

해

우공비
생명과학 I

채움해설서

본(本) 개념비법서

Ⅰ 생명 과학의 이해

- 01. 생명 과학의 이해 2
- 02. 생물의 구성 7

Ⅱ 세포와 생명의 연속성

- 03. 세포와 세포 분열 14
- 04. 유전(1) 19
- 05. 유전(2) 26

Ⅲ 항상성과 건강

- 06. 생명 활동과 에너지 37
- 07. 항상성과 몸의 조절 작용(1) 44
- 08. 항상성과 몸의 조절 작용(2) 53
- 09. 방어 작용 58

Ⅳ 자연 속의 인간

- 10. 생태계의 구성과 기능(1) 68
- 11. 생태계의 구성과 기능(2) 73
- 12. 생물의 다양성과 환경 80

별(別) 시험대비서 90



01 생명 과학의 이해

01 ② 생명 과학의 탐구 과정

개념 확인 문제

● 본책 9쪽

- 1 가설 2 대조 3 (1) ① 독립 변인 ② 종속 변인
(2) 변인 통제

{ 문제 다지기 }

● 본책 10~11쪽

기본 문제 01 (가) 가설 설정 (나) 탐구 설계 및 수행
02 (가) 귀납적 탐구 방법 (나) 연역적 탐구 방법 03 (라)
- (나) - (다) - (가) 04 ④ 05 ②

실력 문제 06 ④ 07 ④ 08 해설 참조 09 ⑤

01

알짜풀이 ● 관찰을 통해 인식한 문제에 대한 가설을 세우고 이를 검증하는 탐구 방법은 연역적 탐구 방법이다. 연역적 탐구 방법은 관찰 및 문제 인식 → 가설 설정 → 탐구 설계 및 수행 → 결과 해석 → 결론 도출 → 일반화 순으로 진행된다.

답 (가) 가설 설정 (나) 탐구 설계 및 수행

02

알짜풀이 ● (가)는 기존의 자료를 종합·분석하여 결론을 도출하였으므로, 귀납적 탐구 방법이다. (나)는 가설 설정과 검증 단계가 있으므로, 연역적 탐구 방법이다. 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법의 가장 큰 차이점은 가설 설정 단계의 유무이다. 답 (가) 귀납적 탐구 방법 (나) 연역적 탐구 방법

03

알짜풀이 ● (가)는 결론 도출, (나)는 탐구 설계 및 수행, (다)는 결과 해석, (라)는 가설 설정 단계이다.

답 (라) - (나) - (다) - (가)

04

알짜풀이 ● ④ 백신을 주사하고 탄저균을 주사하지 않으면 탄저병 백신이 탄저병에 대해 예방 효과가 있는지 알 수 없으므로 실험군과 대조군에 모두 탄저균을 주사해야 한다.

오답نب기 ● ① 종속 변인은 실험의 결과에 해당하므로 탄저병의 발병 여부이다.

② 실험에 사용할 양의 품종과 상태는 일정하게 유지해야 하는 통제 변인이다.

③ 집단 B는 실험군인 집단 A와 비교하기 위해 백신을 주사하지 않은 대조군이다.

⑤ 백신을 주사한 집단 A(실험군)에서는 탄저병이 발병하지 않고, 백신을 주사하지 않은 집단 B(대조군)에서는 탄저병이 발병했으므로 백신은 탄저병의 예방에 효과적이라는 것을 알 수 있다. 답 ④

우공비 BOX

필수 자료

변인 통제

실험 결과에 영향을 주는 요인 중 조작 변인을 제외한 나머지 변인을 통제 변인이라 하며, 통제 변인이 실험 결과에 영향을 미치지 않도록 일정하게 유지시키는 것을 변인 통제라고 해요.

보충 설명

귀납적 탐구 방법

대상을 직접 관찰·측정하여 얻은 자료를 종합·분석하여 일반적인 원리나 법칙을 이끌어 내는 방법으로, 실험으로 탐구하기 어려운 주제를 연구할 때 주로 사용하는 방법이에요.

용어 알기

백신

병원체나 병원체의 일부 또는 독성을 약화시킨 항원을 백신이라고 하며, 백신을 주사하는 목적은 질병을 예방하는 것이예요.

05

알짜풀이 ● ㄴ. 통제 변인이 실험 결과에 영향을 미치지 않도록 조작 변인을 제외한 나머지 변인은 일정하게 유지시켜야 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 실험에서 온도를 달리하였으므로 온도는 조작 변인이고, 실험의 결과에 해당하는 종속 변인은 효모의 호흡 속도(CO₂의 발생량)이다. 실험에서 효모의 호흡 결과 CO₂가 발생하므로 밀가루 반죽이 부풀어 오른다. 따라서 실험의 결과로 측정한 밀가루 반죽의 부피 변화는 효모의 호흡 속도를 측정하기 위한 것이다.

ㄷ. 실험의 가설은 '효모의 호흡 속도는 온도에 따라 달라질 것이다.'이다. 답 ②

06

알짜풀이 ● ㄴ. 실험의 결과로 세균의 증식 여부를 확인하였으므로 세균의 증식 여부는 종속 변인이다.

ㄷ. 조작 변인은 가설을 검증하기 위해 실험에서 의도적으로 변화시키는 변인이므로, 가설은 '조작 변인하면 종속 변인할 것이다.'의 형태로 나타낼 수 있다. 그러므로 'X는 세균의 증식을 억제할 것이다.'가 가설로 적절하다.

오답نب기 ● ㄱ. 대조군은 세균 배양 접시에 X를 처리하지 않고 그대로 둔 것으로, 이 실험에서는 설정되지 않았다.

답 ④

07 | 자료 분석하기 |

시험관	조작 변인	통제 변인
	넣은 물질	온도
실험군 - A	배즙과 달걀흰자	27℃
대조군 - B	증류수와 달걀흰자	(가)

← 같아야 함
← 단백질이 들어 있다.

알짜풀이 ● ㄱ. 이 실험의 종속 변인은 아미노산의 검출 여부이며, 통제 변인은 배즙의 유무를 제외한 다른 조건들이다. 따라서 온도는 A, B 모두 27℃로 일정하게 유지해야 한다.

ㄴ, ㄷ. 이 실험의 조작 변인은 배즙의 유무이므로, 배즙을 처리한 A는 실험군이고, 배즙 대신 증류수를 넣은 B는 대조군이다.

오답نب기 ● ㄴ. 달걀흰자의 양은 통제 변인이므로 A, B에 같은 양을 넣어 주어야 한다. 답 ④

08

알짜풀이 ● 푸른곰팡이가 세균 증식을 멈추게 하는 물질을 만드는지 알아보기 위해서는 푸른곰팡이 배양액을 처리하지 않은 집단인 대조군과 푸른곰팡이 배양액을 처리한 실험군을 비교하여 어느 집단에서 세균이 증식하는지 확인해 보아야 한다.

모범답안 ● 조작 변인은 푸른곰팡이 배양액의 유무이고, 종속 변인은 세균의 증식 여부이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 조작 변인과 종속 변인 중 한 가지만 설명한 경우	50 %

09

알짜풀이 ● 나, 다. '암컷 천인조는 꼬리가 긴 수컷을 좋아할 것이다.'라는 가설을 설정하여 수컷의 꼬리 길이를 변화시키면서 암컷 천인조가 수컷을 선택하는 정도를 관찰하였으므로, 조작 변인은 수컷의 꼬리 길이이다.

오답نب기 ● 가. 꼬리를 잘라 꼬리가 짧아진 B 집단은 실험 군이고, 대조군은 A 집단이다. ㉠ ⑤

02 ㉠ 생명 현상의 특성

개념 확인 문제

● 본책 13쪽

- 1 물질대사 2 (1) 항상성 유지 (2) 자극에 대한 반응
(3) 적응과 진화 3 유전 4 (1) 무 (2) 생 (3) 무

{ 문제 다지기 }

● 본책 14~15쪽

- 기/본/문/제** 01 ⑤ 02 ⑤ 03 ② 04 ④ 05 ②
06 ⑤ 07 ③
실/력/문/제 08 ⑤ 09 ⑤ 10 ③ 11 ② 12 해설
참조

01

알짜풀이 ● 빛에 대한 생물의 반응을 나타낸 것이다. 생물이 수용할 수 있는 체내외의 환경 변화를 자극이라 하고, 자극에 대해 생물체에서 일어나는 상태 변화를 반응이라고 한다.

㉠ ⑤

02

알짜풀이 ● 생물은 체내외의 환경 변화에 관계없이 체온, 삼투압, 혈압 등의 체내 환경을 일정하게 유지하려는 성질인 항상성을 가지고 있다.

⑤ 생물이 환경에 알맞게 몸의 구조나 기능, 생활 방식 등을 변화시키는 것을 적응이라고 한다. 개구리의 동면은 적응에 해당한다.

오답نب기 ● ①, ② 체온을 일정하게 유지하려는 항상성 유지의 예이다.

③ 혈당량을 일정하게 유지하려는 항상성 유지의 예이다.
④ 체액의 삼투압을 일정하게 유지하려는 항상성 유지의 예이다. ㉠ ⑤

03

알짜풀이 ● 생명 현상의 특성 중 세포로 구성, 물질대사, 자극에 대한 반응과 항상성 유지, 발생과 생장은 개체를 유지하기 위한 것이고, 생식과 유전, 적응과 진화는 종족을 유지하기 위한 것이다. ㉠ ②

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

동물의 온도 적응

추운 지방에 사는 동물일수록 몸집이 커지고 몸의 말단 부가 작아지는 경향이 있어요. 몸집을 크게 하거나 말단 부를 작게 하면 부피에 대한 표면적의 비가 감소하므로 열 발산량이 적어져 체온 조절에 효율적이기 때문이죠. 그래서 북극여우는 사막여우에 비해 몸집이 크고 귀가 작답니다.

● 조심조심 ●

바이러스는 물질대사와 증식에 관여하는 효소를 가지지 않아 스스로 물질대사와 증식을 할 수 없지만, 숙주 세포 내에서는 숙주의 효소를 이용하여 물질대사와 증식이 가능해요.

● 보충 설명 ●

이 실험에서 (가)와 (나)에서는 방사성 기체가 검출되지 않았고, (다)에서는 기체 조성에 변화가 없었어요. 따라서 화성 토양에는 물질대사를 하는 생명체가 존재하지 않는다는 결론을 얻을 수 있었답니다.

04

알짜풀이 ● ④ 개나리의 가지를 꺾어 심었을 때 새로운 그루가 되는 것은 생식의 예이다.

오답نب기 ● ①은 발생과 생장, ②는 유전, ③은 물질대사, ⑤는 적응과 진화의 예이다. ㉠ ④

05

알짜풀이 ● 추운 지방에 사는 동물의 몸집이 크고 몸의 말단 부가 작은 것은 열 발산량을 줄이는 방향으로 적응한 결과이다. ② 사막에 사는 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 수분 손실을 줄이기 위한 방향으로 적응한 결과이다.

오답نب기 ● ①은 자극에 대한 반응, ③은 물질대사(광합성) ④는 유전, ⑤는 물질대사(호흡)의 예이다. ㉠ ②

06

알짜풀이 ● 나, 다. 바이러스는 유전 물질을 가지고 있어 숙주 세포 내에서 증식하며, 증식 과정에서 돌연변이가 나타나기도 한다.

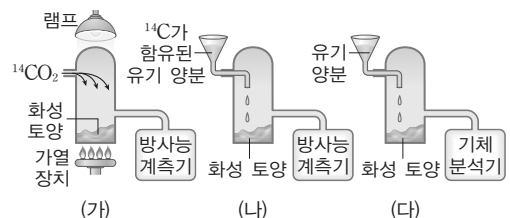
오답نب기 ● 가. 바이러스는 효소가 없어 스스로 물질대사를 하지 못하고 숙주 세포 내에서만 숙주 세포의 효소를 이용하여 물질대사를 할 수 있다. ㉠ ⑤

07

알짜풀이 ● (가) 담배모자이크 바이러스가 세균 여과기를 통과한 것은 바이러스가 세균보다 크기가 작다는 것을 나타내므로 생물적 특성과는 관련이 없다.

(나) 박테리오파지는 숙주 세포 밖에서는 핵산과 단백질의 결정체로 존재한다. 이것은 바이러스의 무생물적 특성이다.
(다) 조류 독감 바이러스 억제제에 내성을 가진 변형된 조류 독감 바이러스가 출현한 것은 증식 과정에서 돌연변이가 일어나 변종 바이러스가 형성되었기 때문이다. 돌연변이는 바이러스의 생물적 특성이다. ㉠ ③

08 | 자료 ㉠ 분석하기 |



- (가) 화성 토양에 광합성을 하는 생명체가 있다면 ^{14}C 가 함유된 유기 양분이 합성되고, 이를 가열하면 방사성 기체가 검출될 것이다.
(나) 화성 토양에 세포 호흡(이화 작용)을 하는 생명체가 있다면 ^{14}C 를 함유한 유기 양분이 분해되면서 방사성 기체가 검출될 것이다.
(다) 화성 토양에 세포 호흡(이화 작용)을 하는 생명체가 있다면 유기 양분이 분해되어 CO_2 , H_2O 등이 생성되므로 기체 조성이 변할 것이다.

알짜풀이 ● 가. (가)는 광합성에 따른 유기물 생성 여부를 확인하기 위한 실험으로, 동화 작용을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 것이다.

ㄴ. (나)는 세포 호흡에 따른 유기 양분의 분해로 방사성 기체가 검출되는지를 확인하기 위한 실험으로, 이화 작용을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 것이다.

ㄷ. (다)는 세포 호흡에 의한 CO₂의 발생 등으로 인해 용기 내부의 기체 조성에 변화가 생기는지 확인하기 위한 실험으로, 이화 작용을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 것이다. 따라서 (가)~(다)는 '모든 생명체는 물질대사를 한다.'라는 생명 현상의 특성을 전제로 설계되었다. **답 ⑤**

09

알짜풀이 ● 기존의 항생제에 내성을 가진 슈퍼 박테리아가 나타나는 것은 돌연변이와 같은 유전자의 변화 때문이다. 생물은 환경에 적응하면서 진화한다.

⑤ 갈라파고스 군도의 핀치새는 각 섬에 격리되어 살면서 먹이의 종류에 따라 부리의 모양이 바뀌었다. 이것은 적응과 진화의 예이다.

오답넘기 ● ①은 생장, ②는 생식, ③은 자극에 대한 반응, ④는 항상성 유지의 예이다. **답 ⑤**

10

알짜풀이 ● (가) 세포 호흡은 물질대사, (나) 사막여우의 귀가 큰 것은 체온 조절에 유리하도록 적응한 결과, (다) 갑자기 날아오는 공을 보고 자신도 모르게 눈을 감은 것은 자극에 대한 반응이다. **답 ③**

11

알짜풀이 ● ㄴ. 아메바, 세균, 바이러스는 유전 물질인 핵산을 가지고 있다.

오답넘기 ● ㄱ. 바이러스는 핵산과 단백질로만 구성된 비세포 구조이다.

ㄷ. 바이러스는 자신의 효소를 가지고 있지 않아 독립적으로 물질대사를 할 수 없다. **답 ②**

12

모범답안 ● 바이러스는 스스로 효소를 만들지 못하므로, 살아 있는 생물체 내에서만 생명 활동이 가능하다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 스스로 효소를 만들지 못한다고만 설명한 경우	50 %

우공비

비법 특강

● 본책 17쪽

1 ⑤ 2 ② 3 ④ 4 ③ 5 ② 6 ③

1

알짜풀이 ● 주변 밝기에 따라 동공의 크기가 변하는 것은 자극에 대한 반응의 예이다. **답 ⑤**

2

알짜풀이 ● 제시된 자료에서 ①은 생명 현상의 특성 중 물질대사(이화 작용)에 해당한다. **답 ②**

우공비 BOX

쉽게쉽게

항생제를 많이 사용하게 되면 항생제에 내성을 가진 박테리아가 살아남기에 유리한 환경이 조성되므로, 기존 항생제에 내성을 가진 슈퍼 박테리아가 출현하여 그 수가 늘어나게 돼요. 이것은 생명 현상의 특성 중 적응과 진화에 해당해요.

보충 설명

바이러스와 세포의 비교

- 바이러스는 비세포 단계이므로 세포막이 없고, 아메바, 세균은 모두 세포의 구조를 가지고 있어요.
- 아메바, 세균은 모두 효소를 가지고 있어 물질대사를 통해 에너지를 얻고 물질을 합성하지만, 바이러스는 효소가 없어 숙주 세포 내에서만 숙주 세포의 효소와 물질대사 기구를 이용해 물질대사를 할 수 있어요.

쉽게쉽게

실험 결과의 타당성과 신뢰성을 높이기 위해서는 대조군을 설정하여 실험군과 비교하는 대조 실험을 실시해야 하고, 실험 과정에서 변인 통제를 해야 해요.

보충 설명

눈으로 들어오는 빛의 양은 동공의 크기에 의해 조절돼요. 밝은 곳에서는 동공의 크기가 작아져 눈으로 들어오는 빛의 양이 줄어들고, 어두운 곳에서는 동공의 크기가 커져 눈으로 들어오는 빛의 양이 늘어납니다.

3

알짜풀이 ● 선인장의 잎이 수분 손실을 막기 위해 가시로 변형된 것과 캥거루쥐가 수분 손실을 줄일 수 있는 콩팥을 가지게 된 것은 모두 건조한 환경에서 살기 위해 적응한 결과이다. **답 ④**

4

알짜풀이 ● 기존의 항생제에 내성을 가진 신종 슈퍼 박테리아의 출현은 돌연변이와 같은 유전자의 변화 때문이다. 이것은 생물이 환경에 적응하면서 진화한 예이다.

③ 수생 식물이 물 위에 떠서 살 수 있도록 통기 조직이 잘 발달되어 있는 것은 적응과 진화의 예이다.

오답넘기 ● ①은 생식, ②는 유전, ④는 물질대사(이화 작용), ⑤는 자극에 대한 반응의 예이다. **답 ③**

5

알짜풀이 ● 거미가 거미줄에 먹이가 걸렸을 때 발생하는 진동을 감지하여 먹이를 향해 다가가는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

② 미모사의 잎을 건드렸을 때 잎이 오므라드는 것은 미모사가 접촉(자극)에 대해 반응한 것이다.

오답넘기 ● ①은 발생과 생장, ③은 물질대사(이화 작용), ④는 적응과 진화, ⑤는 유전의 예이다. **답 ②**

6

알짜풀이 ● 빅토리아 여왕의 혈우병 유전자가 자손에게 전해진 것이므로 유전의 예이다.

③ 엄마가 가진 색맹 유전자가 아들에게 전해져 아들이 색맹이 된 것이므로 유전의 예이다.

오답넘기 ● ①은 적응, ②는 물질대사(동화 작용), ④는 세포로 구성, ⑤는 항상성 유지의 예이다. **답 ③**

수능문제로

실력 굳히기

● 본책 18~21쪽

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

01

알짜풀이 ● (가)는 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석한 후 일반적인 원리를 도출해 내는 귀납적 탐구 방법이다. (나)는 관찰을 통해 인식한 문제를 해결하기 위해 가설을 세우고, 이를 검증하는 연역적 탐구 방법이다.

ㄴ. 연역적 탐구 방법에서는 실험 결과의 타당성과 신뢰성을 높이기 위해 대조군과 실험군을 설정하여 대조 실험을 수행해야 한다.

