존재한다.

문제 속 자료

염색체, DNA, 유전자의 관계



172 모범 답안 (가) 시기에는 실과 같은 형태로 존재하여 유전정보가 사용되기 쉽다. (나) 시기에는 응축되어 짧은 막대 모

양으로 존재하는데, 세포분열 시 DNA가 손상되지 않고 딸세포로 나누어져 이동할 수 있기 때문이다.

**(서술형 TIP)** 세포분열 시 염색체가 응축되는 까닭을 유전물질의 안전한 분리와 관련지어 설명하면 좋다.

채점 기준	배점(%)
(가)와 (나) 시기의 염색체의 형태를 옳게 비교하고, 형태가 변하는 까닭을 유전정보의 사용과 DNA의 안전한 분리 및 이동과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
(가)와 (나) 시기의 염색체의 형태만 옳게 비교한 경우	40

**173** 답 ④ | 생식세포의 핵상은  $n$ 이고, 체세포의 핵상은  $2n$ 이다.

**오답 피하기**

- ① 남자와 여자는 핵형이 다르다.
- ③ 핵상은 1개의 세포에 들어 있는 염색체의 상대적인 수를 말한다. 염색체의 크기와 모양 등의 외형적 특징을 핵형이라고 한다.
- ⑤ 사람 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=46$ 이다.

**174** **모범 답안** (1) ㉠ A ㉡ B ㉢ d

(2) 다르다. 염색체 (가)와 (나)는 부모로부터 1개씩 물려받은 상동염색체이므로 유전정보가 서로 다르다.

**해설** 염색체 (가)와 (나)는 1번 염색체 한 쌍이므로 부모로부터 1개씩 물려받은 상동염색체이며, 같은 위치에 특정 형질을 결정하는 대립유전자를 1개씩 가지고 있다.

**(서술형 TIP)** 부모로부터 1개씩 물려받았다는 내용을 포함하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
(1) ㉠~㉢에 해당하는 유전자를 모두 옳게 쓴 경우	30
(2) 부모로부터 1개씩 물려받은 상동염색체라는 내용을 포함하여 유전정보의 차이를 옳게 서술한 경우	70
유전정보가 다르다는 것만 옳게 쓴 경우	20

**175** 답 ① | ㄱ. 생물종 A의 체세포 1개에 들어 있는 염색체 수가 24개이므로 생식세포에는 그 절반인 12개의 염색체가 들어 있다.

**오답 피하기**

- ㄴ. 1개의 염색체에는 수많은 유전자가 정해진 위치에 있다.
- ㄷ. 생물종 B와 C는 염색체 수는 같지만 서로 다른 종이므로, 핵형이 서로 다르다.

**176** 답 ③ | (가)는 X염색체가 2개이므로 여자이고, (나)는 X염색체와 Y염색체를 1개씩 가지므로 남자이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 남자(나)의 체세포의 핵상과 염색체 수는  $2n=44+XY$ 이다.

**177** 답 ③ | ㉠과 ㉡는 각각 부모로부터 물려받았으며, 크기와 모양이 같은 상동염색체이다. 이 사람은 성염색체로 X염색체와 Y염색체를 1개씩 가지는 남자이다.

ㄷ. 핵형분석 결과에서 염색체는 1개의 염색체가 2개의 염색분체로 구성되어 있으므로 염색체 수는 46개, 염색분체의 수는 92개이다.

**오답 피하기**

ㄴ. ㉠과 ㉡는 각각 부모로부터 1개씩 물려받은 상동염색체이므로 유전정보가 일치하지 않는다.

**178** 답 ③ | 염색체가 풀어져 있는 (가)는 간기이며, 염색체가 응축되어 막대 모양인 (나)는 전기, 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있는 (다)는 중기, 염색분체가 분리되는 (가)는 후기이다.

ㄱ. 중기 (다)에 각각의 상동염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으며, 후기(가)에 분리되는 것은 염색분체이므로 체세포 분열에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄷ. (다)에서 상동염색체가 세포 중앙에 각각 배열되어 있다. 2가 염색체는 생식세포 형성 과정에서 상동염색체가 접합하여 형성된다.

**179** 답 ① | ㉠은 감수 1분열이 일어나기 전 모세포, ㉡은 감수 1분열이 끝난 딸세포, ㉢과 ㉣은 감수 2분열이 끝난 딸세포이다. (나)는 유전물질의 복제가 끝난 뒤, 감수 1분열이 일어나기 전의 상태이므로 ㉠의 염색체를 나타낸 것이다. 이 동물은 성염색체를 XY로 가지므로 수컷이다.