ㄷ. 플레밍은 가설을 설정한 후 실험을 통해 이를 검증하였으므로 연역적 탐구 방법을 이용한 것이다.

오답넘기 ● ㄱ. 귀납적 탐구 방법은 가설 설정 단계가 없다. **답 ⑤**

02

알짜풀이 ● ㄱ. (나)는 문제에 대한 잠정적인 결론을 내리는 가설 설정 단계이다.

ㄷ. 조작 변인은 제조제 A의 농도이므로 조작 변인을 제외한 나머지 독립 변인(물벼룩의 종류, 물벼룩의 수 등)은 일정하게 유지해야 한다.

오답نب기 ● ㄴ. 실험의 결과로 조사하는 물벼룩의 생존율은 종속 변인이다. [답] ④

03

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. 불가사리 제거 유무는 실험에서 의도적으로 변화시킨 조작 변인이다. A는 불가사리를 그대로 두었으므로 대조군이고, B는 불가사리를 제거하였으므로 실험군이다.

ㄷ. 탐구 결과 불가사리를 제거했을 때 종 다양성이 감소하였으므로 가설의 수정이 필요하다. [답] ⑤

04

알짜풀이 ● ④ 공작지에 털이 있는 A가 털이 없는 B보다 해충에 의한 피해 정도가 작다.

오답نب기 ● ① 털이 있는 A가 대조군이고, 털을 제거한 B가 실험군이다.

②, ③ 공작지에 나 있는 털의 유무가 조작 변인이고, 공작지의 피해 정도가 종속 변인이다.

⑤ 조작 변인을 제외한 나머지 독립 변인은 대조군과 실험군에 모두 동일하게 유지하는 변인 통제가 이루어져야 한다. [답] ④

05 | 자료 분석하기 |

이산화 망가니즈, 간 추출액, 끓인 이산화 망가니즈, 끓인 간 추출액, 간 추출액, 간 추출액, 대조군

증류수, 증류수, 증류수, 증류수, 증류수, 증류수, 증류수

H₂O₂, H₂O₂, H₂O₂, H₂O₂, H₂O₂, H₂O₂, H₂O₂

• A와 B : 이산화 망가니즈와 간 추출액을 각각 넣어 무기 촉매와 효소의 작용을 비교할 수 있다.

• B와 D : 간 추출액과 끓인 간 추출액을 각각 넣어 효소의 활성에 대한 온도의 영향을 알아볼 수 있다.

• B, E, F : 증류수는 중성, 염산 용액은 산성, 수산화 나트륨 수용액은 염기성을 띠므로, 효소의 활성과 pH의 관계를 알아볼 수 있다.

알짜풀이 ● ㄷ. 효소의 활성과 온도와의 관계를 알아보려면 pH는 같고 간 추출액의 온도가 다르게 처리된 B와 D의 결과를 비교해야 한다.

ㄴ. 효소의 활성과 pH와의 관계를 알아보려면 온도는 같고 pH가 다르게 처리된 B, E, F의 결과를 비교해야 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 이 실험에서 대조군은 증류수와 과산화 수소만 넣은 G이다.

ㄴ. B와 D에서는 온도가 조작 변인, pH가 통제 변인이다. [답] ③

우공비 BOX

보충 설명

독립 변인

실험의 결과에 영향을 미치는 요인을 독립 변인이라고 해요. 독립 변인에는 실험에서 의도적이고 체계적으로 변화시키는 조작 변인과 실험에서 일정하게 유지시키는 통제 변인이 있어요. 이 실험에서 조작 변인은 제조제 A의 농도이고, 통제 변인은 물벼룩의 종류, 물벼룩의 수 등이예요.

쉽게쉽게

- 동화 작용 : 흡열 반응이므로 에너지량은 반응물 < 생성물이예요.
- 이화 작용 : 발열 반응이므로 에너지량은 반응물 > 생성물이예요.

06

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 개체 유지 현상, (나)는 종족 유지 현상이다.

ㄷ. 개구리가 겨울에 동면을 하는 것은 생명 현상의 특성 중 적응의 예이다.

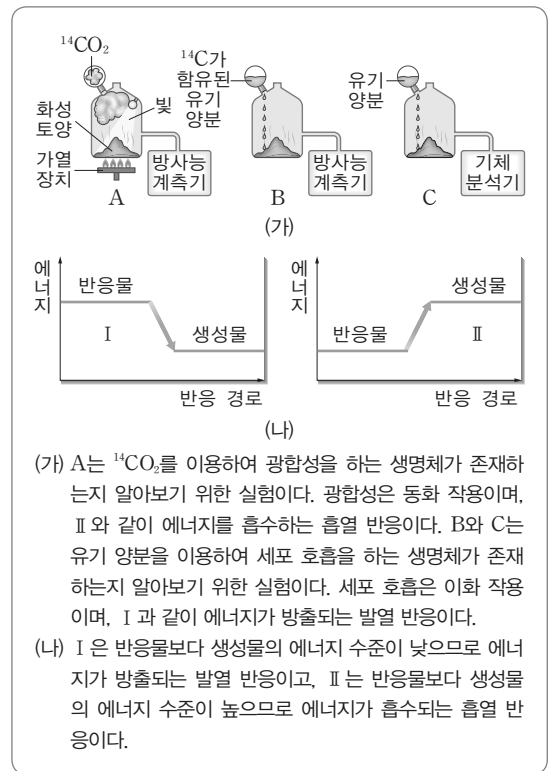
오답نب기 ● ㄴ. 기존의 백신으로 예방할 수 없는 인플루엔자 바이러스가 출현한 것은 진화의 예이다. 진화는 생물이 환경에 적응하는 동안 유전자 구성에 변화가 일어나 새로운 형질을 갖게 되고, 그 결과 새로운 종으로 분화되는 현상이다. [답] ④

07

알짜풀이 ● ⑦은 효모의 물질대사(세포 호흡)에 의해 나타난 현상이다. ⑤는 물질대사의 예이다.

오답نب기 ● ①은 항상성 유지, ②는 발생과 성장, ③은 유전, ④는 생식의 예이다. [답] ⑤

08 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. (나)는 물질대사이다. 물질대사는 반드시 에너지 출입이 일어나며, 효소가 필요하다.

ㄴ. A는 ¹⁴CO₂를 주입하고 빛을 비추었으므로 동화 작용인 광합성을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 실험이다.

오답نب기 ● ㄷ. B와 C는 이화 작용인 세포 호흡을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 실험이므로, 생명체가 있다면 에너지 출입은 발열 반응인 I과 같이 나타난다. [답] ③

09

알짜풀이 ● ⑦ 앞에 곤충이 앉았을 때 잎이 접히는 것은 자극에 대한 반응의 예이며, ① 소화액을 분비하여 벌레를 분해·흡수하는 것은 물질대사(이화 작용)의 예이다. [답] ②

10

알짜풀이 ● 토끼풀의 독성 물질은 낮은 온도에서는 자신의 세포를 손상시키므로 독성 물질을 축적하는 토끼풀은 기온이 낮은 지역보다 기온이 높은 지역에 분포하게 된다. 이는 적응의 예이다.

③ 건조한 환경에 살기 적합하도록 선인장의 잎이 가시로 변한 것은 적응의 예이다.

오답범기 ● ①은 물질대사, ②는 발생과 생장, ④는 항상성 유지의 예이다. ㉠ ③

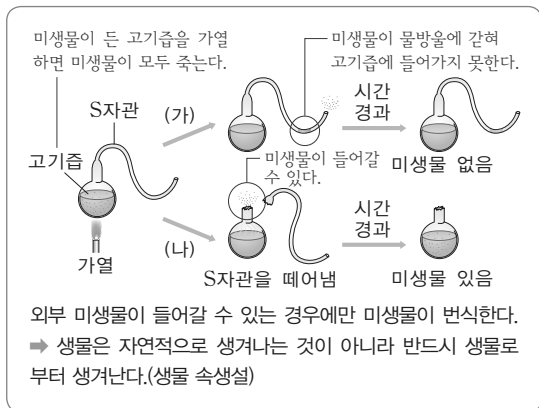
11

알짜풀이 ● 먹이나 서식지에 따라 새의 발 모양이 서로 다른 것은 살아가는 환경에 적응하여 진화한 예에 해당한다.

⑤ 사막여우는 체내 열 발산을 촉진하기 위해 몸집이 작아지고 몸의 말단 부위가 커졌다. 북극여우는 체내 열 발산을 억제하기 위해 몸집이 커지고 몸의 말단 부위가 작아졌다. 이것은 서식 환경에 적응하여 진화한 예에 해당한다.

오답범기 ● ①은 생식, ②는 자극에 대한 반응, ③, ④는 물질대사의 예이다. ㉠ ⑤

12 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● (가)와 (나)의 결과를 비교하면 어버이에 해당하는 생물이 있어야 자손이 만들어질 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. 파스퇴르는 이 실험을 통해 생물은 생물을 통해 생겨난다는 생물 속생설을 확립하였다. 이처럼 생물이 자신과 닮은 자손을 낳는 일을 생식이라고 한다. ㉠ ①

13

알짜풀이 ● ③ 처음에는 저항률이 0%이었다가 100%까지 증가하는 것으로 보아 돌연변이에 의한 적응과 진화가 일어났음을 알 수 있다. 수분이 적은 환경에서 사는 조류가 질소 노폐물을 불용성 물질인 요산으로 배설하는 것도 적응과 진화의 예이다.

오답범기 ● ①은 항상성 유지, ②는 유전, ④, ⑤는 자극에 대한 반응의 예이다. ㉠ ③

14

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ, 생명체 X는 동물 세포 밖에서 개체수가 증가한 것으로 보아 자신의 유전 물질을 가지고 있으며, 자신의 효소를 이용하여 스스로 물질대사를 할 수 있음을 알 수 있다.

우공비 BOX

필수 자료

적응과 진화

- 적응 : 생물이 환경 변화에 따라 몸의 구조나 기능, 생활 방식 등을 변화시키는 현상이에요.
- 진화 : 생물이 환경에 적응하는 동안 유전자 변화가 일어나 새로운 생물 종이 출현하는 현상이에요.

보충 설명

탄산무수화 효소

이산화 탄소와 물이 결합하여 탄산이 되는 반응이나 그 역반응의 촉매 역할을 하는 효소로, 적혈구 속에 들어 있어요.

오답범기 ● ㄴ. 바이러스는 스스로 물질대사를 할 수 없으며, 살아 있는 숙주 세포 내에서만 물질대사, 증식을 할 수 있다. ㉠ ③

15

알짜풀이 ● ㄴ. 대장균에서는 세포 호흡, DNA 합성과 같은 물질대사가 일어나며, 적혈구에서도 세포 호흡 과정 중 일부가 일어나고, 탄산무수화 효소가 있어 이산화 탄소를 운반하는 과정에서 물질대사가 일어난다.

오답범기 ● ㄱ. 박테리오파지는 세포의 구조를 가지지 않는다. 대장균은 세포 구조를 가지나 핵막이 없어 유전 물질이 세포질에 퍼져 있고, 적혈구는 혈액을 구성하는 세포 중 하나로 성숙하면 핵이 퇴화되고 없다.

ㄴ. 적혈구는 이미 분화되어 있으며 핵이 없어 더 이상 분열하지 않는다. ㉠ ②

16

알짜풀이 ● 인플루엔자 바이러스는 세포의 구조를 가지지 않는다. 대장균은 세포 구조를 가지나 핵이 없고, 백혈구는 혈액을 구성하는 세포 중 하나로 핵이 있다.

ㄱ. 백혈구, 대장균, 인플루엔자 바이러스는 모두 유전 물질을 가지고 있다.

ㄴ. 대장균과 백혈구에서는 물질대사가 일어나지만, 바이러스는 효소가 없어 스스로 물질대사를 할 수 없다.

오답범기 ● ㄴ. 백혈구와 대장균은 모두 세포의 구조를 가진다. (다)에 해당하는 특징으로는 '핵을 가진다.' 등이 있다. ㉠ ③

17

알짜풀이 ● ㄴ. 메뚜기는 외부의 자극에 대해 적절하게 반응함으로써 생명을 유지하는 생명체이다.

ㄴ. 바이러스는 단백질 껍질 속에 유전 물질인 핵산이 있으며, 메뚜기도 세포의 핵 안에 유전 물질을 가지고 있다.

오답범기 ● ㄱ. 바이러스는 비세포 구조이며, 숙주 세포 밖에서 핵산과 단백질의 결정체로 존재한다. ㉠ ④

18

알짜풀이 ● 바이러스, 대장균, 곰팡이는 모두 유전 물질을 가지고 있으므로 돌연변이가 일어날 수 있다.(바이러스는 살아 있는 숙주 세포 내에서 돌연변이가 일어난다.) 따라서 특성 ㉠은 '돌연변이가 일어난다.'이다.

바이러스는 세포막으로 싸여 있지 않은 비세포 구조이고, 세포 분열을 통한 생장이 일어나지 않으므로 특성 ㉡만을 가지는 C에 해당한다. 대장균과 곰팡이는 모두 세포로 되어 있으므로 세포막으로 싸여 있다. 또한 대장균은 단세포 생물 이므로 세포 분열을 통한 생장이 일어나지 않는다. 그러므로 특성 ㉢은 '세포 분열을 통한 생장이 일어난다.'이다. 따라서 특성 ㉠과 ㉡은 가지며 ㉢은 갖지 않는 A가 대장균이고, 특성 ㉠, ㉡, ㉢을 모두 갖는 B는 곰팡이이다.

ㄱ. 대장균은 생명체이기 때문에 물질대사가 일어난다.

오답범기 ● ㄴ. '세포 분열을 통한 생장이 일어난다.'는 곰팡이에만 해당하는 특성으로 ㉢이다. ㉠ ③

보충 설명

S자관이 연결된 플라스크에 고기집을 넣고 가열한 후 식히면 수증기가 응결된 물이 S자관에 고여 외부의 미생물이 플라스크로 들어가지 못해요.

용어 알기

질소 노폐물

세포 호흡 중 단백질의 분해 과정에서 생성된 노폐물로, 암모니아, 요소, 요산 등이 있어요.

02 생물의 구성

03 ③ 생명체를 구성하는 기본 물질

개념 확인 문제

● 본책 23쪽

1 물 2 (1) 핵산 (2) 인지질 (3) 단백질 3 (1) ○ (2) ×
(3) ○ (4) ○

{ 문제 다지기 }

● 본책 24~25쪽

기/본/문/제 01 A : 물, B : 단백질, C : 핵산 02 ②
03 ① 04 펩타이드 결합 05 ③ 06 ⑤ 07 ③
실/력/문/제 08 ④ 09 해설 참조 10 ① 11 ④
12 ③ 13 해설 참조

01

알짜풀이 ● 사람의 간을 구성하는 물질 중 물이 가장 많은 양을 차지하며, 단백질이 그 다음으로 많은 양을 차지한다.

답 A : 물, B : 단백질, C : 핵산

02

알짜풀이 ● ② 물은 비열이 커서 체온이 쉽게 변하지 못하게 하고, 기화열이 커서 증발할 때 몸의 열을 빼앗으므로 체온이 상승하는 것을 막아준다.

오답넘기 ● ① 무기 염류는 에너지원으로 사용되지 않는다.

③ 인체를 구성하는 주된 성분은 물과 단백질이다.

④ 주된 에너지원으로 사용되는 것은 탄수화물이다.

⑤ 셀룰로스는 다당류로, 세포벽의 주성분이다. 세포막의 주성분은 인지질이다. **답 ②**

03

알짜풀이 ● ① 유전 정보를 운반하여 단백질을 합성하는 데 관여하는 물질은 핵산(RNA)이다.

오답넘기 ● ② 단백질은 1g당 4kcal의 에너지를 낸다.

③ 단백질의 기본 단위는 아미노산이며, 여러 개의 아미노산이 펩타이드 결합에 의해 연결되어 한 분자의 단백질을 형성한다.

④ 단백질은 효소와 호르몬의 성분으로, 물질대사를 촉진하고 생리 작용을 조절한다.

⑤ 단백질은 탄소, 수소, 산소, 질소로 구성되며, 황을 포함한 것도 있다. **답 ①**

04

알짜풀이 ● 한 아미노산의 카복시기와 다른 아미노산의 아미노기가 펩타이드 결합을 통해 연결되는 과정이 반복되어 많은 아미노산이 연결된 중합체인 단백질이 만들어진다. 2개의 아미노산이 펩타이드 결합에 의해 연결된 것을 다이펩타이드, 3개가 연결된 것을 트라이펩타이드, 많은 아미노산이 결합된 것을 폴리펩타이드라고 한다. **답 펩타이드 결합**

우공비 BOX

용어 알기

유기 용매

용질을 녹여 용액을 만드는 물질을 용매라 하고, 용매 중에서 액체 상태의 유기 화합물을 유기 용매라고 해요. 유기 용매는 기름이나 지방을 잘 녹이고 휘발성이 강하며, 예로는 에테르, 클로로폼, 아세톤 등이 있어요.

● 보충 설명 ●

셀룰로스

셀룰로스는 소화 기관의 근육을 자극하여 소화 운동을 촉진시킬 뿐 아니라 직장암 등을 예방해요.

쉽게쉽게

비열이 크다는 것은 온도를 높이는 데 많은 열량이 필요하다는 것을 의미해요. 따라서 주변 온도 변화에도 온도가 쉽게 올라가거나 내려가지 않아요.

쉽게쉽게

아미노산과 아미노산이 연결될 때는 2개의 아미노산 사이에서 물 분자 1개가 빠지면서 펩타이드 결합이 일어나요.

05

알짜풀이 ● ③ 중성 지방은 글리세롤 1분자와 지방산 3분자로 구성되며, 동물의 피하나 장간막에 축적되어 에너지 저장과 체온 유지에 중요한 역할을 한다.

오답넘기 ● ① 지질은 물에 녹지 않고, 유기 용매에 잘 녹는다.

② 세포벽의 주성분은 탄수화물인 셀룰로스이다.

④, ⑤ 여러 종류의 물질을 녹이는 용매로 작용하고, 인체의 구성 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 물이다. **답 ③**

06

알짜풀이 ● ㄱ. DNA는 유전 정보를 저장하고, RNA는 DNA의 유전 정보를 전달한다.

ㄴ. 핵산의 기본 단위는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 뉴클레오타이드이다.

ㄷ. DNA를 이루는 뉴클레오타이드의 당은 디옥시리보스이고, RNA를 이루는 뉴클레오타이드의 당은 리보스이다. **답 ⑤**

07

알짜풀이 ● ③ 식물 세포벽의 주성분은 다당류인 셀룰로스이다.

오답넘기 ● ① (가)는 단당류, (나)는 이당류, (다)는 다당류이다.

② 녹말, 글리코젠은 다당류이다.

④ 탄수화물의 구성 원소는 탄소(C), 수소(H), 산소(O)이다.

⑤ 탄수화물의 기본 단위는 단당류이며, 음식물로 섭취한 탄수화물은 소화되어 단당류의 형태로 흡수된다. **답 ③**

08

알짜풀이 ● A는 물 다음으로 많은 양을 차지하므로 단백질이고, B는 핵산이다.

ㄱ. 단백질은 효소의 주성분으로 물질대사를 촉진한다.

ㄷ. 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)는 단백질과 핵산을 구성하는 공통 원소이다.