**오답 피하기**

ㄴ. 감수 2분열에서는 염색분체가 분리되므로 분열 전후의 세포 1개당 염색체의 수는 같다.

ㄷ. 감수 1분열 과정에서 상동염색체가 분리되므로 ㉢과 ㉣은 유전자 구성이 다르다. 따라서 성염색체 구성도 다르다.

**180** 답 ③ | (가)는 2가 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기의 세포이고, (나)는 상동염색체가 각각 세포 중앙에 배열되어 있으므로 체세포분열 중기의 세포이다. ㄷ. (가)와 (나)는 모두 4개의 염색체를 가지며, 각 염색체에 동원체가 1개씩 있으므로 동원체 수가 4개로 같다.

**오답 피하기**

ㄴ. 체세포분열 과정(나)에서는 염색분체가 분리된다. 생식세포 형성 과정(가)에서 상동염색체가 분리된다.

**181** **모범 답안** (1) t

(2) (가)는 B, (나)는 A의 세포이다. (나)는 대립유전자 T만 2개 있지만 (다)는 대립유전자 t가 있으므로 다른 개체이며, (가)와 (나)는 성염색체 구성이 다르므로 서로 다른 개체의 세포이다. 따라서 (가)와 (다)가 같은 개체인 B의 세포이며, (나)는 A의 세포이다.

**해설**

(나)는 유전자형이 TT이므로 대립유전자 t를 가지는 (다)와 다른 개체의 세포이다. (가)에는 진한 색 큰 염색

체가 2개이지만, (나)는 진한 색 작은 염색체와 진한 색 큰 염색체를 1개씩 가지므로 진한 색 염색체가 성염색체이며 (가)와 (나)가 다른 개체의 세포임을 알 수 있다. 따라서 (가)와 (다)는 같은 개체인 B의 세포이며, (나)는 A의 세포이다. **[서술형 TIP]** 그림에 나타난 핵형의 차이와 유전자형의 차이를 통해서 한 개체와 다른 개체의 세포를 구분하면, (가)~(다)가 어떤 개체의 세포인지 추정할 수 있다.

채점 기준		배점(%)
(1)	t라고 옳게 쓴 경우	30
(2)	(가)와 (나)가 어떤 개체의 세포인지 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 제시된 그림의 핵형과 유전자형을 근거로 옳게 서술한 경우	70
	(가)와 (나)가 어떤 개체의 세포인지만 옳게 서술한 경우	30

**182 답 ④** | 구간 I에서 DNA의 복제가 일어나며, 구간 II는 감수 1분열을 포함하므로 2가 염색체를 관찰할 수 있다.

**오답 피하기**

ㄷ. 구간 III에서 감수 2분열이 일어날 때 염색분체가 분리되므로 분열 전후의 핵상은 변화 없다. ( $n \rightarrow n$ )

**183 답 ③** | ㄱ. (가)는 생식세포 형성 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량 변화이므로, 구간 I에서 DNA 복제가 일어난다.

ㄴ. 세포 (나)는 유전물질이 복제된 상태이고, 대립유전자 T와 t를 모두 가지므로 감수 1분열이 끝나기 전인 구간 II에서 관찰된다.

**오답 피하기**

ㄷ. 구간 III은 감수 1분열에서 상동염색체가 분리된 이후 감수 2분열이 진행 중인 시기이므로 III의 세포는 대립유전자 T와 t 중 1개만 가진다.

**184 답 ③** | 핵 1개당 DNA 상대량이 증가하는 구간 II는 S기이며, 구간 I은 G<sub>1</sub>기, III은 G<sub>2</sub>기와 M기가 포함된다.

ㄷ. 체세포분열 후기에 염색분체가 분리된다.

**오답 피하기**

ㄱ. 염색체가 가장 응축된 시기는 분열기이므로 구간 III에 있다.

ㄴ. S기에 해당하는 구간 II에 DNA 복제를 통해 유전물질이 증가하지만 증가된 유전물질은 동원체로 연결된 염색분체이기 때문에 염색체 수는 변하지 않는다.

**185 모범 답안** 구간 C, 세포 (나)는 핵상과 염색체 수가  $n=2$ 이며, 상동염색체가 없는 염색체가 세포 중앙에 배열되어 있으므로 감수 2분열 중기의 세포이다. 따라서 (가)에서 감수 2분열에 해당하는 C에서 관찰된다.

**해설** (가)의 구간 A에는 간기의 세포가 포함되며, B에는 감수 1분열 중인 세포와 감수 1분열을 마친 세포가, C에는

감수 2분열 중인 세포와 감수 2분열을 마친 세포가 포함된다. (나)는 각각의 염색체가 세포 중앙에 늘어서 있으며 상동염색체가 존재하지 않기 때문에 감수 2분열 중기의 세포임을 알 수 있다.

**[서술형 TIP]** (나)의 핵상과 상동염색체의 존재 여부를 토대로 어느 구간에서 관찰할 수 있는 세포인지를 서술한다.

채점 기준	배점(%)
구간 C라 쓰고, 세포의 핵상과 분열 후의 상태를 기준으로 구간 C의 세포임을 옳게 서술한 경우	100
구간 C만 옳게 쓴 경우	30

**186 답 ㄱ, ㄴ** | (나)의 세포는 상동염색체가 1개만 있으며, 염색분체 분리가 일어나지 않았으므로 ㉠이다.

ㄴ. ㉠은 감수 1분열 중기의 세포이므로 과정 I에서 DNA의 복제가 일어난다.

**오답 피하기**

ㄷ. 과정 II에서 상동염색체가 분리되면서 생식세포의 유전적 다양성이 증가한다. III에서는 염색분체가 분리되므로 감수 1분열 결과 형성된 딸세포와 유전자 구성이 동일한 딸세포가 생성된다.

**187 모범 답안** (1) ㉠과 ㉡은 각각 부계와 모계에서 1개씩 물려받은 상동염색체로, 같은 위치에 대응하는 대립유전자가 있지만 유전자 구성은 서로 다를 수 있다.

(2) (가)의 감수분열은 생식세포의 유전적 다양성을 증가시키고, 염색체 수를 절반으로 줄여 세대 간 염색체 수를 일정하게 유지함으로써 생명의 연속성을 보장한다. (나)의 유성생식은 부계와 모계의 유전자가 결합되어 새로운 유전자 조합이 형성되므로 자손의 유전적 다양성을 증가시킨다.

**[서술형 TIP]** (2) 생식세포 형성 과정을 통해 생식세포의 유전적 다양성이 증가하고 세대 간 염색체 수가 일정하게 유지되며, 유성생식을 통해 자손의 유전적 다양성이 증가한다는 내용을 포함하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
(1) 제시한 단어를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	40
제시한 단어 중 두 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	20
(2) (가)에 의한 생식세포의 유전적 다양성 증가와 (나)에 의한 자손의 유전적 다양성 증가를 모두 포함하여 옳게 서술한 경우	60
	(가)에 의한 생식세포의 유전적 다양성 증가와 (나)에 의한 자손의 유전적 다양성 증가 중 한 가지만 옳게 서술한 경우

**188 답 ④** | 상동염색체가 짝을 이루어 2가 염색체를 형성하였으므로 감수 1분열 전기의 세포이다.

ㄱ. 대립유전자 A와 a, B와 b가 각각 서로 다른 염색체에 있으므로, 동물 X의 생식세포가 형성될 때 가능한 유전자형의 조합은 AB, Ab, aB, ab로  $4(=2^2)$ 가지이다.

ㄴ. 유전자 A와 B는 서로 다른 염색체에 존재하므로, 각각 절반의 확률로 분리되어 딸세포가 형성된다. 즉, 생식세포가 유전자 A를 가질 확률이  $\frac{1}{2}$ , 유전자 B를 가질 확률이  $\frac{1}{2}$ 이므로, 두 사건이 동시에 일어날 확률은  $\frac{1}{4}$ 이다.

**오답 피하기**

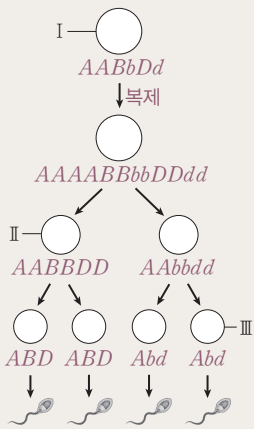
ㄷ. 수정이 일어날 때 자손의 염색체 조합 수는 수컷과 암컷에서 형성되는 생식세포의 조합 수를 곱한 값으로,  $16(=2^2 \times 2^2)$ 가지이다.

- 189 답 ⑤** | ㄱ, ㄴ, (다)는 유전자 A의 DNA 상대량이 2이고, 유전자 b와 d의 DNA 상대량이 1이므로 G<sub>1</sub>기의 세포 I (AABbDd)이다. A의 DNA 상대량이 2이고, b와 d의 DNA 상대량이 0인 (가)는 세포 II (AABBDD)이다. 따라서 (나)는 세포 III (Abd)이므로, ㉠은 1, ㉡은 1이다.  
 ㄷ. (다)는 세포 I (2n=6)이므로, 이 세포에서 생식세포 형성 과정을 통해 형성될 수 있는 생식세포의 염색체 조합 수는  $8(=2^3)$ 가지이다.