오답넘기 ● ㄴ. 피하에 저장되어 체온 유지에 중요한 역할을 하는 것은 중성 지방이다. 핵산은 유전 정보를 저장하거나 전달하는 역할을 한다. **답 ④**

09

모범답안 ● 탄수화물은 우리 몸에서 주된 에너지원으로 사용되기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 탄수화물이 에너지원이기 때문이라고만 설명한 경우	60 %

10

알짜풀이 ● A는 단백질, B는 핵산, C는 탄수화물이다.

ㄱ. 단백질의 입체 구조는 열이나 산 등에 의해 변할 수 있는데, 이를 단백질의 변성이라고 한다. 단백질은 변성되면 그 기능을 잃는다.

오답넘기 ● ㄴ, ㄷ. 탄수화물은 사람의 주된 에너지원으로 사용되어 섭취량에 비해 몸을 구성하는 비율이 낮다. **답 ①**

11

알짜풀이 ● 지질에는 중성 지방, 인지질, 스테로이드의 3종류가 있다. 세포막, 핵막, 미토콘드리아막 등 생체막의 주성분은 인지질이다. 스테로이드는 성호르몬, 부신 겉질 호르몬 등의 주성분으로, 대표적인 예로는 콜레스테롤이 있다. 또 생물체 내에서 주로 에너지 저장 물질로 이용되는 것은 중성 지방이다. ㉮ ④

12

알짜풀이 ● (가)는 뉴클레오타이드, (나)는 단백질(폴리펩타이드)이다.

③ DNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 당으로 디옥시리보스를 갖는다.

오답نب기 ● ② 세포막의 주성분은 인지질이다.

④ 아미노산과 아미노산 사이의 결합을 펩타이드 결합이라고 한다. (나)에는 7개의 펩타이드 결합이 존재한다.

⑤ 생명체를 구성하는 물질 중 물 다음으로 많은 양을 차지하는 것은 단백질이다. ㉮ ③

13

모범답안 ● DNA는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 티민(T)을 갖고, RNA는 티민(T) 대신 유라실(U)을 갖는다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② DNA는 티민(T)을, RNA는 유라실(U)을 갖는다고만 설명한 경우	50 %

04 ㉮ 생물의 구성 체제

개념 확인 문제

● 본책 27쪽

- 1 (1) 미토콘드리아 (2) 핵 (3) 소포체 (4) 세포막
2 (1) × (2) ○ (3) ×

{ 문제 다지기 }

● 본책 28~29쪽

- 기본 문제** 01 (나) 02 ④ 03 ② 04 ③ 05 ②
06 ② 07 동물 : 기관계, 식물 : 조직계
실력 문제 08 ④ 09 ⑤ 10 해설 참조 11 ②
12 ④ 13 ②

01

알짜풀이 ● (나)에는 식물 세포에만 있는 세포 소기관인 엽록체와 세포벽이 있다. 따라서 (가)는 동물 세포, (나)는 식물 세포이다. ㉮ (나)

02

알짜풀이 ● A는 핵, B는 소포체, C는 엽록체, D는 미토콘드리아, E는 중심립이다.

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

펩타이드

펩타이드 결합으로 이루어진 화합물을 말해요.

- 다이펩타이드 : 아미노산 두 분자가 결합한 것
- 트라이펩타이드 : 아미노산 세 분자가 결합한 것
- 폴리펩타이드 : 아미노산 여러 분자가 결합한 것

● 쉽게 쉽게

RNA는 DNA와 달리 염기로 T 대신 U를 가지지만, 염기의 종류는 DNA와 마찬가지로 4종류예요.

● 필수 자료 ●

리보솜

- RNA와 단백질로 구성되어 있으며, 막으로 싸여 있지 않아요.
- DNA의 유전 정보에 따라 단백질을 합성해요.
- 세포질과 거친면 소포체 표면에 존재해요.

● 쉽게 쉽게

식물 세포와 동물 세포의 비교

엽록체와 세포벽은 식물 세포에는 있지만, 동물 세포에는 없어요. 또 액포는 주로 성숙한 식물 세포에서 발견되고, 중심립은 주로 동물 세포에서 발견돼요.

④ 미토콘드리아는 세포 호흡이 일어나는 장소로 유기물을 분해하여 세포의 생명 활동에 필요한 에너지를 생성한다.

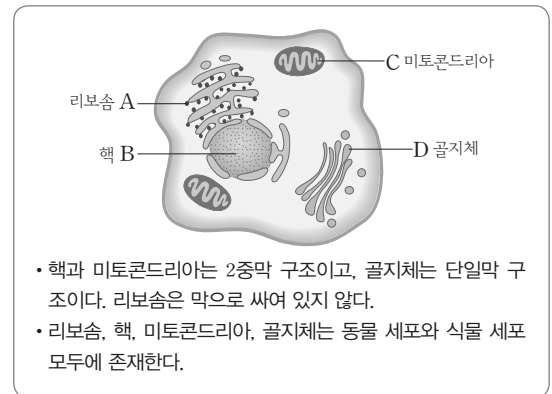
오답نب기 ● ① 핵은 유전 물질(DNA)이 들어 있어 세포의 생명 활동을 조절한다.

② 소포체는 리보솜에서 합성한 단백질을 골지체나 세포의 다른 부분으로 운반한다.

③ 엽록체는 광합성이 일어나는 장소이고, 단백질은 리보솜에서 합성된다.

⑤ 중심립은 세포가 분열할 때 세포의 양극으로 이동하여 방추사 형성에 관여한다. ㉮ ④

03 | 자료 ㉮ 분석하기 |



● **알짜풀이** ● A는 리보솜, B는 핵, C는 미토콘드리아, D는 골지체이다.

② 리보솜은 단백질을 합성하는 세포 소기관이다.

오답نب기 ● ① 리보솜은 막으로 싸여 있지 않다.

③ 핵은 DNA가 있으며 2중막으로 싸여 있다.

④ 미토콘드리아에서는 세포 호흡이 일어나 유기물이 무기물로 분해되면서 생명 활동에 필요한 에너지가 생성된다.

⑤ 골지체는 식물 세포와 동물 세포에 모두 존재한다. ㉮ ②

04

알짜풀이 ● A는 엽록체, B는 세포벽, C는 액포이다.

ㄱ. 엽록체는 외막과 내막으로 둘러싸인 2중막 구조이다.

ㄴ. 세포벽은 동물 세포에는 존재하지 않는다.

오답نب기 ● ㄷ. 액포는 물, 당류, 색소, 노폐물 등이 포함된 세포액이 들어 있어 세포 내 삼투압을 조절한다. 물질의 저장과 분비에 관여하는 세포 소기관은 골지체이다. ㉮ ③

05

알짜풀이 ● ② 엽록체에는 광합성에 관련된 색소와 이산화탄소를 고정하는 효소가 들어 있어 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지 형태로 바꾸어 포도당에 저장한다.

오답نب기 ● ① 세포 내 물질의 이동 통로가 되는 것은 소포체이다.

③ 세포에서 가장 크고 뚜렷한 세포 소기관은 핵이다.

④ 엽록체는 식물 세포에만 있지만, 미토콘드리아는 식물 세포와 동물 세포에 모두 존재한다.

⑤ 미토콘드리아에서는 이화 작용인 세포 호흡이 일어난다. ㉮ ②

06

알짜풀이 ● 조직은 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임이다. 기관은 조직 또는 조직계의 모임으로 고유한 형태와 기능을 나타내며, 동물과 식물의 구성 단계 모두에서 볼 수 있다. ㉔ ②

07

알짜풀이 ● 동물은 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체의 단계로 구성되고, 식물은 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체의 단계로 구성된다.

㉔ 동물 : 기관계, 식물 : 조직계

08

알짜풀이 ● A는 세포벽, B는 액포, C는 핵, D는 미토콘드리아이다.

ㄴ. 핵에는 생물의 형질에 대한 정보를 저장하고 있는 유전 물질이 들어 있다.

ㄷ. (나)는 반응물보다 생성물의 에너지가 적으므로 발열 반응이다. 미토콘드리아에서는 세포 호흡이 일어나는데, 세포 호흡은 이화 작용으로 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

오답نب기 ● ㄱ. 세포벽의 주성분은 탄수화물의 일종인 셀룰로오스이다. 핵막, 세포막, 액포의 막 등 생체막은 단백질과 인지질로 이루어져 있다. ㉔ ④

09

알짜풀이 ● A는 핵, B는 엽록체, C는 미토콘드리아, D는 세포막이다.

⑤ 세포막의 주성분은 인지질과 단백질이다. 단백질은 인지질의 유동성 때문에 고정되어 있지 않고 그 위치가 쉽게 변한다.

오답نب기 ● ① 엽록체가 있으므로 식물 세포이다.

② 핵, 미토콘드리아, 엽록체는 2중막 구조이다.

③ 엽록체에서는 광합성을 통해 에너지 전환이 일어난다.

④ 미토콘드리아에서는 세포 호흡이 일어나 세포의 생명 활동에 이용되는 ATP가 생성된다. ㉔ ⑤

10

모범답안 ● 미토콘드리아는 세포 호흡이 일어나는 장소로 생명 활동에 필요한 에너지를 생성하기 때문에 근육 세포와 같이 에너지 소모가 많은 세포에 많이 분포한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 근육 세포는 에너지 소모가 많기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

11

알짜풀이 ● A는 조직, B는 기관, C는 기관계이다.

ㄷ. 식물의 구성 단계에는 기관계가 존재하지 않는다.

오답نب기 ● ㄱ. 이자와 소장은 소화 기관이다. 따라서 B와 같은 구성 단계(기관)에 해당한다.

ㄴ. 동일한 구조와 기능을 가진 세포들의 집단은 조직이다. 기관은 여러 조직이 모여 구성된다. ㉔ ②

우공비 BOX

●보충 설명●

조직계와 기관계

- 조직계 : 몇 가지 조직이 모여 통합적으로 기능을 수행하는 단계로, 동물에는 없고 식물에만 있어요.
- 기관계 : 서로 연관된 기능을 담당하는 기관들의 모임으로, 식물에는 없고 동물에만 있어요.

●필수 자료●

식물의 조직계

- 표피 조직계 : 표피 조직 등으로 구성되며, 식물체의 겉을 싸서 보호해요.
- 관다발 조직계 : 물관부와 체관부로 구성되며, 잎, 줄기, 뿌리에서 물과 양분의 이동 통로 역할을 해요.
- 기본 조직계 : 대부분 유조직(울타리 조직, 해면 조직 등)으로 구성되며, 물질대사가 왕성하게 일어나요.

●쉽게쉽게●

엽록체에서는 광합성을 통해 빛에너지를 화학 에너지의 형태로 전환하여 포도당에 저장해요.

●보충 설명●

단백질과 유전자

사람이 가지는 특징은 단백질에 의해 나타나요. 생명 활동에 핵심적인 기능을 하는 단백질의 종류와 기능은 아미노산의 배열 순서에 의해 결정되며, 이에 대한 정보는 부모로부터 물려받은 유전자에 저장되어 있어요.

12

알짜풀이 ● 혈액은 결합 조직에 해당하고, 심장, 혈관 등의 기관들이 모여 순환계를 이룬다. 혈구는 세포에 해당한다. ㉔ ④

13

○ **알짜풀이** ● (가)는 세포, (나)는 조직, (다)는 조직계, (라)는 기관, (마)는 개체이다. 울타리 조직, 해면 조직이 모여 기본 조직계를 이룬다. 표피 조직계는 표피 조직 등이 모여 이루어진다. ㉔ ②

우공비

비법 특강

●본책 30~31쪽

1 ⑤ 2 ③ 3 ③ 4 ④

1

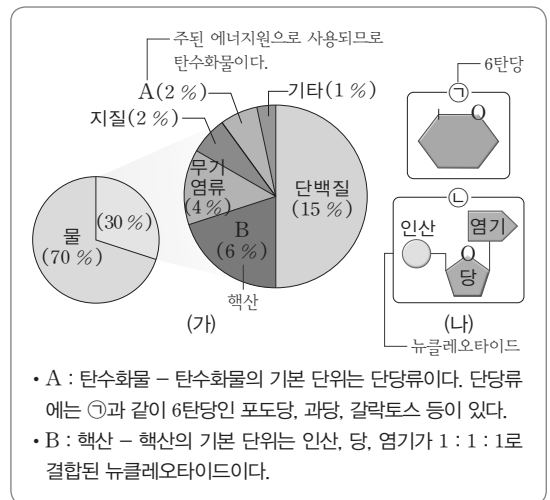
알짜풀이 ● A는 사람을 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 물질이다. B는 기본 단위 물질이 뉴클레오타이드이므로 핵산이다. C는 기본 단위 물질이 아미노산이므로 단백질이다.

ㄱ. 물은 비열과 기화열이 커서 체온 유지에 용이하다.

○ ㄴ. 핵산은 유전 정보를 저장하고 있으며, 이 유전 정보가 단백질 합성 과정에서 아미노산의 배열을 결정한다.

ㄷ. 단백질은 항체, 효소, 호르몬의 구성 성분이다. ㉔ ⑤

2 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. A는 주된 에너지원이므로 탄수화물이다. 따라서 A의 단위체는 6탄당인 ①이다. ①은 뉴클레오타이드로, 핵산(B)의 단위체이다.

오답نب기 ● ㄷ. 세포막이나 핵막과 같은 생체막의 주성분은 인지질이다. ㉔ ③

3

알짜풀이 ● A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 리보솜, D는 세포벽이다.

ㄱ. 핵은 유전 물질이 들어 있어 세포의 생명 활동을 조절한다.
 ㄴ. 세포벽은 식물 세포에만 존재하므로, D를 가진 (나)가 식물 세포이고 D가 없는 (가)는 동물 세포이다.

오답نب기 ● ㄴ. 핵, 미토콘드리아, 엽록체는 2중막 구조이지만, 리보솜은 막으로 싸여 있지 않다. ㉮ ③

4

알짜풀이 ● A는 리보솜, B는 핵, C는 엽록체이다.

ㄱ. 리보솜에서는 단백질 합성이 일어나며, 아미노산은 단백질을 구성하는 기본 단위이고 각각의 아미노산은 펩타이드 결합에 의해 연결된다.

ㄴ. 핵은 유전 물질(DNA)이 들어 있어 세포의 생명 활동을 조절한다.

오답نب기 ● ㄴ. 엽록체는 동물 세포에는 존재하지 않는다.

㉮ ④

수능문제를

실력 굳히기

● 본책 32~35쪽

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

01

알짜풀이 ● ㉮은 인체에서 가장 많은 양을 차지하는 물이다. ㉮은 고분자 물질 중 가장 많은 양을 차지하며, 기본 단위가 아미노산인 단백질, ㉮은 기본 단위가 뉴클레오타이드인 핵산이다.

ㄱ. 물은 극성 화합물로, 여러 가지 물질을 잘 녹이는 용매로 작용한다.

ㄴ. 핵산에는 DNA와 RNA가 있으며, DNA는 유전 정보를 저장한다.

ㄴ. 단백질은 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N) 등으로 구성되고, 핵산은 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)으로 구성된다. ㉮ ⑤

02

알짜풀이 ● A는 단백질, B는 지질, C는 무기 염류, D는 탄수화물이다.

ㄱ. 단백질은 여러 개의 아미노산이 펩타이드 결합에 의해 연결된 것이다.

ㄴ. 지질은 1 g당 9 kcal의 열량을, 단백질과 탄수화물은 1 g당 4 kcal의 열량을 낸다.

오답نب기 ● ㄴ. 무기 염류는 에너지원으로 사용되지 않는다.

ㄴ. 생체막의 주요 구성 성분은 인지질과 단백질이다. ㉮ ①

03

알짜풀이 ● (가)는 중성 지방, (나)는 글리코젠, (다)는 DNA이다.

ㄱ. 중성 지방은 글리세롤 1분자에 지방산 3분자가 결합한 화합물로, 물에는 녹지 않고 유기 용매에 잘 녹는다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

핵산에는 DNA와 RNA 두 종류가 있고, 셀룰로스, 글리코젠, 녹말 등은 탄수화물 중 다당류예요.

● 보충 설명 ●

에너지원

우리 몸에서 에너지원으로 쓰이는 물질은 탄수화물, 지질, 단백질이에요.

● 조심조심

생명체를 구성하는 기본 물질 중 물이 가장 많은 양을 차지하고, 그 다음으로 단백질이 많은 양을 차지해요. 물 분자는 산소 원자 1개에 수소 원자 2개가 결합한 것으로, 고분자 물질에 포함되지 않아요.

● 필수 자료 ●

세포 소기관의 막 구조 비교

2중막	핵, 미토콘드리아, 엽록체
단일막	소포체, 골지체, 리소좀, 세포막, 액포
막 구조 없음	인, 중심립, 리보솜

ㄴ. (나)는 포도당(단당류)을 나타내는 육각형 모양의 구성 단위가 길게 연결된 다당류이므로, 글리코젠이다.

ㄴ. (다)는 2중 나선 구조이므로 DNA이다. DNA의 기본 단위는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 뉴클레오타이드이다. ㉮ ⑤

04

알짜풀이 ● (가)는 핵산, (나)는 탄수화물, (다)는 지질이다.

ㄱ. 핵산의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

ㄴ. 탄수화물을 구성하는 원소는 탄소(C), 산소(O), 수소(H)이다.

ㄴ. 세포막의 주성분은 인지질이다. 지질에는 중성 지방, 인지질, 스테로이드 등이 포함된다. ㉮ ⑤

05

알짜풀이 ● ㄱ. C는 에너지원으로 사용되지 않으므로 무기 염류이고, A는 기본 단위가 아미노산인 단백질, B는 탄수화물이다.

ㄴ. 무기 염류 중 나트륨, 칼륨 등은 체액의 삼투압 조절에 관여한다.

오답نب기 ● ㄴ. 리보솜에서는 DNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성된다. ㉮ ③

06

알짜풀이 ● A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 중심립이다. 핵과 미토콘드리아는 동물 세포와 식물 세포에 공통적으로 존재하며, 중심립은 주로 동물 세포에 존재한다.

ㄱ. 핵에는 유전 물질인 DNA가 존재한다.

ㄴ. 미토콘드리아는 세포 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 ATP를 합성한다.

ㄴ. 2개의 중심립이 직각으로 배열되어 중심체를 이룬다. 중심체는 세포가 분열할 때 세포의 양극으로 이동하여 방추사 형성에 관여한다. ㉮ ⑤

07

알짜풀이 ● A는 리보솜, B는 핵, C는 엽록체이다.

ㄱ. 리보솜은 막으로 싸여 있지 않다.

오답نب기 ● ㄴ. 핵과 미토콘드리아, 엽록체는 DNA를 가지고 있지만, 리보솜은 DNA를 가지고 있지 않다.

ㄴ. 엽록체는 광합성이 일어나는 장소로, 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 존재한다. ㉮ ①

08

알짜풀이 ● ㉮ 핵에는 유전자의 본체인 DNA가 들어 있어 유전 형질 발현에 중요한 역할을 한다.

㉮ 미토콘드리아는 세포 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 생성한다.

㉮ 리소솜은 여러 가지 가수 분해 효소를 가지고 있어 세포 내 소화를 담당한다. ㉮ ②

09

알짜풀이 ● A는 핵, B는 엽록체, C는 리소솜이다.

ㄴ. 엽록체는 외막과 내막이 있는 2중막 구조이다.

오답넘기 ● ㄱ. 분열기에는 핵막과 인이 사라지므로 핵이 관찰되지 않는다.