**문제 속 자료**

**유전자형인 AABbDd인 세포의 생식세포 형성 과정 각 단계별 유전자 구성**

감수 1분열에서 상동염색체가 분리되고 감수 2분열에서 염색분체가 분리되는 것을 바탕으로 각 세포가 가지는 대립유전자의 수를 고려하여 유전자형을 정리하면 그림과 같다.



- 190 답 ⑤** | (가)의 달팽이는 껍데기 색깔과 무늬에서 다양한 변이가 있다.  
 ㄴ. (나) → (다) 과정에서 A와 B 형질을 가진 개체가 증가한 것으로 보아 껍데기 색깔과 무늬는 자손에게 유전되는 것을 알 수 있다.  
**오답 피하기**  
 ㄱ. (나) → (다) 과정에서 C는 자손을 남기지 못하였으므로 C의 껍데기 색깔과 무늬와 관련된 대립유전자가 사라져 대립유전자빈도가 변화하였다.

- 191 답 ④** | (가)에서 세균 집단에는 항생제 내성에 대한 변이를 가진 세균이 있었다. 항생제를 지속적으로 처리하여 항생제 내성이 있는 세균의 비율이 증가하면서 대립유전자빈도의 변화가 일어났다.

**오답 피하기**

ㄴ. (나) → (다) 과정에서 항생제 처리로 항생제 내성 세균이 더 많이 살아남았다.

- 192 모범 답안** (1) (다) → (라) → (나) → (가)

(2) • 대립유전자빈도의 변화 경향성: 어두운 날개 색깔 대립유전자빈도가 증가하였다.

• 환경적 요인: 주변 환경과 비슷한 어두운 몸 색깔을 가진 애벌레가 포식자에게 덜 잡아먹혀 더 많이 살아남아 더 많은 자손을 남겼다.

**해설** 자연선택에 의한 진화는 '과잉 생산과 변이 → 생존경쟁과 자연선택 → 유전과 진화'의 순서로 일어난다. 나비의 애벌레는 포식자의 눈에 덜 띄는 어두운 몸 색깔을 가진 개체가 더 많이 살아남는다. 자연선택 과정을 통해 개체군의 대립유전자빈도가 변화하고 진화가 일어났다.

**[서술형 TIP]** 주변 환경과 비슷한 보호색을 가진 애벌레 개체가 더 많이 살아남아 더 많은 자손을 남긴다는 내용을 포함하여 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	(다) → (라) → (나) → (가)라고 옳게 쓴 경우	30
(2)	대립유전자빈도의 변화 경향성과 변화가 발생한 환경적 요인을 모두 옳게 서술한 경우	70
	대립유전자빈도의 변화 경향성과 변화가 발생한 환경적 요인 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	35

- 193 답 ⑤** | ㄱ, ㄷ. A와 B 과정을 거쳐서 가늘고 긴 부리를 가진 갈라파고스핀치만 살아남았다. 살아남은 갈라파고스핀치의 부리 모양을 근거로 이 섬의 먹이는 나무 튼의 곤충임을 유추할 수 있다.

ㄴ. A 과정 이전의 갈라파고스핀치 집단은 다양한 부리 모양을 가지므로 변이가 있다.

- 194 답 ③** | 갈라파고스핀치는 지리적으로 격리된 후, 섬마다 먹이 환경이 달라 오랜 세월 동안 독자적으로 진화하였다. 그 결과, 섬마다 서로 다른 부리 모양을 가진 갈라파고스핀치가 분포하게 되었다.

**오답 피하기**

ㄱ. 갈라파고스핀치는 생물이 특정 환경에서 다르게 진화함을 보여 주는 생물지리학적 연구 사례이다.

ㄴ. 각 지층에서 발견되는 화석의 변화를 통해 생물이 변해 온 과정을 유추하는 것은 화석 연구 사례에 해당한다.

- 195 답 ④** | ㄱ. 동물 배아의 초기 발생 과정에서 해부학적 구조의 유사성을 연구한 것으로, 진화발생학적 연구에 해당한다.

ㄷ. 발생 과정에서 척삭의 형성 유무를 확인하는 연구는 진화발생학적 연구 사례 중 하나이다. 척삭동물은 일생의 한 시기에 척삭을 가지기 때문에 성체에 척삭이 나타나지 않을 수 있다.

**오답** 피하기

ㄴ. 아가미류는 어류의 경우 아가미로 분화하며, 파충류, 조류, 포유류는 턱과 귀의 일부로 분화하여 성체에는 남아 있지 않다.

**196** 답 ⑤ | ㄱ. 아미노산서열의 차이를 통한 연구이므로 분자진화학적 연구에 해당한다.

ㄴ. 사람과 차이나는 아미노산의 수가 양은 10이고 거북은 15이므로, 사람과 양의 유연관계가 사람과 거북의 유연관계보다 가깝다.

ㄷ. 사람 대비 차이나는 아미노산의 수가 많을수록 사람과의 유연관계가 먼 생물이다.

**197** **모범 답안** 고래는 뒷다리의 골격이 발달한 육상에 살던 조상 포유류에서 진화하여, 점차 수중 생활에 적응하였다. 그 과정에서 뒷다리 골격은 퇴화하여 흔적만 남게 되었으며, 앞다리는 지느러미로 변하여 수중 생활에 적합한 형태로 진화하였다.

**해설** 고래의 조상은 육상에 서식하며 네 발로 걸었다. 하지만, 서식 환경이 물속으로 바뀌면서 오랜 진화를 거쳐 뒷다리 골격은 퇴화하여 흔적만 남게 되었으며, 머리의 골격은 커지고 몸은 유선형이 되었다.

**(서술형 TIP)** 주어진 그림에서 나타난 고래의 뒷다리가 변화해 온 경향을 서식 환경의 변화와 연관 지어 서술한다.

채점 기준	배점(%)
뒷다리 골격 구조가 변화해 온 경향을 서식 환경의 변화와 연관 지어 옳게 서술한 경우	100
뒷다리 골격의 변화 경향만 옳게 서술한 경우	50

**198** 답 ⑤ | ㄱ, ㄴ. 생존에 불리한 개체가 도태되었으므로 요인 X는 자연선택이다. 자연선택(X)에 의해 A의 대립유전자 빈도가 증가하여 개체군의 유전자풀이 변화한다.

ㄷ. 생존에 유리한 형질을 나타내게 하는 대립유전자 A를 가진 개체가 더 잘 살아남아 번식하여 더 많은 자손을 남긴다.

**199** 답 ② | ㄴ. (나)는 유전적 부동 중 병목효과에 해당하며, 북방코끼리바다표범의 무분별한 포획은 병목효과의 원인이 된다.

**오답** 피하기

ㄱ. (가)는 유전자흐름 중 유입에 해당한다. 큰달맞이꽃의 출현은 돌연변이의 예이다.

ㄷ. (다)는 돌연변이에 해당한다. 말라리아가 번성하는 지역에서 낫모양적혈구빈혈증이 생존에 유리하게 작용하는 것은 자연선택의 예이다.

**보충 자료**

유전자풀을 변화시키는 네 가지 요인

돌연변이	새로운 대립유전자가 생성
자연선택	생존에 유리한 대립유전자의 증가
유전적 부동	우연한 사건으로 인한 변화
유전자흐름	유전자의 유입이나 유출

**200** 답 ① | 유전자흐름과 나머지를 분류하는 기준인 ㉠은 '유전자의 유입이나 유출이 일어났다.'이다. ㉡는 새로운 유전자를 생성시키는 요인에 해당하므로 돌연변이이다. 유전적 부동과 자연선택을 분류하는 기준인 ㉢은 '우연에 의한 무작위적 변화가 발생했다.'이므로 ㉣는 유전적 부동, ㉤는 자연선택이다.

**오답** 피하기

ㄴ. ㉡는 돌연변이이다.

ㄷ. 유전적 부동은 무작위적으로 일어나는 현상이므로 방향성을 나타내지 않는다.

**201** **모범 답안** 유전적 부동, 자연재해와 같은 우연한 사건으로 인해 개체군의 대립유전자빈도가 무작위적으로 변하면서 유전자풀이 변화한다.

**해설** 태풍으로 인해 무작위로 살아남은 개체 중에 갈색이 많았고, 시간이 지나 섬의 도마뱀이 대부분 갈색이 되었기 때문에 유전적 부동에 의한 진화가 일어났다.

**(서술형 TIP)** 유전적 변동은 우연한 사건으로 인해 대립유전자빈도가 무작위적으로 변하여 유전자풀이 변화한 것이라는 내용을 포함하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)
유전적 부동이라 쓰고, 태풍과 같은 우연한 사건으로 인해 대립유전자빈도가 무작위적으로 변화했다는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100
유전적 부동만 옳게 쓴 경우	30

**202** 답 ② | ㄴ. B는 특징 ㉠과 ㉢을 가지며, D는 ㉠, ㉢, ㉤을 가진다.

**오답** 피하기

ㄱ. A는 특징 ㉠과 ㉤을, C는 ㉠과 ㉢을 가진다.