ㄷ. 에너지 소비가 많은 근육 세포에는 미토콘드리아가 다량 분포하며, 리소좀은 식균 작용을 하는 백혈구나 변태(탈바꿈) 중인 올챙이 꼬리 세포에 많이 분포한다. ㉮ ②

10

알짜풀이 ● A는 리보솜이 부착되어 있는 거친면 소포체이다. ㄱ, ㄷ. 소포체는 핵막과 연결되어 있으며, 리보솜이 부착되어 있어 리보솜에서 생성된 단백질을 운반하는 기능을 담당한다. 그러므로 단백질을 합성하여 세포 밖으로 분비하는 세포에 발달되어 있다.

오답넘기 ● ㄴ. 소포체는 동물 세포와 식물 세포에 모두 존재한다. ㉮ ④

11 | 유형별 비법 |

STEP 1 (가)에서 A와 B가 무엇인지 알아낸다.

(가)는 세포막의 구조로, 세포막은 인지질 2층층에 단백질이 군데군데 끼여 있는 유동 모자이크 구조이다. 따라서 A는 인지질, B는 단백질이다.

STEP 2 (나) 실험의 결과를 해석하여 세포막의 성질을 알아낸다.

막 단백질이 붉은색으로 표지된 쥐 세포와 막 단백질이 파란색으로 표지된 사람 세포를 융합하여 얻은 융합 세포를 40분 후 관찰하였더니 쥐 세포의 막 단백질과 사람 세포의 막 단백질이 서로 섞여 있었다. ➡ 세포막은 유동성이 있어 단백질의 위치가 변한다.

알짜풀이 ● A는 인지질, B는 단백질이다.

ㄱ. (나)에서 두 세포를 융합하였을 때 두 종류의 막 단백질이 고루 섞이는 것으로 보아 세포막은 유동성이 있다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 인지질의 머리 부분은 친수성이고, 꼬리 부분은 소수성이다.

ㄷ. 막을 관통하는 단백질은 수용성 물질의 이동에 관여한다. ㉮ ⑤

12

알짜풀이 ● A는 골지체, B는 핵이다.

ㄱ. 골지체는 단백질과 인지질로 이루어진 막으로 싸여 있는 단일막 구조이다.

ㄴ. 핵 속에 존재하는 염색사는 DNA와 히스톤 단백질로 구성된다.

오답넘기 ● ㄷ. ㉠은 세포막의 구성 성분인 인지질이다. 인지질은 중성 지방에서 지방산 1분자 대신 인산기를 포함한 화합물이 결합한 것이다. 1분자의 글리세롤과 3분자의 지방산이 결합한 것은 중성 지방이다. ㉮ ③

13

알짜풀이 ● ㄱ. A는 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 단계인 기관이다.

오답넘기 ● ㄴ. 콩팥은 여러 조직으로 구성되며, 오줌을 생성하는 배설 기관이다.

유공비 BOX

필수 자료

동물의 조직

- 상피 조직 : 몸이나 내장 기관의 표면을 덮어 보호해요.
- 결합 조직 : 서로 다른 조직들을 결합시키거나 지지해요.
- 근육 조직 : 신체의 운동이나 내장 기관의 움직임을 담당해요.
- 신경 조직 : 자극에 의한 흥분을 전달해요.

보충 설명

소포체의 분포

단백질을 수송하는 기능을 하는 거친면 소포체는 단백질의 합성과 분비가 활발한 이차 세포 등에 많이 분포되어 있어요.

보충 설명

유동 모자이크 구조

유동성을 띤 인지질 2층층 구조에 단백질이 군데군데 박혀 있고, 인지질의 움직임에 따라 단백질도 이동하는 세포막 구조를 말해요.

조심조심

콩팥, 오줌관, 방광, 요도 등은 배설계를 구성하는 배설 기관이에요.

ㄷ. B는 연관된 기능을 담당하는 기관들이 모여 구성된 기관계이다. 식물의 구성 단계에는 기관계가 없다. ㉮ ①

14

알짜풀이 ● (가)는 근육 조직, (나)는 신경 조직, (다)는 상피 조직, (라)는 결합 조직이다.

② (나)는 뉴런으로 이루어져 있으며 신경계를 구성하는 신경 조직이다. 몸을 구조적으로 지지해 주는 것은 뼈와 같은 결합 조직이다.

오답넘기 ● ① 근육 조직은 수축·이완을 통해 몸이나 내장 기관의 움직임을 일으킨다.

③ 상피 조직은 피부나 내장 기관의 안과 밖의 표면을 덮고 있으며, 병원체의 침입을 막거나 영양소를 흡수하는 등의 역할을 수행한다.

④ 혈액, 뼈, 연골, 힘줄 등은 조직들 사이에서 여러 조직을 서로 연결시키는 결합 조직에 속한다.

⑤ 형태와 기능이 비슷한 세포들이 모여 조직을 이룬다.

㉮ ②

15

알짜풀이 ● ㄱ. 식물의 기관은 영양 기관(뿌리, 줄기, 잎)과 생식 기관(꽃, 열매)으로 구성된다.

ㄴ. (가)는 생명 활동이 활발한 유조직 중 하나로 올타리 조직이다.

오답넘기 ● ㄷ. 물과 무기 양분의 이동 통로인 물관과 유기 양분의 이동 통로인 체관은 관다발 조직계를 이룬다. ㉮ ③

16

알짜풀이 ● A는 기관계, B는 기관이다.

ㄱ. 기관계는 동물의 구성 단계에만 있고, 식물의 구성 단계에는 존재하지 않는다.

ㄴ. A는 기관계 중 소화계로, 세포 호흡에 필요한 영양소를 소화·흡수하는 역할을 한다.

ㄷ. 기관은 여러 종류의 조직이 모여서 고유한 형태와 기능을 나타내는 단계이다. 내장근으로 구성된 위는 안과 밖이 상피 조직으로 덮여 있고, 신경 조직과 결합 조직이 분포되어 있으며, 소화 기능을 수행한다. ㉮ ⑤

17

알짜풀이 ● A는 올타리 조직, B는 물관, C는 형성층, D는 체관이다.

ㄱ. A는 올타리 조직이며, 엽록체를 다량 함유하고 있어 광합성이 활발하게 일어난다.

오답넘기 ● ㄴ. 식물의 조직계에는 표피 조직계, 관다발 조직계, 기본 조직계가 있다. A는 해면 조직, 피층, 속과 함께 기본 조직계를 구성하며, 형성층인 C는 물관부, 체관부와 함께 관다발 조직계를 이룬다.

ㄷ. 식물의 조직은 분열 조직과 영구 조직으로 나뉜다. 형성층과 생장점은 분열 조직이고, 분열 조직으로부터 분화된 표피 조직, 유조직, 기계 조직, 통도 조직은 모두 영구 조직에 속한다. ㉮ ①

대단원
마무리

핵심 요약 노트

● 본책 36~37쪽

- ① 가설 ② 대조 실험 ③ 통제 변인 ④ 종속 변인
⑤ 변인 통제 ⑥ 동화 작용 ⑦ 이화 작용 ⑧ 유전
⑨ 물질대사 ⑩ 물 ⑪ 아미노산 ⑫ 탄수화물 ⑬ 뉴클레오타이드 ⑭ RNA ⑮ 핵 ⑯ 세포 호흡 ⑰ 리보솜 ⑱ 세포막 ⑲ 기관계 ⑳ 조직계

대단원
마무리

단원 평가 문제

● 본책 38~41쪽

- 01 ③ 02 ③ 03 ③ 04 ② 05 ④ 06 ③ 07 ②
08 ④ 09 ④ 10 ⑤ 11 ③ 12 ③ 13 조작 변인 :
검정말과 전기스탠드 사이의 거리 또는 빛의 세기, 종속 변
인 : 기포 수 또는 광합성 속도 14 물질대사 15 해설 참
조 16 수소 결합 17 해설 참조 18 (가) 식물 세포 (나)
동물 세포 (다) 대장균 19 해설 참조

01

알짜풀이 ● ㄱ. 가설 설정 단계가 있으므로 연역적 탐구 방법이다.

ㄴ. (가)는 가설을 검증하기 위해 탐구를 설계하고 수행하는 단계이다.

오답نب기 ● ㄷ. 독립 변인은 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 요인으로, 실험에서 의도적이고 체계적으로 변화시키는 변인인 조작 변인과 실험하는 동안 일정하게 유지시키는 변인인 통제 변인으로 구분한다. ㄹ ③

02

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석한 후 일반적인 원리를 도출해 내는 탐구 방법인 귀납적 탐구 방법이다.

ㄴ. (나)는 연역적 탐구 방법으로, 연역적 탐구 방법에서는 가설을 검증하기 위해 대조군과 실험군을 설정하여 비교하는 대조 실험을 수행한다.

오답نب기 ● ㄷ. 슈라이텐은 관찰을 통해 얻은 사실적 지식들을 종합하고 분석하여 세포설을 주장하였으므로 귀납적 탐구 방법을 이용하였다. ㄹ ③

03

알짜풀이 ● (가)는 결과 해석, (나)는 가설 설정, (다)는 결론 도출, (라)는 탐구 설계 및 수행 단계이다. ㄹ ③

04

알짜풀이 ● ㄴ. B는 적응으로, 생물이 환경 변화에 대응하여 몸의 형태, 기능 및 생활 방식 등이 변해 가는 현상이다.

오답نب기 ● ㄱ. A는 이화 작용이며, 이화 작용이 일어날 때는 에너지가 방출된다.

ㄷ. 수정란이 세포 분열을 거쳐 완전한 하나의 개체가 되는 것은 발생이며, 개체 유지 특성에 해당한다. ㄹ ②

우공비 BOX

쉽게쉽게

병 A와 B의 실험 결과에 차이가 있는 것은 효모의 호흡량 때문이에요. 병 B 속의 효모는 세포 호흡이 활발하게 일어나므로, 물과 이산화탄소 열에너지를 병 A 속의 효모보다 많이 발생시켜요.

05

알짜풀이 ● 효모의 세포 호흡에 의해 열이 발생하여 병 B의 온도가 높아졌다. 또 세포 호흡 결과 이산화탄소가 발생하므로, 효모의 세포 호흡이 활발하게 일어나는 병 B와 연결된 석회수가 병 A와 연결된 석회수보다 더 뿌옇게 흐려졌다. 이 실험 결과와 관련이 깊은 생명 현상의 특성은 물질대사(이화 작용)이다.

④ 침 속의 아밀레이스에 의해 녹말이 엿당으로 분해되는 것은 물질대사 중 이화 작용의 예이다.

오답نب기 ● ①은 적응, ②는 유전, ③, ⑤는 항상성 유지의 예이다. ㄹ ④

06

알짜풀이 ● 닭이 꼬리보다 목이 짧은 맹금류(자극)에 대해서만 회피 행동(반응)을 보이는 것은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응에 해당한다.

③ 식물의 줄기가 빛을 향해 굽어 자라는 것은 자극에 대한 반응의 예이다.

오답نب기 ● ①은 발생과 성장, ②는 생식, ④는 유전, ⑤는 항상성 유지의 예이다. ㄹ ③

07

알짜풀이 ● ㄴ. 백혈구와 바이러스는 모두 유전 물질(핵산)을 갖는다.

오답نب기 ● ㄱ. 백혈구는 세포 구조이며, 바이러스는 핵산과 단백질 껍질로 구성된 비세포 구조이다.

ㄷ. 바이러스는 효소가 없어 독자적인 물질대사를 할 수 없으며, 숙주 세포 내에서만 물질대사를 한다. ㄹ ②

08

알짜풀이 ● (가)는 뉴클레오타이드, (나)는 아미노산, (다)는 1분자의 글리세롤과 3분자의 지방산이 결합한 중성 지방이다.

ㄱ. 유전 정보를 저장하는 DNA와 유전 정보를 전달하는 RNA의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.

ㄴ. 아미노산은 펩타이드 결합에 의해 연결된다.

오답نب기 ● ㄷ. (다)는 중성 지방이며, 친수성 머리와 소수성 꼬리를 갖는 지질의 종류는 인지질이다. ㄹ ④

09

알짜풀이 ● 이자 세포는 분비 작용이 활발하므로 단백질의 합성 및 분비와 관련된 기능을 하는 소포체와 골지체가 많이 분포한다. 근육 세포는 에너지 소비량이 많으므로 세포 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 생성하는 미토콘드리아가 많이 분포한다. 백혈구는 식균 작용이 활발하므로 여러 가지 가수 분해 효소를 함유하여 세포 내 소화를 담당하는 리소솜이 많이 분포한다. ㄹ ④

10

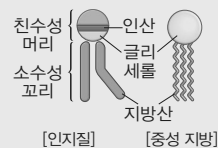
알짜풀이 ● A는 골지체, B는 미토콘드리아, C는 핵이다.

ㄴ. 미토콘드리아에서는 세포 호흡이 일어나 세포의 생명 활동에 필요한 에너지가 생성된다.

ㄷ. 핵에는 유전 물질인 DNA가 있다.

필수 자료

인지질과 중성 지방



인지질은 중성 지방에서 지방산 1분자 대신 인산과 질소 화합물인 콜린이 결합한 것으로, 머리 부분은 친수성이고, 꼬리 부분은 소수성이예요.

보충 설명

세포설

모든 생물은 세포로 구성되어 있으며, 세포는 생명체의 구조적·기능적 단위라는 것으로, 슈반과 슈라이텐이 발표하였어요.

오답نب기 ● ㄱ. 골지체는 납작한 주머니를 여러 겹 쌓은 모양이다. 소포체는 미세한 관이나 주머니 모양의 구조물로, 핵막과 연결되어 있고 소포체 내부도 서로 연결되어 있다. ㉢ ⑤

11

알짜풀이 ● A는 표피 조직, B는 율타리 조직, C는 해면 조직, D는 꽃, E는 줄기이다.

ㄷ. 꽃은 생식 기관이고, 줄기는 영양 기관이다.

오답نب기 ● ㄱ. 표피 조직을 이루는 표피 세포에는 엽록체가 없으며, 공변세포에만 엽록체가 있다.

ㄴ. 표피 조직은 표피 조직계를 이루며, 기본 조직계는 표피 조직계와 관다발 조직계를 제외한 나머지 부분이다. 기본 조직계는 율타리 조직, 해면 조직, 피층, 속 등으로 구성된 유조직으로 대부분 이루어져 있다. ㉢ ③

12

알짜풀이 ● (가)는 기관계, (나)는 기관, (다)는 조직, (라)는 세포, (마)는 개체이다.

ㄱ. 기관계는 식물의 구성 단계에는 존재하지 않는다.

ㄷ. 동물은 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체의 순으로 구성된다.

오답نب기 ● ㄴ. 기관은 여러 종류의 조직이 모여서 고유한 형태와 특정한 기능을 나타내는 단계이다. 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모임은 조직이다. ㉢ ③

13

알짜풀이 ● 온도, 이산화 탄소의 농도 등 다른 조건은 모두 동일하게 유지시키고, 빛의 세기만 변화시킨 후 1분 동안 검정말에서 발생하는 기포 수(광합성 속도)를 측정하였다.

㉢ 조작 변인 : 검정말과 전기스탠드 사이의 거리 또는 빛의 세기, 종속 변인 : 기포 수 또는 광합성 속도

14

알짜풀이 ● (가)는 동화 작용을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 것으로, 광합성을 하는 생명체가 있다면 ^{14}C 를 함유한 유기물이 합성되었을 것이고, 가열 과정에 의해 방사성 기체($^{14}\text{CO}_2$)가 검출되었을 것이다. (나)는 이화 작용을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 것으로, 생명체가 있다면 ^{14}C 를 포함한 유기 양분이 분해되어 방사성 기체($^{14}\text{CO}_2$)가 검출되었을 것이다. (다)는 이화 작용을 하는 생명체가 있는지 알아보기 위한 것으로, 생명체가 있다면 유기 양분의 분해 결과 발생한 CO_2 등으로 인해 용기 내부의 기체 조성비가 달라졌을 것이다. ㉢ 물질대사

15

모범답안 ● (가)와 (나)에서는 방사성 기체($^{14}\text{CO}_2$)가 검출될 것이며, (다)에서는 용기 내부의 기체 조성비가 달라질 것이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② (가)와 (나)의 결과는 바르게 예측하였으나 (다)에서 ' CO_2 가 발생한다.' 또는 '산소가 소모된다.'라고 설명한 경우	80 %

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

물 분자가 극성을 띠는 이유
산소 원자가 수소 원자보다 전자를 끌어당기는 힘이 커서 산소 원자와 수소 원자가 결합하는 데 관계하는 전자가 산소 원자 쪽으로 끌려가기 때문이에요.

● 보충 설명 ●

식물의 기관
뿌리, 줄기, 잎과 같이 식물의 영양을 관장하고, 생존에 직접적으로 관여하는 기관을 영양 기관이라고 해요. 또 꽃, 열매와 같이 개체를 증식시켜 종족을 보존하는 기관을 생식 기관이라고 해요.

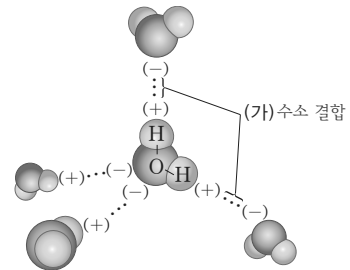
● 보충 설명 ●

광합성에 영향을 미치는 환경 요인
광합성에 영향을 미치는 환경 요인에는 온도, 빛의 세기, 이산화 탄소 농도 등이 있어요.

● 조심조심 ●

대장균은 세포막과 유전 물질은 있지만 핵막이 없어 유전 물질이 세포질에 흩어져 있는 원핵생물이예요.

16 | 자료 분석하기 |



- 물 분자는 산소(O) 원자 1개와 수소(H) 원자 2개가 결합되어 있는데, 산소 원자는 약한 음(-)전하를 띠고, 수소 원자는 약한 양(+)전하를 띠므로 극성을 띠게 된다.
- 한 물 분자의 산소와 인접한 물 분자의 수소 사이에 인력이 작용하여 수소 결합이 형성된다.
- 물 분자 사이의 수소 결합을 끊는 데 많은 열이 소비되기 때문에 물은 비열과 기화열이 크다.

알짜풀이 ● 한 물 분자의 산소와 인접한 물 분자의 수소 사이에 인력이 작용하여 수소 결합이 형성된다. ㉢ 수소 결합

17

알짜풀이 ● 물 분자 사이에 형성된 수소 결합을 끊는 데 많은 열이 소비되기 때문에 물은 비열과 기화열이 높다. 따라서 물은 체온이 쉽게 올라가거나 내려가는 것을 막아 주고, 증발할 때 몸의 열을 빼앗아 체온 유지를 돕는다.

모범답안 ● 물 분자 사이의 수소 결합을 끊는 데 많은 열이 소비되기 때문에 비열과 기화열이 높다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 비열과 기화열이 높다고만 설명한 경우	50 %

18

알짜풀이 ● (가)는 엽록체가 존재하고 세포벽이 있어 세포가 각진 모양을 하고 있으므로 식물 세포이다. (나)는 엽록체가 없으므로 식물 세포는 아니고, 대장균과 동물 세포 중 하나인데, 핵이 존재하므로 동물 세포이다. (다)는 핵막 및 막으로 싸여 있는 세포 소기관이 없으므로 단세포 원핵생물인 대장균이다. ㉢ (가) 식물 세포 (나) 동물 세포 (다) 대장균

19

알짜풀이 ● 기관계는 동물에만 있는 구성 단계이고, 조직계는 식물에만 있는 구성 단계이다.

모범답안 ● 동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체이고, 식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체이다. 동물에는 기관계는 있으나 조직계가 없고, 식물에는 조직계는 있으나 기관계가 없다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 동물과 식물의 구성 단계만 순서대로 바르게 쓴 경우	50 %
③ 동물과 식물의 구성 단계의 차이점만 바르게 설명한 경우	50 %

03 세포와 세포 분열

05 ② 염색체

개념 확인 문제

● 본책 45쪽

- 1 구성 물질: DNA와 히스톤 단백질, 구성 단위: 뉴클레오솜 2 상동 염색체 3 핵형 4 (1) ○ (2) × (3) ×
5 남자: XY, 여자: XX

{ 문제 다지기 }

● 본책 46~47쪽

- 기/본/문/제 01 (1) A, 뉴클레오솜 (2) 뉴클레오타이드
02 ③ 03 ④ 04 ㉠ $2n$ ㉡ $2n$ ㉢ n 05 ④ 06 ③
실/력/문/제 07 ④ 08 ② 09 해설 참조 10 ⑤
11 ⑤

01

알짜풀이 ● 염색체 또는 염색사를 구성하는 기본 단위는 히스톤 단백질을 DNA가 감고 있는 구조인 뉴클레오솜(A)이다. B는 DNA이며, DNA의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다. ㉠ (1) A, 뉴클레오솜 (2) 뉴클레오타이드

02

알짜풀이 ● ㄱ. (가)와 (나)의 염색체 수는 4개로 동일하며 상동 염색체 쌍을 가지므로, 핵상은 모두 $2n=4$ 이다.

ㄴ. (나)는 (가)의 상태에서 DNA가 복제된 후의 세포이므로 DNA양은 (가)의 2배이다.

오답넘기 ● ㄷ. (나)에서 2개의 염색 분체가 1개의 염색체를 이루므로 (가)와 (나)의 염색체 수는 4개로 같다. ㉠ ③

03

알짜풀이 ● ㄱ. A는 히스톤 단백질을 DNA가 감고 있는 구조로, 염색사의 기본 단위인 뉴클레오솜이다.

ㄷ. I과 II는 염색 분체이므로 유전자 구성이 같다.

오답넘기 ● ㄴ. I과 II는 하나의 염색체를 구성하고 있는 염색 분체이다. ㉠ ④

04

알짜풀이 ● 체세포에는 부모로부터 각각 물려받은 상동 염색체가 쌍을 이루므로 핵상이 $2n$ 이다. DNA가 복제되면 염색체 수는 변화 없고 DNA양은 2배로 증가한다. 생식 세포는 감수 분열 결과 생성되므로 핵상은 n 이다.

㉠ ㉠ $2n$ ㉡ $2n$ ㉢ n

05

알짜풀이 ● ㄱ. (가)와 (나)는 모양과 크기가 같은 상동 염색체이다.

ㄴ. 상동 염색체의 같은 위치에는 동일한 형질을 결정하는 데 관여하는 대립 유전자가 있다. A와 a, B와 B는 각각 대립 유전자이다.

우공비 BOX

필수 자료

핵형

체세포에 존재하는 염색체의 수와 모양, 크기 등의 특징을 핵형이라고 하며, 같은 종의 생물은 동일한 핵형을 가져요. 또한 핵형 분석을 통해 성별은 물론 염색체 구조나 수의 이상까지도 알 수 있어요.

보충 설명

핵상

크기와 모양이 같은 염색체가 종류별로 2개씩 쌍을 이루면(상동 염색체가 존재하면) $2n$, 염색체가 쌍을 이루지 않고 1개씩 있으면 n 으로 표시해요.

보충 설명

상동 염색체와 염색 분체의 유전자 구성



상동 염색체의 유전자 구성은 같을 수도 있고(BB), 다를 수도 있다(Aa). 그러나 하나의 염색체를 구성하는 두 염색 분체의 유전자 구성은 항상 같다.

오답넘기 ● ㄷ. 염색 분체는 복제되어 형성되었으므로 유전자 구성이 동일하지만, 상동 염색체는 부모로부터 각각 하나씩 물려받으므로 대립 유전자가 서로 다를 수 있다. ㉠ ④

06

알짜풀이 ● ③ 염색체는 세포가 분열할 때 나타나므로 핵형 분석은 분열 중인 세포를 이용하여 실시한다.

오답넘기 ● ① 성염색체가 XY이므로 남자의 체세포이다. ②, ④ 사람의 체세포에는 총 46개(23쌍)의 염색체가 있으며, 이 중 44개(22쌍)는 상염색체, 나머지 2개(1쌍)는 성염색체이다.

⑤ 남자의 성염색체 중 X 염색체는 어머니로부터, Y 염색체는 아버지로부터 물려받은 것이다. ㉠ ③

07

알짜풀이 ● ㄱ. 모양과 크기가 같은 염색체가 2개씩 쌍을 이루고 있으므로 핵상은 $2n$ 이다.

ㄷ. 상염색체는 3쌍이고, X, Y 염색체는 성염색체이다.

오답넘기 ● ㄴ. 모양과 크기가 같은 한 쌍의 염색체를 상동 염색체라고 한다. ㉠ ④

08

알짜풀이 ● ㄷ. 생식 세포의 염색체 수는 체세포의 절반이므로 침팬지의 생식 세포의 염색체 수는 $n=24$ 이다.

오답넘기 ● ㄱ, ㄴ. 생물 종이 달라도 염색체 수는 같을 수 있으며, 염색체 수가 같아도 서로 다른 종이면 염색체의 모양이나 크기가 다르므로 핵형이 다르다. ㉠ ②

09

모범답안 ● 생식 세포의 수정에 의해 자손이 태어나므로 체세포는 어머니로부터 물려받은 염색체와 아버지로부터 물려받은 염색체가 쌍을 이루게 된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 부모로부터 각각 하나씩 물려받았다고만 설명한 경우	80 %

10

알짜풀이 ● ㄱ. 이 동물의 체세포에는 상동 염색체 3쌍이 들어 있으므로 핵상은 $2n=6$ 이다.

ㄷ. 유전자 E는 수컷만 가지고 있는 성염색체에 있으므로 유전자 E에 의한 형질은 수컷에게만 나타난다.

오답넘기 ● ㄴ. 난자는 모두 유전자 D를 가지지만, 정자는 유전자 D 또는 E를 가진다. ㉠ ⑤

11

알짜풀이 ● ㄱ. 핵형 분석은 세포 분열 중인 체세포의 염색체를 이용하므로 혈구 중 핵이 있는 백혈구를 이용한다.

ㄴ. 염색체는 분열기에 관찰할 수 있으므로 분열기의 중기에 있는 세포의 염색체를 이용한다.

ㄷ. 염색체의 수와 모양, 크기 등의 특성을 알아보는 핵형 분석으로 염색체 수나 구조의 이상을 알 수 있다. ㉠ ⑤

06 ④ 세포 주기와 체세포 분열

개념 확인 문제

● 본책 49쪽

- 1 G₁기 2 암세포 3 중기 4 (1) ㉠ 생장 ㉡ 재생 (2)
㉢ 세포질 만입 ㉣ 세포판 형성 (3) 같다

{ 문제 다지기 }

● 본책 50~51쪽

- 기본문제** 01 (1) ㉠ G₁기 ㉡ S기 ㉢ G₂기 (2) ㉣
02 ③ 03 ④ 04 중기 05 ④ 06 ①
실력문제 07 ③ 08 ③ 09 해설 참조 10 ⑤
11 ④

01

알짜풀이 ● 간기에는 미토콘드리아나 리보솜 같은 세포 소기관의 수가 증가하고, DNA 복제나 단백질 합성 등 물질대사가 활발하게 일어난다. 간기는 세포 주기의 대부분을 차지한다. ㉠ (1) ㉠ G₁기 ㉡ S기 ㉢ G₂기 (2) ㉣

02

알짜풀이 ● ③ (나)는 DNA 상대량이 1에서 2로 증가하는 시기이므로, DNA 복제가 일어나는 S기이다. 염색 분체는 분열기에 관찰할 수 있다.

오답نب기 ● ①, ② (가)는 G₁기에 있는 세포들이다. 신경 세포와 근육 세포처럼 완전히 분화된 세포는 더 이상 분열하지 않으므로 G₁기에 머물러 있게 된다.

④ (나)의 세포는 DNA가 복제되는 S기에 해당한다.

⑤ (다)는 DNA양이 2배로 증가한 상태이므로 G₂기부터 세포 분열이 완료되기 직전까지의 시기에 해당한다. ㉠ ③

03

알짜풀이 ● ④ 암세포는 세포 주기를 조절하는 기능에 이상이 생겨 무한정 분열하는 세포이다.

오답نب기 ● ① 일반적으로 간기는 세포 주기의 대부분을 차지한다.

② 염색사는 분열기(M기)에 염색체로 바뀌므로, 분열기(M기)에만 관찰이 가능하다.

③ DNA가 복제되어 2배가 되는 시기는 S기이다.

⑤ G₁기 이후 S기를 거쳐 G₂기가 되므로 G₂기의 DNA양은 G₁기의 2배이다. ㉠ ④

04

알짜풀이 ● 체세포 분열 과정 중 중기에 염색체가 세포 중앙의 적도면에 배열되므로 중기가 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기이다. ㉠ 중기

05

알짜풀이 ● ④ (마)는 겹쳐진 세포를 얇게 펴는 압착 과정이다. 세포 분열을 정지시키는 과정은 고정이다.

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

중심체

동물 세포에는 1쌍의 중심체가 존재해요. 세포 분열 시 2개의 중심체는 서로 멀어지면서 양극으로 이동하며, 여기에서 방추사가 뻗어나와요.

● 보충 설명 ●

세포 주기 중 간기

• G₁기 : 세포의 생장에 필요한 효소와 세포를 구성하는 단백질을 합성하고, 미토콘드리아나 리보솜 등 세포 소기관의 수를 늘리면서 세포가 커지는 시기예요.

• S기 : DNA 복제가 일어나 유전 물질의 양이 2배로 증가해요.

• G₂기 : 방추사를 구성하는 단백질 등 여러 가지 물질을 합성하며, 세포 분열을 준비해요.

● 보충 설명 ●

G₁기에 머무는 세포

신경 세포와 근육 세포는 이미 분화가 끝난 세포이므로 더 이상 분열하지 않아 G₁기에 머물며, 적혈구는 분화되는 과정에서 핵이 없어지므로 적혈구 역시 분열하지 않고 G₁기에 머무릅니다.

● 용어 알기 ●

난할

수정란의 초기 세포 분열 과정으로, 체세포 분열의 일종이에요. 난할이 거듭되어도 할구의 염색체 수는 변함이 없지만, 할구의 크기는 점점 작아져요.

오답نب기 ● ① (가)는 세포 분열이 진행되던 상태로 고정시키는 과정이다.

② 조직을 연하게 하여 세포가 잘 분리되도록 하기 위해 (나)와 같은 해리 과정을 거친다.

③ 아세트산카민 용액은 핵 또는 염색체를 붉게 염색하여 염색체의 변화를 잘 관찰할 수 있게 한다.

⑤ 양파의 뿌리 끝에는 생장점이 있어 체세포 분열 중인 다양한 세포를 관찰할 수 있다. ㉠ ④

06

알짜풀이 ● ① 염색체가 2개씩 쌍을 이루어 4개가 있으므로 핵상은 $2n=4$ 이다.

오답نب기 ● ② (가) 시기는 체세포 분열 전기로 염색체는 염색 분체로 구성되며, 핵막과 인이 사라지고, 중심체가 세포의 양극으로 이동하여 방추사를 형성한다.

③ (나) 시기는 염색체가 적도면에 배열되는 중기로, 핵형 분석을 하기에 가장 적절한 시기이다.

④ 분열이 시작되기 전 DNA가 복제되므로 전기인 (가)의 DNA양은 2배로 늘어나 있다. 후기에 염색 분체가 분리되므로 (가)의 DNA양은 말기인 (다)의 2배가 된다.

⑤ 체세포 분열이 일어나면 염색 분체가 분리되므로 분열 전후 염색체 수가 변하지 않는다. ㉠ ①

07

알짜풀이 ● ㄱ. 수정란의 난할은 체세포 분열 과정에 해당하지만, 세포 주기 중 G₁기와 G₂기의 시간이 매우 짧다. 따라서 말세포의 생장이 거의 일어나지 않으므로 세포 주기가 반복될수록 말세포의 크기는 점점 작아진다.

ㄴ. 복제된 DNA는 핵분열 과정에서 2개의 딸핵으로 나누어지고, 각각의 딸핵은 딸세포로 들어간다.

오답نب기 ● ㄴ. 세포 한 개당 DNA양은 G₂기가 G₁기의 2배이다. ㉠ ③

08

알짜풀이 ● ㄱ. 정상 세포는 세포 분열을 촉진하는 물질이 있을 때만 한 층을 이룰 때까지 분열한다. 암세포는 세포 분열 촉진 물질의 유무와 상관없이 분열하여 여러 층으로 쌓인다. 그러므로 A는 정상 세포, B는 암세포이다.

ㄴ. 암세포는 혈액이나 림프를 따라 전이가 가능하다.

오답نب기 ● ㄴ. 정상 세포는 특수한 기능을 하는 세포로 분화하지만, 암세포는 분화하지 않는다. ㉠ ③

09

모범답안 ● 동물 세포는 세포질이 바깥에서 안쪽으로 함입되는 세포질 만입에 의해 세포질이 분리되고, 식물 세포는 세포 중앙 부위에 형성된 세포판이 안쪽에서 바깥쪽으로 자라서 세포질이 분리된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 동물 세포는 세포질 만입, 식물 세포는 세포판 형성이 라고만 설명한 경우	70 %

10

알짜풀이 ● ⑤ 유전자 1과 2는 하나의 DNA에 위치하므로, 서로 같은 형질을 결정하는 대립 유전자가 아니다.

오답نب기 ● ① A는 염색체이며, DNA와 히스톤 단백질로 이루어져 있다.

② 염색체는 세포 주기 중 분열기에 관찰된다.

③ B는 히스톤 단백질과 DNA로 구성된 뉴클레오솜이다. 단백질의 기본 단위는 아미노산이며, 수많은 아미노산이 펩타이드 결합에 의해 연결되어 단백질이 만들어진다.

④ C는 DNA이며, DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이다. **답 ⑤**

11

알짜풀이 ● ④ (가)의 염색체 수는 4개이고, (나)와 (다)에도 각각 4개의 염색체가 들어 있다.

오답نب기 ● ① 상동 염색체가 있으므로 핵상은 $2n=4$ 이다.

② ㉠과 ㉡는 염색 분체이므로, 체세포 분열 결과 2개의 딸세포로 각각 나뉘어 들어간다.

③ (가)는 DNA가 복제되어 염색 분체를 이루고 있는 상태이고, 염색 분체가 나뉘어 (나)와 (다)로 들어갔으므로 (나)와 (다)의 핵 1개당 DNA양은 서로 같다.

⑤ (나)와 (다)는 복제되어 만들어진 염색 분체가 분리되어 들어가므로 구성이 동일하다. **답 ④**

07 **강** 감수 분열

개념 확인 문제

● 본책 53쪽

1 2가 염색체 2 DNA 복제 : 1회, 핵분열 : 2회 3 감수 1분열 전기 4 (1) ㉠ 상동 염색체 ㉡ 반감 ㉢ 염색 분체 (2) ㉠ 절반 ㉡ 절반 (3) 유전적 다양성

{ 문제 다지기 }

● 본책 54~55쪽

기/본/문/제 01 ③ 02 ⑤ 03 (1) C (2) D 04 ② 05 ⑤
실/력/문/제 06 ③ 07 ② 08 ④ 09 해설 참조 10 ⑤

01

알짜풀이 ● ③ (다) → (라) 과정은 감수 1분열 과정으로 접합하여 있던 상동 염색체가 분리되므로 염색체 수와 DNA 양이 각각 반으로 줄어든다.

오답نب기 ● ① A와 B는 부모로부터 하나씩 물려받은 상동 염색체이므로 유전자 구성은 다를 수 있다.

② (나)는 DNA가 복제되어 하나의 염색체가 2개의 염색 분체로 이루어져 있는 상태로 염색체 수는 (가)와 같다.

우공비 BOX

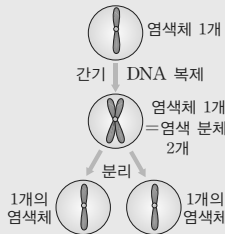
조심조심

보통 하나의 염색체에 같이 존재하는 유전자는 감수 분열 시 같은 생식 세포로 들어가지지만, 교차가 일어나면 염색체의 일부가 교환되기 때문에 항상 같은 생식 세포로 들어가지는 않아요.

● 보충 설명 ●

염색체의 수

2개의 염색 분체로 되어 있는 1개의 염색체는 염색 분체로 분리되면 각각 하나의 염색체가 돼요. 따라서 염색 분체가 분리될 때에는 염색체 수에 변화가 없어요.



● 필수 자료 ●

유성 생식의 유전적 다양성 증가

- 감수 분열에서의 상동 염색체의 무작위 배열과 분리
- 감수 1분열 전기에 일어나는 교차
- 생식 세포의 무작위 수정

④ (라) → (마) 과정은 염색 분체가 분리되는 감수 2분열로 염색 분체가 분리되면 DNA양은 반으로 줄어들지만 염색체 수에는 변화가 없다.

⑤ 상동 염색체인 A와 B가 접합하여 2가 염색체를 이룰 때 상동 염색체의 염색 분체 일부가 교환되는 교차가 일어난다. A₁과 A₂는 염색 분체이므로 유전자 구성이 같다. **답 ③**

02

알짜풀이 ● ⑤ 감수 1분열 전기에 2가 염색체가 형성되었을 때 상동 염색체 사이에 교차가 일어나면 E_f와 e_F의 유전자를 가진 생식 세포가 형성된다. 즉, 유전자 E와 F가 생식 세포 형성 시 항상 같이 행동하는 것은 아니다.

오답نب기 ● ① (가)와 같이 상동 염색체가 접합되어 있는 염색체를 2가 염색체라고 한다.

② (가)는 4개의 염색체가, (나)는 2개의 염색체가 있다.

③ (나)는 상동 염색체가 없으므로 핵상은 $n=2$ 이다.

④ (가)는 감수 1분열 중기, (나)는 감수 2분열을 마친 세포이다. **답 ⑤**

03

알짜풀이 ● A는 G₁기, B는 S기와 G₂기, C는 감수 1분열, D는 감수 2분열이다. 염색체 수는 감수 1분열에서 반감되고, 염색 분체는 감수 2분열에서 분리된다. **답 (1) C (2) D**

04

알짜풀이 ● ㉡. (가)와 (나)는 모두 감수 분열 과정이므로, 상동 염색체가 접합된 2가 염색체가 형성된다.

오답نب기 ● ㉠. ㉠과 ㉡이 감수 1분열 중기에 어떻게 배열하느냐에 따라 같은 생식 세포로 들어갈 수도 있고 아닐 수도 있다.

㉢. 사람은 $2n=46$ 개의 염색체를 가지므로 만들 수 있는 생식 세포의 종류는 이론적으로 2^{23} 가지이다. **답 ②**

05

알짜풀이 ● 생식 세포의 염색체 수를 체세포의 절반이 되어야 수정에 의해 생식 세포가 결합해도 염색체 수가 체세포와 같게 된다. **답 ⑤**

06

알짜풀이 ● ㉠. A와 B는 핵상은 같은데, B는 염색체가 2개의 염색 분체로 되어 있으므로 B의 DNA양은 A의 2배이다. ㉡. C(n)는 B($2n$)에서 상동 염색체가 분리되어 형성되었으므로 B의 염색체 수는 C의 2배이다.