ㄷ. D와 E의 공통조상보다 E와 F의 공통조상이 더 최근에 출현하였으므로 E는 D보다 F와 유연관계가 더 가깝다.

**203** 답 ③ | ㄱ. B와 C는 특징 ㉠과 ㉢을 모두 가진다.

ㄷ. C와 D의 공통조상은 B와 E의 공통조상보다 최근에 출현하였다.

**오답** 피하기

ㄴ. E는 특징 ㉠과 ㉤을 가진다.

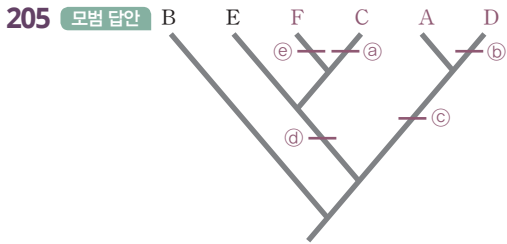
204 답 ② | *Quercus alba*와 *Quercus robur*의 공통조상이 *Quercus acutissima*의 공통조상보다 최근에 출현하였다.

ㄷ. 특징 ③은 6종의 식물이 모두 가지며, ④는 *Acer saccharum*와 *Acer platanoides*만 가진다.

**오답 피하기**

ㄱ. 이명법의 첫 단어는 속명이므로 6종의 식물은 3개의 속으로 구분된다.

ㄴ. *Quercus alba*와 가장 유연관계가 가까운 종은 *Quercus robur*이다.



**해설** 모든 특징이 나타나지 않는 생물종 B가 가장 먼저 분기되도록 그리고, 3종에서 공통적으로 나타나는 특징 ㉔와 2종에서 공통적으로 나타나는 특징 ㉓가 그 다음에 나타나도록 그린다.

**[서술형 TIP]** 특징 ㉑~㉕는 계통수에서 1회만 나타나야 하므로 한 특징이 두 번 나타나지 않도록 계통수에 표시한다.

채점 기준	배점(%)
생물 4종과 특징 ㉑~㉕가 출현한 위치를 모두 옳게 표시한 경우	100
생물 4종의 위치만 옳게 쓴 경우	50
특징 ㉑~㉕가 출현한 위치만 옳게 표시한 경우	50

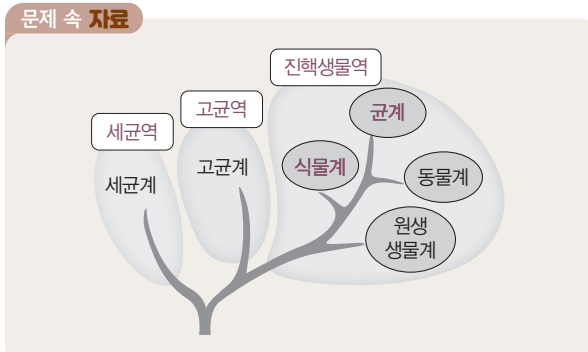
206 답 ③ | A는 세균역, B는 고균역, C는 진핵생물역이다. ㉑은 식물계, ㉒은 균계이다.

ㄱ. 세균역(A)과 고균역(B)은 원핵생물이다.

ㄴ. 식물계(㉑)와 균계(㉒)는 모두 세포벽을 가진다.

**오답 피하기**

ㄷ. 세균역(A)과 고균역(B)의 공통조상보다 고균역(B)과 진핵생물역(C)의 공통조상이 최근에 출현하였으므로 고균역은 세균역보다 진핵생물역과 유연관계가 더 가깝다.



207 답 ③ | A는 균계, B는 동물계, C는 고균계, D는 원핵생물계, E는 세균계, F는 식물계이다.

ㄱ. 균계(A)와 고균계(C)의 생물은 세포벽을 가진다.

ㄷ. 균계(A)와 동물계(B)의 유연관계는 균계(A)와 식물계(F)의 유연관계보다 가깝다.

**오답 피하기**

ㄴ. 고균계(C)의 생물은 원핵생물로 원형 DNA를 가지며, 원핵생물계(D)의 생물은 진핵생물로, 선형 DNA를 가진다.

208 답 ② | 펩티도글리칸으로 이루어진 세포벽을 가지는 C는 세균역이며, 선형 DNA를 가지는 A는 진핵생물역이다. B는 고균역으로, 펩티도글리칸이 없는 세포벽을 가진다.