오답نب기 ● ㉢. C에서 염색 분체가 분리되어 D가 형성되었으므로 염색체 수는 변화 없고 DNA양은 절반으로 줄어든다. **답 ③**

07

알짜풀이 ● A~C 시기의 세포는 감수 1분열, D~F 시기의 세포는 감수 2분열 과정이다.

② B는 감수 1분열 중기이므로 핵상이 $2n$, F는 감수 분열이 완료되었으므로 핵상이 n 이다.

오답نب기 ● ① A 시기는 감수 1분열 전기이며, DNA 복제는 분열기 전 간기에 일어난다.

- ③ 후기에 방추사의 길이가 짧아지면서 염색체가 양극으로 끌려간다.
 ④ 교차는 감수 1분열 전기(A 시기)에 일어난다.
 ⑤ E 시기에는 염색 분체가 분리되어 세포의 양극으로 이동하며, 이때 염색체 수는 변화가 없다. ㉑ ②

08

- 알짜풀이** ● (나)는 감수 1분열, (다)는 감수 2분열을 나타낸다. ○
 나. A에서 B가 되는 과정은 감수 2분열로, DNA양이 반으로 줄어듦으로 A의 DNA양은 B의 2배이다.
 다. (다) 과정은 염색 분체가 분리되는 감수 2분열이므로, 분열 결과 염색체 수에는 변화가 없다.
오답넘기 ● ㄱ. A에서 B가 되는 과정은 감수 2분열이므로 (다) 과정에 해당된다. ㉑ ④

09

- 모범답안** ● 감수 1분열 전기에 2가 염색체가 형성되었을 때 상동 염색체 사이에 염색 분체 일부가 교환되는 교차가 일어나면 새로운 유전자 조합을 가진 염색체가 형성된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 교차라고만 설명하거나 교차가 일어난 시기만을 설명한 경우	30 %

10

- 알짜풀이** ● A~B는 간기, C는 감수 1분열, D~E는 감수 2분열의 DNA양을 나타낸다.
 ⑤ B 시기는 S기이고, 염색체는 분열기에 관찰할 수 있다. 따라서 B 시기에는 상동 염색체를 관찰할 수 없다.
오답넘기 ● ① (가)는 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 이루고 있는 상태이므로, C 시기에서 관찰할 수 있다.
 ② (가)는 C 시기에 볼 수 있고 (다)는 E 시기에 볼 수 있으므로, (가)의 DNA양은 (다)의 4배이다.
 ③ (나)는 상동 염색체가 없고 각 염색체는 2개의 염색 분체로 이루어져 있으므로 감수 1분열이 끝난 세포이다. 따라서 D 시기에 (나)를 관찰할 수 있다.
 ④ (나)와 (다)의 핵상은 모두 $n=2$ 이다. ㉑ ⑤

유공비

비법 특강

● 본책 57쪽

1 ① 2 ③ 3 ④

1

- 알짜풀이** ● (가)는 체세포 분열 과정이고, (나)는 2회 분열이 연속적으로 일어나고 딸세포의 염색체 수가 모세포의 절반이 되었으므로 감수 분열 과정이다.
 ㄱ. (가)는 유전자 구성이 같은 염색 분체가 각각 딸세포로 나누어지므로 딸세포의 유전자 구성은 모두 같다.
오답넘기 ● 나. 체세포 분열과 감수 2분열에서 염색 분체의 분리가 일어난다.
 다. (가)는 1회, (나)는 2회의 핵분열이 일어난다. ㉑ ①

유공비 BOX

쉽게쉽게

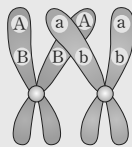
상동 염색체가 분리되면 감수 1분열, 염색 분체가 분리되면 감수 2분열이에요.

필수 자료

- 감수 1분열 : 상동 염색체 분리, 염색체 수와 DNA양 반감
- 감수 2분열 : 염색 분체 분리, DNA양 반감

보충 설명

교차



유전자 A와 B 사이에 교차가 일어나면 Ab와 aB의 유전자 조합이 생기므로 A와 B가 동일한 생식 세포로 들어갈 확률은 100%보다 낮아져요.

2

- 알짜풀이** ● (가)는 상동 염색체가 접합된 2가 염색체가 적도면에 배열되어 있으므로 감수 1분열 중기, (나)는 상동 염색체가 존재하는 상태에서 6개의 염색체가 적도면에 일렬로 배열되어 있으므로 체세포 분열 중기의 세포이다.
 다. 체세포 분열 결과 형성된 딸세포의 핵상도 모세포와 같은 $2n=6$ 이다.
오답넘기 ● ㄱ. (가)는 감수 1분열, (나)는 체세포 분열이다.
 나. (가)의 결과 생식 세포가 형성되고, (나)의 결과 생물의 생장이나 재생이 일어난다. ㉑ ③

3

- 알짜풀이** ● 감수 1분열에서는 핵 1개당 DNA양과 염색체 수가 모두 반으로 감소하지만, 감수 2분열에서는 핵 1개당 DNA양은 반으로 감소하고 염색체 수는 변하지 않는다. 따라서 ㉑은 ㉒, ㉓은 ㉔, ㉕은 ㉖이다.
 나. ㉑(㉓)은 DNA양과 염색체 수의 상댓값이 모두 ㉒(㉔)의 절반이므로 핵 1개당 DNA양은 세포 1개당 염색체 수에서 서로 같다.
 다. ㉑이 ㉖로 되는 과정에서 염색 분체가 분리되는 감수 2분열이 일어난다.
오답넘기 ● ㄱ. ㉑은 G_1 기의 세포이므로 DNA가 복제되지 전이다. 이 동물은 유전자형이 Tt이므로 ㉑은 T가 1개이지만, ㉓은 상동 염색체가 분리되고 염색 분체는 분리되지 않으므로 T가 2개 또는 0개이다. ㉑ ④

수능문제

실력 굳히기

● 본책 58~61쪽

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

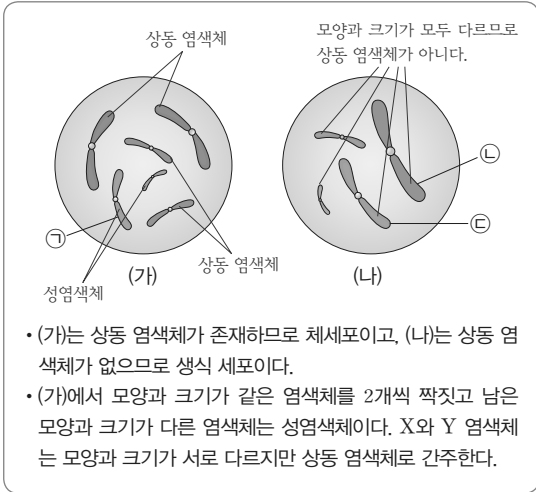
01

- 알짜풀이** ● ㄱ. (나)는 뉴클레오솜이 관찰되는 염색사이다. 따라서 간기의 G_1 기에 관찰할 수 있다.
오답넘기 ● 나. (가)는 염색사가 응축된 염색체로 염색사가 염색체로 응축되는 과정은 분열기(M기)의 전기에 일어난다.
 다. ㉑은 히스톤 단백질이다. 뉴클레오솜은 히스톤 단백질을 DNA가 감고 있는 구조이다. ㉑ ①

02

- 알짜풀이** ● 다. a는 X 염색체이고, b는 Y 염색체이다. X 염색체가 있는 정자가 난자와 수정되면 딸이, Y 염색체가 있는 정자가 난자와 수정되면 아들이 된다.
오답넘기 ● ㄱ. A는 염색사의 기본 단위인 뉴클레오솜이다. 분열기에는 뉴클레오솜으로 이루어진 염색사가 꼬이고 응축되어 염색체가 되므로 분열기에도 A는 존재한다.
 나. ㉑과 ㉓은 복제된 각 DNA가 독자적으로 응축하여 형성된 염색 분체이다. ㉑ ②

03 | 자료 분석하기 |

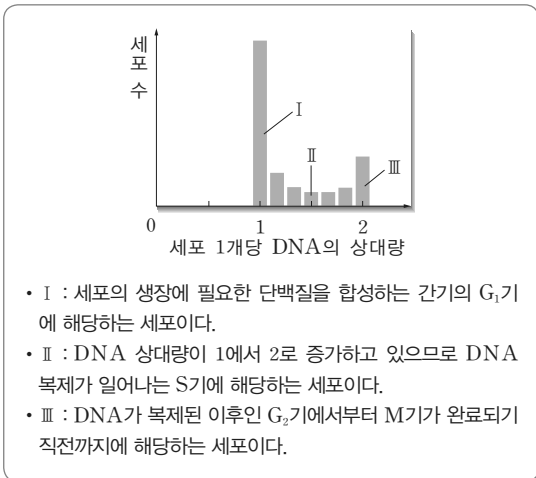


알짜풀이 ● ㄱ. (가)에서 ㉠과 모양과 크기가 같은 염색체가 없으므로 성염색체임을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. (나)는 B의 생식 세포이므로, (나)에는 상동 염색체가 없다.

ㄷ. A($2n=6$)의 생식 세포는 3개의 염색체를 갖는 반면, B의 생식 세포인 (나)는 염색체가 4개이다. ㉡ ①

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. G₁기에 세포 소기관의 수가 증가한다.

ㄴ. 영역 II는 DNA양이 늘어나고 있으므로 S기이다.

ㄷ. 영역 III은 G₂기부터 M기가 완료되기 직전까지이므로 염색체가 관찰되는 세포가 존재한다. ㉡ ⑤

05

알짜풀이 ● ㉠은 G₁기, ㉡은 S기, ㉢은 G₂기이다.

ㄷ. M기에서 핵분열은 전기 → 중기 → 후기 → 말기의 순서로 일어나는데, 핵막은 전기에 사라졌다가 말기에 다시 나타난다.

오답نب기 ● ㄱ. S기(㉡)에 DNA가 복제되므로 핵 1개당 DNA양은 G₂기(㉢) 세포가 G₁기(㉠) 세포의 2배이다.

ㄴ. 세포 분열 시 염색체에 결합해 염색체를 이동시키는 방추사는 M기의 전기에 양극에서 뻗어나오기 시작한다. ㉡ ③

우공비 BOX

●보충 설명
체세포 분열의 관찰 재료
양파 뿌리 끝을 사용하는 것은 뿌리 끝에 생장점이 있기 때문이에요. 식물은 생장점과 형상층 같은 분열 조직에서만 체세포 분열이 일어나요.

●보충 설명
세포의 종류와 세포 주기
• 난할 : S기와 M기를 반복
➔ 세포 주기가 짧고, 세포 크기가 감소해요.
• 신경 세포, 적혈구, 근육 세포 : 분화가 끝난 세포로, G₁기에서 세포 주기가 멈춰요.
• 암세포 : 세포 주기 조절에 이상이 생겨 정상 세포보다 세포 주기가 짧아요.

●조심조심
성염색체인 X 염색체와 Y 염색체는 모양과 크기가 다르지만, 감수 분열 시 짝을 지었다가 분리되는 등 상동 염색체처럼 행동하므로 상동 염색체로 간주해요.

●쉽게쉽게
감수 2분열은 염색 분체가 분리되기 때문에 체세포 분열과 매우 비슷해요. 염색 분체가 분리 중인 세포를 보고 체세포 분열인지 감수 2분열인지를 구분하려면 상동 염색체가 있는지 확인하면 돼요.

06

○알짜풀이 ● ② 양파 뿌리를 묶은 염산에 중탕하는 것은 세포 사이의 결합을 약화시켜 조직을 연하게 하기 위해서이다.

오답نب기 ● ① 에탄올과 아세트산의 3 : 1 혼합액에 넣어 두는 것은 세포를 그 상태로 정지시키기 위한 고정 과정이다.

③ 아세트산카민 용액은 핵과 염색체를 염색한다.

④ 양파 뿌리는 식물 세포이므로, 세포질 분열 시 세포판이 형성된다.

⑤ A는 전기, B는 후기, C는 말기, D는 중기이다. 따라서 세포 분열은 A → D → B → C의 순서로 일어난다. ㉡ ②

07

○알짜풀이 ● A는 G₁기, B는 S기, C는 G₂기이다.

ㄱ. 신경 세포는 분화가 끝난 세포로 G₁기에 머문다.

ㄷ. S기에 DNA가 복제되면 세포당 DNA양은 2배가 된다. 따라서 (나)에서 DNA 상대량이 2인 세포는 G₁기, 2~4인 세포는 S기, 4인 세포는 G₂기 또는 분열기의 세포이다.

오답نب기 ● ㄴ. 염색 분체는 분열기에 관찰된다. ㉡ ③

08

알짜풀이 ● ㄷ. t일 때 세포 수 그래프의 기울기는 암세포가 정상 세포보다 크므로 세포 증식 속도는 암세포가 정상 세포보다 빠르다.

오답نب기 ● ㄱ. (가)는 체세포의 세포 주기이므로 M기에 염색 분체가 분리된다. 상동 염색체는 감수 분열에서 분리된다. ㄴ. 암세포는 정상 세포와 마찬가지로 분열을 마치고 다시 분열을 시작하기 전에 간기를 거치면서 생장과 DNA 복제를 하지만, 일반적으로 정상 세포보다 세포 주기가 짧아 같은 시간 동안 세포 증식 속도가 빠르다. ㉡ ②

09

알짜풀이 ● ㄱ. ㉠, ㉡의 염색체 수는 ㉢, ㉣의 염색체 수의 절반이므로 ㉢, ㉣은 감수 1분열 이전, ㉠, ㉡은 감수 1분열을 마친 이후의 세포이다. ㉢과 ㉣은 염색체 수는 같으나 ㉢의 DNA양이 ㉣의 2배이므로 ㉢은 DNA 복제 전 세포이고 ㉣은 DNA 복제 후부터 감수 1분열을 마칠 때까지의 세포이다. ㉡은 ㉢에 비해 염색체 수와 DNA양이 모두 절반으로 줄어들었으므로 ㉡은 감수 1분열을 마친 세포, ㉠은 ㉡과 염색체 수는 같지만 DNA양이 절반이므로 감수 2분열을 끝낸 세포이다.

ㄴ. ㉢에는 감수 1분열 중인 세포가 포함되므로 2가 염색체가 관찰되는 세포가 존재한다.

ㄷ. ㉢(DNA 복제 전 세포) → ㉣(DNA 복제 후부터 감수 1분열을 마칠 때까지의 세포) → ㉠(감수 1분열을 마친 딸세포) → ㉡(감수 2분열을 마친 딸세포)로 분열된다. ㉡ ⑤

10

○알짜풀이 ● 그림의 세포는 상동 염색체가 없으므로 감수 1분열을 마친 세포이다.

ㄴ. 이 세포의 핵상은 $n=3$ 이므로, 체세포의 핵상은 $2n=6$ 이다.

ㄷ. 염색 분체가 분리되므로 분열 후 생성된 딸세포의 염색체 수도 그림의 세포와 마찬가지로 3개가 된다.

오답노트 ● ㄱ. 상동 염색체가 없는 상태에서 염색 분체가 분리되는 감수 2분열 중인 세포이다. ㉔ ⑤

11

알짜풀이 ● ㄱ. ①은 방추사이며 분열이 진행될수록 방추사가 짧아지면서 염색 분체가 세포의 양극으로 이동한다.
 ㄴ. (나)는 염색 분체가 분리되므로 감수 2분열 후기이다.
 ㄷ. 염색 분체의 유전자 구성은 동일하므로 (나) 분열 결과 생성된 두 딸세포의 유전자 구성은 같다. ㉔ ⑤

12

알짜풀이 ● ㄱ. (나)는 2가 염색체가 형성되어 있으므로 감수 1분열 전기의 세포이며, 이때의 핵상은 $2n$ 이다.
오답노트 ● ㄴ. (나)는 감수 1분열 전기 상태이며, 구간 II는 감수 2분열 중이다.
 ㄷ. 구간 I은 S기이므로 핵막과 인이 관찰된다. ㉔ ①

13

알짜풀이 ● ㄴ. B와 C는 염색 분체가 분리되어 생성되므로 유전자 구성이 같다.
 ㄷ. 감수 2분열 결과 만들어진 B와 C의 핵상은 $n=4$ 이다.
오답노트 ● ㄱ. 제1정모 세포인 (나)의 핵상이 $2n=8$ 이므로 A는 $n=4$ 이다. 이때 각 염색체는 2개의 염색 분체로 구성되어 있으므로 A의 염색 분체 수는 8개이다. ㉔ ④

14

알짜풀이 ● ㄴ. 감수 1분열은 상동 염색체가 분리되는 분열이므로 분열 결과 염색체 수와 DNA양이 반으로 줄어든다.
오답노트 ● ㄱ. 감수 분열에서 DNA 복제는 1회 일어난다.
 ㄷ. 생식 세포는 감수 분열이 완료된 세포로 더 이상 분열하지 않는다. 따라서 세포 주기를 반복하지 않는다. ㉔ ②

15

알짜풀이 ● ㄷ. (나)는 딸세포의 염색체 수가 모세포와 같으므로 체세포 분열 과정을 나타낸 것이다. 그러므로 b와 c는 유전자 구성이 동일하다.
오답노트 ● ㄱ. (가)는 상동 염색체 없이 염색 분체가 분리되므로 감수 2분열 과정이다.
 ㄴ. b는 체세포 분열이 끝난 세포이고, e는 감수 1분열이 끝난 세포로 핵 1개당 DNA양은 같다. ㉔ ③

16

알짜풀이 ● A는 감수 분열이 모두 끝난 후, B는 감수 1분열 중, C는 감수 2분열 중에 해당한다.
 ㄴ. 그림의 세포에는 상동 염색체가 없으므로 감수 2분열 중인 세포이다. 따라서 C의 염색체이다.
오답노트 ● ㄱ. 이 동물은 염색체 수가 4개이므로 B 시기의 세포는 아직 상동 염색체가 분리되지 않아 4개의 염색체와 8개의 염색 분체가 존재한다. 한편 C 시기의 세포는 상동 염색체가 분리되어 2개의 염색체와 4개의 염색 분체가 존재하므로 세포 1개당 $\frac{\text{염색 분체 수}}{\text{염색체 수}}$ 는 B와 C 시기 모두 2이다.
 ㄷ. A 시기의 세포는 감수 분열이 모두 완료된 생식 세포이므로 더 이상 분열하지 않아 S기를 거치지 않는다. ㉔ ②

우공비 BOX

쉽게쉽게

염색 분체 분리 시 방추사가 염색 분체를 양극으로 끌어당기므로 염색 분체 사이의 거리가 멀어질수록 방추사의 길이는 짧아져요.

쉽게쉽게

제1정모 세포는 정원 세포가 정자를 형성하기 위해 DNA를 복제한 상태의 세포를 말해요.

보충 설명

우성과 열성

순종의 대립 형질끼리 교배했을 때 잡종 1대에 나타나는 형질이 우성이고, 나타나지 않는 형질이 열성이예요.