ㄴ. 고균역의 생물은 원형 DNA를 가지며, DNA가 히스톤 단백질과 결합해 있다.

**오답 피하기**

ㄷ. ㉑은 '있음'이고 ㉒은 '없음'이다.

209 **모범 답안** (1) 진핵생물역

(2) ㉑ 선형 DNA를 가진다. ㉒ 단세포성이다. 원핵생물이다. 원형 DNA를 가진다. 세포벽을 가진다. 중 한 가지 ㉓ 세포벽이 펩티도글리칸으로 이루어져 있다.

**해설** ㉑은 진핵생물역만 가지는 특징, ㉒은 고균역과 세균역이 공통으로 가지는 특징, ㉓은 세균역만 가지는 특징이다.

**[서술형 TIP]** 3역의 분류군이 가지는 특징을 이해하고 벤 다이어그램에서 포함 관계를 고려하여 서술한다.

채점 기준	배점(%)	
(1) 진핵생물역이라고 옳게 쓴 경우	20	
(2)	㉑~㉒에 해당하는 분류 특징을 모두 옳게 서술한 경우	70
	㉑~㉒에 해당하는 분류 특징 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	50
	㉑~㉒에 해당하는 분류 특징 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	30

210 답 ① 원핵생물계 ㉑ 단세포 또는 다세포 ㉒ 종속영양 | 식물계, 균계, 동물계에 속하지 않는 모든 진핵생물을 원핵생물계(㉑)로 분류한다. 아메바류, 유글레나류 같은 단세포생물부터 녹조류, 갈조류 같은 다세포생물까지 매우 다양하다. 균계와 동물계에 속하는 생물은 다른 생물을 먹이로 하여 에너지를 얻는 종속영양을 한다.

211 답 ③ | A는 선태식물에 속하는 솔이끼, B는 비종자 관다발식물에 속하는 석송, C는 겉씨식물에 속하는 은행나무이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 벼는 속씨식물로 씨방이 있어 밀씨가 씨방 속에 들어 있다. 은행나무는 겉씨식물로 씨방이 없어 밀씨가 겉으로 드러나 있다.

**212 답 ③** | 네 분류군의 식물이 모두 가지는 특징 Ⅲ은 ‘엽록소를 가진다.’이며, 세 분류군의 식물이 가지는 특징 Ⅱ는 ‘관다발이 있다.’이다. 두 분류군의 식물이 가지는 특징 Ⅳ는 ‘종자로 번식한다.’이다. 특징 Ⅰ은 ‘꽃잎과 꽃받침이 발달하였다.’이다. A는 양치식물, B는 속씨식물, C는 선태식물, D는 겉씨식물이다.

ㄷ. 양치식물은 헛물관을 가진다.

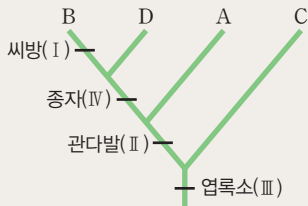
**문제 속 자료**

**계통수 그리기**

문제에서 주어진 자료를 이용하여 다음과 같이 계통수를 그릴 수 있다.

분류군 \ 특징	I 꽃잎과 꽃받침이 발달하였다.	II 관다발이 있다.	III 엽록소를 가진다.	IV 종자로 번식한다.
A(양치식물)	×	○	○	×
B(속씨식물)	○	○	○	○
C(선태식물)	×	×	○	×
D(겉씨식물)	×	○	○	○

(○: 있음, ×: 없음)



**213 답 ②** | ㄴ. 고사리는 비종자 관다발식물이고, 소철, 국화, 옥수수는 모두 종자식물이므로, ‘종자로 번식한다.’는 ㉠에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 분류 기준 ㉡에 따라 ㉢는 소철이며, ㉣는 국화이다.

ㄷ. 옥수수는 떡잎이 1장인 외떡잎식물이며, 국화는 떡잎이 2장인 쌍떡잎식물이다. 따라서 ‘떡잎이 2장이다.’가 ㉡에 해당한다.

**214 모범 답안** (1) 엽록체가 있다. 광합성을 한다. 셀룰로스로 이루어진 세포벽을 가진다. 중 두 가지

(2) ㉠ 관다발이 있다. 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷하다. 중 한 가지

㉡ 종자로 번식한다.