II. 세포와 생명의 연속성

04 유전(1)

08 멘델의 유전 법칙

개념 확인 문제

● 본책 63쪽

1 (1) ○ (2) × (3) × 2 (1) 분리의 법칙 (2) 독립의 법칙

{ 문제 다지기 }

● 본책 64~65쪽

기/본/문/제 01 ③ 02 ④ 03 ① 04 ③ 05 80개

06 ④

실/력/문/제 07 ⑤ 08 해설 참조 09 ④ 10 ③

01

알짜풀이 ● ③ 대립 형질이 뚜렷하고 우열 관계가 분명해야 유전 현상을 연구하기가 쉽다.

오답노트 ● ① 한 세대가 길면 실험 결과를 확인하는 데 많은 시간이 걸리며, 한 연구자가 여러 세대를 직접 관찰하기가 어렵다.

② 종자의 수가 적으면 실험 결과로 얻은 자료의 신뢰성이 낮아 일반화하기 어렵다.

④ 자가 수분이 쉬워야 순종을 얻기 쉽고, 특정 형질의 유전 결과를 알기 쉽다.

⑤ 돌연변이가 많으면 유전 실험의 결과를 정확하게 분석하기 어렵다. ㉔ ③

02

알짜풀이 ● ④ (나)의 유전자형은 Yy 이고, (라)의 유전자형은 yy 이므로 (나)와 (라)를 교배하면, $Yy \times yy \rightarrow Yy, yy$ 에서 황색 완두와 녹색 완두가 1 : 1로 나온다.

오답노트 ● ① Y와 y는 대립 유전자이므로 같은 염색체에 위치할 수 없고, 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다.

② 녹색 유전자(y)는 열성이라 우성인 황색 유전자(Y)와 있을 때 겉으로 드러나지 않지만, 생식 세포로 들어가 다음 대에 물려진다.

③ (가)의 유전자형은 YY, (나)와 (다)의 유전자형은 Yy 이므로, (가)~(다)는 표현형은 같으나 유전자형은 다르다.

⑤ $F_1(Yy)$ 의 자가 수분 결과 F_2 에서 우성 형질 : 열성 형질 = 3 : 1로 분리되는데, 이는 $F_1(Yy)$ 의 대립 유전자가 분리되어 각각의 생식 세포로 들어가기 때문이며, 이를 통해 분리의 법칙을 확인할 수 있다. 독립의 법칙은 두 쌍 이상의 대립 형질이 유전될 때 확인할 수 있다. ㉔ ④

03

알짜풀이 ● ㄱ. 부모가 모두 순종이므로 F_1 은 RY와 ry를 가진 생식 세포가 수정하여 형성된 것으로, 유전자형은 모두 RrYy이다. F_2 에서 둥근 완두 : 주름진 완두 = 황색 완두 : 녹색 완두 = 3 : 1로 나오므로, 주름진 형질과 녹색 형질이 열성이다.

오답범기 ● ㄴ. $F_1(RrYy)$ 의 자가 수분 결과 F_2 에서 등글고 황색 : 등글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색 = 9 : 3 : 3 : 1로 나온다. 이는 F_1 에서 등근 형질과 황색 형질을 결정하는 유전자 R, Y가 각각 다른 염색체에 존재하여 $F_1(RrYy)$ 에서 생식 세포가 $RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1$ 로 생성되었기 때문이다.

ㄷ. $F_1(RrYy)$ 에서 생식 세포가 형성될 때 R와 r, Y와 y가 각각 따로 나뉘어 들어간 생식 세포(RY, Ry, rY, ry)가 1 : 1 : 1 : 1로 생성되므로 F_2 에서 우성 형질(등근 완두, 황색 완두) : 열성 형질(주름진 완두, 녹색 완두) = 3 : 1로 만들어진다. 따라서 $\frac{\text{주름진 완두의 수}}{\text{등근 완두의 수}} = \frac{1}{3}$ 이다. **답** ①

04

알짜풀이 ● ③ 씨의 모양이 주름진 것과 줄기의 길이가 짧은 것은 모두 열성 형질이므로 어버이의 유전자형에 열성 유전자가 모두 존재해야 한다. 이와 같은 조건을 만족하는 어버이의 유전자형 조합은 $RrLl \times RrLl$ 이다.

오답범기 ● ① $RRLl \times rrlL \rightarrow$ 모두 등글고 줄기가 긴 완두($RrLl$)

② $RRLl \times rrLL \rightarrow$ 모두 등글고 줄기가 긴 완두($RrLl$)

④ $RrLL \times Rrll \rightarrow$ 등글고 줄기가 긴 완두($RRLl$, $RrLl$) : 주름지고 줄기가 긴 완두($rrLl$) = 3 : 1

⑤ $Rrll \times RRLl \rightarrow$ 모두 등글고 줄기가 긴 완두($RRLl$, $RrLl$) **답** ③

05

알짜풀이 ● 순종의 등글고 황색인 완두($RRYY$)와 주름지고 녹색인 완두($rryy$)를 교배하면 F_1 에서 등글고 황색인 완두($RrYy$)가 나온다. F_1 을 **검정 교배**하여 나오는 F_2 가 다음 표와 같다.

생식 세포	RY	Ry	rY	ry
ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

F_2 에서 등·황 : 등·녹 : 주·황 : 주·녹 = 1 : 1 : 1 : 1의 비로 나타나므로 등글고 녹색인 완두가 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 등글고 녹색인 완두는 $320 \times \frac{1}{4} = 80$ 개이다. **답** 80개

06

알짜풀이 ● ④ 한 형질을 결정하는 두 대립 유전 인자는 상동 염색체의 같은 자리에 위치한다. \Rightarrow 모건의 유전자설

오답범기 ● ① 상동 염색체는 생식 세포 형성 시 분리된다.

②, ③ 수정이 일어날 때 상동 염색체가 다시 쌍을 이루면서 대립 유전 인자도 쌍을 이루게 된다.

⑤ 감수 분열 시 상동 염색체가 분리될 때 두 대립 유전 인자도 분리되어 각각의 생식 세포로 들어간다. **답** ④

07

알짜풀이 ● ㄴ. $F_1(RrYy)$ 의 자가 교배 결과 F_2 의 표현형의 비가 등글고 황색($R_Y_$) : 등글고 녹색(R_yy) : 주름지고 황색($rrY_$) : 주름지고 녹색($rryy$) = 9 : 3 : 3 : 1이므로 완두의 모양과 색깔 유전은 멘델의 독립의 법칙을 따른다.

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

노란색끼리 교배하였을 때 F_1 에서 검은색이 나타난 것은 검은색이 열성 형질이어서 노란색 개체에서 표현이 억제되었기 때문이에요.

● 쉽게 쉽게

양성 잡종의 교배에서 자손의 유전자형이나 표현형을 구할 때는 각 형질별로 나누어 생각하면 쉬워요.

용어 알기

검정 교배

어떤 개체의 표현형이 우성일 때 그 개체의 유전자형이 순종인지 잡종인지 확인하기 위해 열성 순종의 개체와 교배하는 것이예요.

● 보충 설명 ●

완두의 모양과 색깔 형질은 서로 영향을 미치지 않고 유전되는데, 이를 독립의 법칙이라고 해요.

ㄷ. F_2 에서 등글고 황색($R_Y_$) : 등글고 녹색(R_yy) : 주름지고 황색($rrY_$) : 주름지고 녹색($rryy$) = 9 : 3 : 3 : 1이므로, 우성 형질(등근 완두, 황색 완두) : 열성 형질(주름진 완두, 녹색 완두) = 24 : 8 = 3 : 1이다.

오답범기 ● ㄱ. ①의 유전자형은 $RRYY$ 이며, ②의 유전자형은 $RRYY$, $RRYy$, $RrYY$, $RrYy$ 가 가능하다. **답** ⑤

08

알짜풀이 ● 집단 (나)에서 노란색끼리 교배하였을 때 F_1 에서 어버이에 없던 검은색 개체가 나타났으므로 어버이의 형질인 노란색이 우성이고 자손의 형질인 검은색이 열성임을 알 수 있다. 또 어버이의 유전자형은 모두 잡종(Yy)이다.

(가)는 노란색이 우성 순종(YY)이거나 열성(yy)인 경우, (다), (라)는 노란색 또는 검은색이 잡종(Yy)인 경우, (마)는 검은색이 우성 순종(YY)이거나 열성(yy)인 경우 모두 F_1 의 결과가 나올 수 있다.

모범답안 (나), 노란색끼리 교배하였을 때 F_1 에서 어버이에 없던 검은색 개체가 나타났기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 실험 집단만 바르게 쓴 경우	30 %

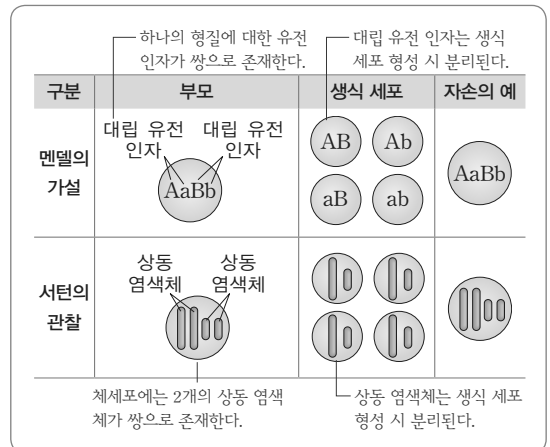
09

알짜풀이 ● ㄴ. 등글고 황색인 완두 I 을 자가 교배하여 얻은 자손은 모두 황색이고, 모양은 등글다 : 주름지다 = 3 : 1이다. 따라서 완두 I의 유전자형은 $RrYY$ 이다. I ($RrYY$)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 RY , rY 두 종류이므로, RY 인 생식 세포가 형성될 확률은 50 %이다.

ㄷ. 완두 I ($RrYY$)과 II ($RrYy$)를 교배하여 얻은 자손의 표현형은 등글고 황색($R_Y_$) : 주름지고 황색($rrY_$) = 3 : 1로 나오므로, 녹색 형질은 나타나지 않는다.

오답범기 ● ㄱ. 등글고 황색인 완두 II를 자가 교배하여 얻은 자손의 표현형의 분리비가 등글고 황색 : 등글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색 = 9 : 3 : 3 : 1이므로 완두 II의 유전자형은 $RrYy$ 이며, 유전자 R와 Y는 서로 다른 염색체에 존재함을 알 수 있다. **답** ④

10 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. 유전 인자 A와 B가 서로 다른 염색체에 존재하면 생식 세포 형성 시 독립적으로 전달되므로 유전자형이 AaBb인 부모로부터 유전자 구성이 AB, Ab, aB, ab인 4종류의 생식 세포가 형성된다. 이를 멘델의 독립의 법칙이라고 한다.

ㄷ. 부모가 가진 한 쌍의 대립 유전자 A와 a, B와 b는 생식 세포 형성 시 분리되어 각각 서로 다른 생식 세포로 전달된다. 이를 분리의 법칙이라고 한다.

오답نب기 ● ㄴ. 상동 염색체가 자손에게 전달되는 과정을 통해 대립 유전 인자의 위치는 알 수 없다. ㉢ ③

09 ㉢ 멘델의 유전 법칙이 적용되지 않는 유전 현상

개념 확인 문제

●본책 67쪽

1 (1) 연관 (2) 중간 유전 (3) 공동 우성 2 ㉠ AB, Ab, aB, ab ㉡ AB, ab 3 ㉠ RW ㉡ 붉은색 : 분홍색 : 흰색 = 1 : 2 : 1

{ 문제 다지기 }

●본책 68~69쪽

기/본/문/제 01 ㉠ 02 ㉡ 03 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 3 : 0 : 0 : 1 04 ㉢ 05 ㉣
실/적/문/제 06 ㉡ 07 ㉡ 08 해설 참조 09 ㉣ 10 ㉣

01

알짜풀이 ● ㄱ. 이 식물(AaBbDd)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 ABD, Abd, aBD, abd 4종류로 ABd인 생식 세포는 형성되지 않는다.

오답نب기 ● ㄴ. 잎의 형태(B-b)와 씨의 모양(D-d)을 결정하는 유전자는 같은 염색체에 연관되어 있으므로 독립의 법칙을 따르지 않는다.

ㄷ. 황색 유전자 A와 녹색 유전자 a는 대립 유전자이므로 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다. 따라서 생식 세포 형성 시 대립 유전자 A, a는 서로 분리되어 각각의 생식 세포로 나뉘어 들어간다. ㉢ ①

02

알짜풀이 ● ㄱ. **연관군**의 수는 생식 세포의 염색체 수(n)와 같다. 따라서 이 생물에서 연관군의 수는 2개이다.

ㄷ. 유전자 A와 C는 서로 다른 염색체에 존재하므로 서로 독립적으로 유전된다.

오답نب기 ● ㄴ. A와 b, a와 B는 연관되어 있으므로, 이 생물에서는 유전자형이 AbC, Abc, aBC, aBc인 생식 세포가 생성된다. ㉢ ⑤

우공비 BOX

●보충 설명●

A와 b가 연관된 상반 연관인 경우 AaBb를 자가 교배했을 때 나타나는 자손의 표현형의 분리비는 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 2 : 1 : 1 : 0 이예요.

●보충 설명●

중간 유전

대립 유전자 사이에 우열 관계가 불완전하여 어버이의 중간 형질이 나타나는 유전 현상을 중간 유전이라고 해요. 분꽃의 꽃 색깔 유전이나 팔로미노 말의 털색 유전, 금어초의 꽃 색깔 유전 등이 그 예입니다.

03

알짜풀이 ● A와 B, a와 b가 연관되어 있으므로 이로부터 생성되는 생식 세포의 유전자형은 AB, ab이다. AaBb를 자가 교배하였을 때 자손의 유전자형의 분리비는 AABB : AaBb : aabb = 1 : 2 : 1이다. 따라서 자손의 표현형의 분리비는 A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 3 : 0 : 0 : 1이다.

㉢ A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 3 : 0 : 0 : 1

04

알짜풀이 ● ㄱ. 잡종 1대(RW)의 생식 세포가 형성되는 과정에서 대립 유전자 R과 W는 분리되어 각각 다른 생식 세포로 들어갔으므로 멘델의 분리의 법칙을 따른다.

ㄴ. 잡종 1대(RW)를 자가 수분하여 얻은 잡종 2대에서 유전자형의 분리비는 RR : RW : WW = 1 : 2 : 1이고, 표현형의 분리비도 붉은색 : 분홍색 : 흰색 = 1 : 2 : 1이다.

오답نب기 ● ㄷ. 분홍색 분꽃(RW)과 흰색 분꽃(WW)을 교배하면 자손에서 분홍색 분꽃(RW) : 흰색 분꽃(WW) = 1 : 1로 나온다. ㉢ ③

05

알짜풀이 ● A와 a 사이에는 우열 관계가 뚜렷하나 B와 b 사이에는 우열 관계가 불완전하므로, 유전자형이 Bb인 경우는 중간 형질이 나타난다. 따라서 자손의 표현형은 A_BB, A_Bb, A_bb, aaBB, aaBb, aabb의 6가지이다. ㉢ ④

06

알짜풀이 ● ㄴ. 검정 교배 결과 회색 몸·긴 날개(Gg Ll)와 검은색 몸·흔적 날개(gg ll)만 나온 것으로부터 유전자 G와 L, 유전자 g와 l이 연관되어 있음을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 유전자 G와 l은 각각 다른 형질을 결정하므로 대립 유전자가 아니다. 대립 유전자는 G와 g, L과 l이다. ㄷ. 유전자 g와 l은 연관되어 있으므로 생식 세포 형성 시 함께 이동한다. ㉢ ②

07 | 자료 분석하기 |

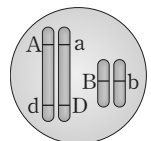
I	AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1
II	AaDd : Aadd : aaDd : aadd = 0 : 1 : 1 : 0
III	BbDd : Bbdd : bbDd : bbdd = 1 : 1 : 1 : 1

• I : (가)로부터 유전자형이 AB, Ab, aB, ab인 생식 세포가 1 : 1 : 1 : 1로 형성되므로 A와 B는 서로 다른 염색체에 존재(독립)함을 알 수 있다.

• II : (가)로부터 유전자형이 Ad, aD인 생식 세포가 1 : 1로 형성되고 유전자형이 AD, ad인 생식 세포가 형성되지 않으므로 A와 d는 같은 염색체에 존재(연관)함을 알 수 있다.

• III : (가)로부터 유전자형이 BD, Bd, bD, bd인 생식 세포가 1 : 1 : 1 : 1로 형성되므로 B와 D는 서로 다른 염색체에 존재(독립)함을 알 수 있다.

⇒ 유전자형이 AaBbDd인 개체 (가)의 유전자를 염색체에 표시하면 오른쪽 그림과 같다.



쉽게 쉽게

독립의 법칙은 각 형질이 분리의 법칙에 따라 유전된다는 것이므로, 서로 다른 형질을 결정하는 유전자가 서로 다른 염색체에 존재할 때만 성립해요.

용어 알기

연관군

하나의 염색체에 연관되어 있어 생식 세포 형성 시 함께 행동하는 유전자들의 무리에요.

알짜풀이 ● ㄴ. 유전자형이 AaBbDd인 개체 (가)가 형성하는 생식 세포의 유전자형은 ABd, Abd, aBD, abD의 4종류이다.

오답넘기 ● ㄱ. 개체 (가)에서 유전자 A와 d가 같은 염색체에 존재(연관)하며, 유전자 A와 D는 서로 다른 염색체에 존재한다.

ㄷ. 개체 (가)가 형성하는 생식 세포의 유전자형은 ABd, Abd, aBD, abD이다. aBd인 생식 세포는 형성되지 않으므로 F₁에서 표현형이 aaB₋dd인 개체는 나오지 않는다. ㉡ ②

08

알짜풀이 ● 꽃 색깔은 보라색과 붉은색이 대립 형질이고, 꽃가루 모양은 긴 것과 둥근 것이 대립 형질이다. 즉, 유전자 P와 p, L과 l은 대립 유전자이므로 각각 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다. 그리고 유전자형이 PpLl인 개체를 검정 교배한 결과 유전자형의 분리비가 PpLl : ppLl = 1 : 1로 나타났으므로 P와 l, p와 L이 각각 연관되어 있음을 알 수 있다. 따라서 이 개체에서 생성되는 생식 세포의 종류는 PL, pL 2종류이다. 자가 교배했을 때 자손의 유전자형은 표와 같으므로, 자손의 표현형의 분리비는 P₋L₋ : ppL₋ : P₋ll = 2 : 1 : 1이다.

생식 세포	PL	pL
PL	PPll	PpLl
pL	PpLl	ppLL

모범답안 ● 이 개체(PpLl)에서 생성되는 생식 세포의 종류는 PL, pL 2종류이며, 자가 교배했을 때 자손의 표현형의 분리비는 P₋L₋ : ppL₋ : P₋ll = 2 : 1 : 1이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 생식 세포의 종류와 자손의 표현형의 분리비 중 하나만 바르게 설명한 경우	50 %

09

알짜풀이 ● 분홍색 꽃(RW)이나 AB형 자손은 모두 잡종(이형 접합)이다. 이 경우 멘델은 ‘한 형질에 대한 유전 인자가 다를 때는 우성을 나타내는 유전 인자에 의해 우성 형질만 나타난다’고 생각했다. 그러나 주어진 유전 현상은 표현형이 중간 형질이거나(분홍색 꽃), 공동 우성(AB형)으로 두 형질이 모두 나타난 경우이므로 멘델의 우열의 원리에 위배된다. ㉡ ④

10

알짜풀이 ● ㄱ. 씨 모양 유전자는 7번 염색체에, 꼬투리 모양 유전자는 4번 염색체에 존재하므로 서로 독립적으로 유전된다.