㉢ 씨방 속에 밑씨가 들어 있다. 꽃잎과 꽃받침이 발달하였다. 관다발은 물관과 체관으로 구성된다. 중 한 가지

**해설** 솔이끼는 비관다발식물 중 선태식물에, 고사리는 비종자 관다발식물(양치식물)에 속한다. 소나무는 겉씨식물, 백합은 속씨식물에 속한다.

**[서술형 TIP]** 각 식물이 속하는 분류군을 바탕으로 분류 기준이 되는 특징을 서술한다.

	채점 기준	배점(%)
(1)	식물 4종의 공통조상이 가지는 특징 중 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	40
	식물 4종의 공통조상이 가지는 특징 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20
(2)	㉠~㉢에 해당하는 특징을 모두 옳게 서술한 경우	60
	㉠~㉢에 해당하는 특징 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	40
	㉠~㉢에 해당하는 특징 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20

**215 답 ②** | (가)는 3배엽성이며, 선구동물에 속하므로 잠자리이다. 극피동물에 속하는 성게만 가지는 특징 ㉣는 ‘원구가 향문이 된다.’인 IV이다.

ㄷ. ‘3배엽성이다.’는 지렁이, 잠자리(가), 성게가 모두 가지는 특징 ㉡에 해당한다. 따라서 ㉢는 II이다.

**오답 피하기**

ㄱ. 절지동물에 속하는 잠자리만 가지는 특징 ㉠는 ‘외골격이 있다.’인 III이다.

ㄴ. 잠자리(가)는 특징 ㉠(III)과 ㉡(II)를 모두 가진다.

**216 답 ③** | 특징 I~III을 모두 가지지 않는 C는 산호이다. B와 D가 동시에 가지는 I은 ‘원구가 입이 된다.’이며, A만 가지는 II는 ‘척삭을 가진다.’이다.

ㄱ. A는 척삭동물에 속하는 도마뱀이다.

ㄴ. 달팽이(B)만 가지는 III은 ‘담륜자 유생 시기를 거친다.’이다.

**오답 피하기**

ㄷ. 산호(C)는 2배엽성동물이며(IV), 방사 대칭 동물이다.

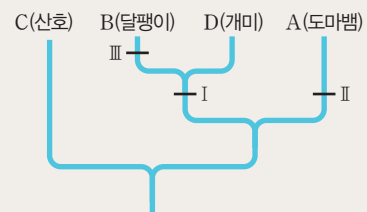
**문제 속 자료**

**계통수 그리기**

문제에서 주어진 자료를 이용하여 계통수를 그리면 다음과 같다.

생물종 \ 특징	I 원구가 입이 된다.	II 척삭을 가진다.	III 담륜자 유생 시기를 거친다.	IV 2배엽성 동물이다.
A(도마뱀)	×	○	×	×
B(달팽이)	○	×	○	×
C(산호)	×	×	×	○
D(개미)	○	×	×	×

(○: 있음, ×: 없음)



217 답 ② | 환형동물에 속하는 지렁이와 절지동물에 속하는 나비가 공통으로 가지는 특징(B)에는 '선구동물이다.'가 있다. 척삭동물인 개구리와 극피동물인 성게가 공통으로 가지는 특징(C)에는 '후구동물이다.'가 있다.

ㄷ. '발생 중 일부 시기에 척삭이 형성된다.'는 척삭동물인 개구리만 가지는 특징이므로 E에 해당한다.

**오답 피하기**

ㄱ. 해파리는 2배엽성동물이므로 A에는 '배엽성동물이다.'가 있다.

ㄴ. 성게와 개구리는 원구가 항문이 되는 후구동물에 속한다.

218 **모범 답안** (1) 외배엽과 내배엽이 형성된다. 대칭성을 가진다.

(2) ① 답류자 유생 시기를 거친다.

㉠ 원구가 입이 된다.

㉡ 3배엽성동물이다. 중배엽이 형성된다. 중 한 가지

**해설** 해파리는 자포동물, 플라나리아는 편형동물, 나비는 절지동물, 불가사리는 극피동물에 속한다. 플라나리아는 축수담류동물에, 나비와 플라나리아는 선구동물에 속한다.

**[서술형 TIP]** 각 동물이 속하는 분류군을 바탕으로 분류의 기준이 되는 특징을 서술한다.

채점 기준		배점(%)
(1)	동물 4종의 공통점 중 두 가지를 모두 옳게 서술한 경우	40
	동물 4종의 공통점 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20
(2)	㉠~㉢에 해당하는 특징을 모두 옳게 서술한 경우	60
	㉠~㉢에 해당하는 특징 중 두 가지만 옳게 서술한 경우	40
	㉠~㉢에 해당하는 특징 중 한 가지만 옳게 서술한 경우	20