ㄴ. 꽃 위치 유전자와 키 유전자는 4번 염색체에 연관되어 있으므로 생식 세포 형성 시 함께 행동한다.

오답넘기 ● ㄷ. 하나의 염색체에 연관되어 있는 꽃 색깔 유전자와 씨 색깔 유전자는 각각 다른 형질을 결정하므로, 대립 유전자가 아니다. ㉡ ④

1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ③

1

알짜풀이 ● 순종의 등글고 황색인 완두(RRYY)에서 RY인 생식 세포가 형성되고, 주름지고 녹색인 완두(rryy)에서 ry인 생식 세포가 형성되어 유전자형이 RrYy인 F₁(㉡)이 나온다. ㉡의 유전자형은 RRYY, ㉢의 유전자형은 Rryy이다.

ㄴ. ㉠(RrYy)과 ㉢(Rryy)의 완두 모양 유전자형은 모두 잡종(이형 접합)이다.

오답넘기 ● ㄱ. ㉠(RrYy)에서 형성되는 생식 세포는 RY, Ry, rY, ry이며, ㉡(RRYY)에서 형성되는 생식 세포는 RY이다. 따라서 ㉠과 ㉡을 교배하면, 표와 같이 자손의 표현형은 모두 등글고 황색인 완두(R₋Y₋)만 나오고, 등글고 녹색인 완두는 나오지 않는다.

㉡ \ ㉠	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY	RRYy	RrYY	RrYy

ㄷ. F₂에서 16가지 유전자형이 나올 수 있는데, 이 중 순종은 RRYY, RRyy, rrYY, rryy의 4가지이고 나머지는 모두 잡종이다. 따라서 순종 : 잡종 = 4 : 12 = 1 : 3이다. ㉡ ②

2

알짜풀이 ● (다) 줄기 끝에 피는 꽃이 잎 겨드랑이에 피는 꽃에 대해 열성인 경우, 줄기 끝에 피는 꽃(cc)끼리 교배하면 자손에서 모두 줄기 끝에 피는 꽃(cc)이 나타난다.(cc × cc → cc)

오답넘기 ● (가) 보라색 꽃이 순종(AA)인 경우에는 자손에서 모두 보라색 꽃(AA)이 나타날 수 있지만, 보라색 꽃이 잡종(Aa)인 경우에는 자손에서 보라색 : 흰색 = 3 : 1로 나타난다.(Aa × Aa → AA, 2Aa, aa)

(나) 녹색 콩깍지가 잡종(Bb)인 경우에는 열성인 황색 콩깍지와 교배하면 자손에서 황색(bb) : 녹색(Bb) = 1 : 1로 나타나지만, 녹색 콩깍지가 순종(BB)인 경우에는 자손에서 모두 녹색 콩깍지(Bb)만 나타난다. ㉡ ③

3

알짜풀이 ● ㄱ. 콩깍지의 모양이 매끈하고 콩깍지의 색깔이 녹색인 완두(AaBb)를 검정 교배한 결과 A₋B₋ : A₋bb : aaB₋ : aabb = 1 : 1 : 1 : 1로 나온 것에서 생식 세포의 비가 AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1임을 알 수 있다. 따라서 두 유전자 A와 B는 각각 다른 염색체에 존재한다.

ㄷ. F₁의 잘록하고 녹색인 개체(aaBb)에서 만들어지는 생식 세포의 유전자형은 aB, ab의 2종류이다.

오답넘기 ㄴ. AaBb를 검정 교배하여 얻은 F₁에서 4가지 표현형이 1 : 1 : 1 : 1로 나타난 것은 생식 세포 형성 시 각각의 대립 유전자가 각각 다른 생식 세포로 분리되어 들어갔기 때문이다. 즉, 콩깍지 모양의 유전은 멘델의 유전 법칙 중 분리의 법칙을 따른다. ㉡ ④

조심조심

대립 유전자의 우열 관계가 뚜렷할 때 열성 형질의 경우에는 모두 순종(aa)이지만, 우성 형질의 경우 순종(AA)과 잡종(Aa)이 있음을 기억해야 해요.

보충 설명

공동 우성
잡종일 경우 두 대립 유전자에 의한 형질이 모두 나타나는 경우예요. 중간 유전은 두 형질의 유전자가 서로 간섭하여 중간 형질이 나타나지만, 공동 우성은 두 형질의 유전자가 서로 간섭하지 않아요.

조심조심

분리의 법칙은 3 : 1이라는 분리비 자체를 의미하는 것이 아니라, 생식 세포 형성 시 대립 유전자가 분리되어 서로 다른 생식 세포로 들어가는 것을 의미해요.

4

알짜풀이 ● ㄷ. (가)에서 A와 D는 독립되어 있으므로 F_1 에서 $AaDd : Aadd : aaDd : aadd = 1 : 1 : 1 : 1$ 이다.

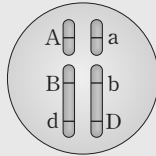
오답넘기 ● ㄱ. 유전자형이 $AaBbDd$ 인 개체 (가)와 유전자형이 $aabbdd$ 인 개체를 교배하여 얻은 자손(F_1)의 유전자형비가 $BbDd : Bbdd : bbDd : bbdd = 0 : 1 : 1 : 0$ 인 것으로부터 (가)는 유전자형이 BD, bd 인 생식 세포를 형성하지 않으므로 B와 d, b와 D가 연관되어 있음을 알 수 있다. 또한 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$ 이므로 (가)에서 A와 B가 독립되어 있다. B와 d가 연관되어 있고, A와 B가 독립되어 있으므로 A와 D는 독립되어 있다.

ㄴ. F_1 의 유전자형의 비가 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$ 이므로 (가)에서 A와 B는 독립되어 있다. 따라서 (가)는 ABd, AbD, aBd, abD 의 4가지 유전자형의 생식 세포를 형성한다. ㉢ ③

우공비 BOX

보충 설명

(가)에서 유전자는 염색체상에 다음 그림과 같이 위치해요.



용어 알기

- 동형 접합 : 한 형질을 나타내는 유전자의 구성이 같은 개체=순종
- 이형 접합 : 한 형질을 나타내는 유전자의 구성이 다른 개체=잡종

03

알짜풀이 ● ㄱ. (가)에서 큰 키(㉠)와 작은 키(㉡)를 교배했을 때 자손에서 큰 키만 나타났으므로 키가 큰 것(T)이 작은 것(t)에 대해 우성이다. 따라서 ㉠의 유전자형은 TT , ㉡은 tt 로 모두 순종이다.

ㄴ. (나)에서 큰 키(㉢)와 큰 키(㉣)를 교배했을 때 자손에서 큰 키와 작은 키가 3 : 1의 비율로 나온 것으로 보아 ㉢과 ㉣의 유전자형은 모두 Tt 이다. ($Tt \times Tt \rightarrow TT, 2Tt, tt$)

오답넘기 ㄷ. (가)의 F_1 에서 키 큰 완두의 유전자형은 모두 Tt , (나)의 F_1 에서 키 큰 완두의 유전자형은 TT 또는 Tt 이다. ㉢ ③

04

알짜풀이 ● ㄱ. (가)와 (나)에서 한 완두꽃의 수술을 제거한 다음 다른 완두꽃의 꽃가루를 암술머리에 수분시킨 것은 타가 수분이며, 이때 수술을 제거하는 것은 한 꽃 안에서의 자가 수분을 방지하기 위해서이다.

ㄷ. 둥근 모양 유전자를 R , 주름진 모양 유전자를 r 라 하면, A의 유전자형은 Rr 이므로 이를 자가 교배하면 자손의 유전자형의 비가 $RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1$ 이 나온다. 따라서 동형 접합(RR, rr) : 이형 접합($2Rr$) = 1 : 1이다.

오답넘기 ● ㄴ. 순종인 둥근 완두와 주름진 완두를 교배한 결과 둥근 완두만 나온 것으로부터 완두의 둥근 모양이 주름진 모양에 대해 우성임을 알 수 있다. ㉢ ④

05

알짜풀이 ● ㄱ. 정상 날개를 가진 부모로부터 혼적 날개 자손이 나왔으므로 정상 날개 유전자가 우성, 혼적 날개 유전자가 열성이다.

ㄷ. P에서 정상 날개 초파리가 생식 세포를 형성할 때 정상 날개 유전자와 혼적 날개 유전자가 각각 생식 세포로 분리되어 들어가 자손에서 혼적 날개의 형질이 나타난 것이다.

오답넘기 ● ㄴ. P의 초파리가 둘 다 순종이라면 F_1 에서 혼적 날개가 나올 수 없다. ㉢ ③

06

알짜풀이 ● ㄱ. A는 없고 D만 있으면 검정색이므로 순종의 검정색 개체(㉠)의 유전자형은 $aaDD$ 이다.

ㄴ. D는 없고 A만 있거나 둘 다 없으면 흰색이므로 순종인 흰색 개체의 유전자형은 $AAdd$ 또는 $aadd$ 이다. 따라서 순종의 검정색 개체(㉠)와 순종인 흰색 개체를 교배하여 얻은 F_1 의 유전자형은 $aaDD \times AAdd \rightarrow AaDd$ 또는 $aaDD \times aadd \rightarrow aaDd$ 이다. 그런데 F_1 은 A와 D가 모두 있는 회갈색이라고 하였으므로 F_1 의 유전자형은 이형 접합인 $AaDd$ 이며, 순종의 흰색 개체의 유전자형은 $AAdd$ 이다.

오답넘기 ● ㄷ. A와 D는 서로 다른 염색체에 존재하므로 A와 D는 독립적으로 유전된다. 따라서 F_1 을 자가 교배하면 F_2 에서 $A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd = 9 : 3 : 3 : 1$ 로 나타난다. $A_D_$ 는 회갈색, A_dd 와 $aadd$ 는 흰색, $aaD_$ 는 검정색이므로, F_2 의 표현형의 비는 회갈색 : 검정색 : 흰색 = 9 : 3 : 4이다. 즉, F_2 에서 흰색 개체가 나타날 확률은 $\frac{4}{16} = \frac{1}{4}$ 이다. ㉢ ③

수능문항

실력 굳히기

● 본책 72~75 쪽

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

01

알짜풀이 ● ㄴ. $F_1(Gg)$ 에서 대립 유전자 G와 g는 상동 염색체의 같은 위치에 존재하며, 상동 염색체는 감수 분열을 통해 분리된다. 따라서 G와 g가 각각 따로 나뉘어 들어간 생식 세포(G, g)가 형성된다.

ㄷ. $F_1(Gg)$ 을 자가 수분하여 얻은 F_2 의 유전자형의 비는 $GG : Gg : gg = 1 : 2 : 1$ 이므로 F_2 에서 순종인 완두(GG, gg)와 잡종인 완두(Gg)의 비율은 1 : 1이다.

오답넘기 ● ㄱ. 그래프에서 순종인 녹색 콩깍지 완두(GG)와 황색 콩깍지 완두(gg)를 교배하여 얻은 $F_1(Gg)$ 이 모두 녹색이므로 녹색이 황색에 대해 우성임을 알 수 있다. ㉢ ④

02

알짜풀이 ● 표에서 F_2 의 표현형의 분리비가 약 9 : 3 : 3 : 1이므로 멘델의 유전 법칙 중 독립의 법칙이 성립한다.

ㄴ. F_1 에서 잘록하고 녹색인 완두($aaBB, aaBb$)를 자가 수분하면 F_2 에서 녹색인 완두(BB, Bb)는 나오지만 매끈한 완두(AA, Aa)는 나오지 않는다. 즉, F_2 에서 매끈하고 녹색인 완두가 나오지 않는다.

오답넘기 ● ㄱ. 유전자 A와 B는 대립 유전자가 아니므로, 상동 염색체의 같은 자리에 위치하지 않는다. A와 a, B와 b가 각각 대립 유전자이다.

ㄷ. 독립의 법칙이 성립하므로 보아 유전자 a와 b는 생식 세포 형성 시 독립적으로 행동한다. ㉢ ②

쉽게쉽게

$AaBb$ 의 자가 수분 결과 자손의 표현형의 분리비가 9 : 3 : 3 : 1인지를 보고 멘델의 독립의 법칙이 성립하는지, 아닌지를 확인할 수 있어요.

07

알짜풀이 ● ④ 유전자형이 AaBbDd인 식물 (가)를 유전자형 aabbdd인 식물과 교배한 결과 자손(F₁)의 표현형의 분리비가 A_B_D_ : A_bbD_ : aaB_dd : aabbdd = 1 : 1 : 1 : 1이 나온 것으로 보아 (가)에서 형성된 생식 세포의 유전자형은 ABD, AbD, aBd, abd로 4가지임을 알 수 있다. 따라서 (가)에서 유전자 A와 D가 연관되어 있고, B는 A, D와 다른 염색체에 있음을 알 수 있다.

오답نب기 ● ①에서 형성된 생식 세포의 유전자형은 ABd, abD이며, ②에서는 ABD, ABd, abD, abd, ③에서는 ABD, Abd, aBD, abd, ⑤에서는 ABD, ABd, AbD, Abd, aBD, aBd, abD, abd이다. ㉠ ④

08 | 자료 분석하기 | ○

F ₂ 의 표현형	개체수	F ₂ 의 표현형	개체수
분홍 꽃, 황색 씨	302	분홍 꽃, 녹색 씨	100
붉은 꽃, 황색 씨	153	붉은 꽃, 녹색 씨	51
흰 꽃, 황색 씨	149	흰 꽃, 녹색 씨	52

- 꽃 색깔은 붉은 꽃 : 분홍 꽃 : 흰 꽃 = 1 : 2 : 1로 나왔으므로 중간 유전을 한다는 것을 알 수 있다.
- 씨 색깔은 황색 : 녹색 = 3 : 1로 나왔으므로 황색이 녹색에 대해 우성임을 알 수 있다.

알짜풀이 ● ㉠. [실험 1]에서 붉은 꽃·황색 씨(RRYY)와 흰 꽃·녹색 씨(WWyy)를 교배하여 얻은 F₁은 분홍 꽃·황색 씨(RWYy)이다. [실험 2]에서 분홍 꽃·황색 씨(RWYy)를 자가 수분하여 얻은 F₂는 붉은 꽃 : 분홍 꽃 : 흰 꽃 = 204 : 402 : 201 ≈ 1 : 2 : 1이다. 즉, F₁에서 중간 형질인 분홍 꽃이 나타났고, F₂에서 붉은 꽃 : 분홍 꽃 : 흰 꽃 = 1 : 2 : 1로 나타난 것은 붉은색(R)과 흰색(W) 유전자 사이의 우열 관계가 불완전하기 때문이다. 이처럼 대립 유전자 사이의 우열 관계가 불완전하여 어버이의 중간 형질이 나타나는 유전 현상을 중간 유전이라고 한다.

㉡. F₂에서 황색과 녹색이 604 : 203 ≈ 3 : 1로 분리된 것은 황색 씨가 녹색 씨에 대해 우성이기 때문이다.

오답نب기 ● ㉢. F₁을 흰 꽃·녹색 씨의 개체와 교배하면, 분홍 꽃·황색 씨(RWYy) × 흰 꽃·녹색 씨(WWyy)에서 자손의 표현형의 비는 분홍 꽃·황색 씨 : 분홍 꽃·녹색 씨 : 흰 꽃·황색 씨 : 흰 꽃·녹색 씨 = 1 : 1 : 1 : 1로 나온다. ㉠ ②

09

알짜풀이 ● ㉢. 갈색 갈기 말(BB)과 흰색 갈기 말(WW)을 교배했을 때, 황금색 갈기 말(BW)이 나온 것은 갈색 유전자(B)와 흰색 유전자(W) 사이의 우열 관계가 불완전하기 때문이다. 황금색 갈기의 말끼리 교배했을 때 태어난 자손의 갈기색 분리비가 갈색 : 황금색 : 흰색 = 1 : 2 : 1이 나온 것은 황금색(BW) 갈기의 말에서 생식 세포 형성 시 갈색(B)과 흰색(W) 유전자가 분리되어 서로 다른 생식 세포로 들어갔기 때문이다. 즉, 멘델의 분리의 법칙을 따른 것이다.

오답نب기 ● ㉠. 갈기색은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 복대립 유전이 아니다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

대립 유전자 사이에 우열 관계가 뚜렷하면 표현형은 우성과 열성 두 가지만 나오지만, 중간 유전의 경우에는 표현형이 세 가지가 나와요.

● 보충 설명 ●

치사 유전자

쥐의 황색 유전자처럼 어떤 형질을 나타내는 유전자이지만, 동형으로 접합하면 개체를 수명 이전에 죽게 만드는 유전자를 치사 유전자라고 해요.

● 보충 설명 ●

팔로미노 말의 털 색깔

팔로미노 말의 털 색깔은 중간 유전의 예이지요. 갈색 털을 가진 말과 흰색 털을 가진 말 사이에서 이들의 중간 형질인 황금색 털을 가진 말(팔로미노)이 나와요.

㉡. 황금색 갈기 말(BW)과 흰색 갈기 말(WW)을 교배하면 BW × WW → BW(황금색) : WW(흰색) = 1 : 1이므로 갈색 : 황금색 : 흰색 = X : Y : Z = 0 : 1 : 1이다. ㉠ ③

10

알짜풀이 ● (가)와 (나)의 교배에서 붉은 꽃의 부모 사이에서 흰 꽃의 자손이 나타났으므로 붉은 꽃이 흰 꽃에 대해 우성이다. (다)와 (라)의 교배에서 큰 키의 부모 사이에서 작은 키의 자손이 나타났으므로 큰 키가 작은 키에 대해 우성이다. 큰 키 유전자를 H, 작은 키 유전자를 h, 붉은 꽃 유전자를 R, 흰 꽃 유전자를 r라고 하면 (가)는 4종류의 생식 세포를 형성하므로 유전자형이 HhRr이다.

작은 키·붉은 꽃인 (나)는 2종류의 생식 세포를 만드는데, (가)와 (나) 사이에서 흰 꽃의 자손이 나타났으므로 유전자형이 hhRr이다.

큰 키의 (다)와 (라) 사이에서 작은 키(hh)의 자손이 나타났으므로 (다)와 (라)는 키에 대한 유전자형이 둘 다 Hh이다. 그런데 (다)와 (라)는 2종류의 생식 세포를 만들고 이 둘 사이에서는 모두 붉은 꽃의 자손만 나타나므로 이 둘의 유전자형은 HhRR로 같다.

㉢. 유전자형이 hhRr인 (나)를 검정 교배하면, hhRr × hhrr → hhRr, hhrr이므로 작은 키 흰 꽃이 나타날 확률은 50 %이다.

오답نب기 ● ㉠. 유전자형이 HhRr인 (가)에서 형성되는 생식 세포가 HR : Hr : hR : hr = 1 : 1 : 1 : 1이므로 키와 꽃색 유전자는 서로 다른 염색체에 독립되어 있다.

㉡. (가)의 유전자형은 HhRr, (다)와 (라)는 HhRR이다. ㉠ ③

11

알짜풀이 ● ㉡. 하나의 상자에 들어 있는 카드는 상동 염색체, 카드에 적힌 알파벳은 유전자를 의미한다. (나)와 같이 각각의 상자에서 무작위로 카드를 꺼내는 것은 생식 세포 형성 과정에서 대립 유전자가 분리되는 것을, 꺼낸 카드를 합치는 것은 수정을 의미한다.

오답نب기 ● ㉠. 씨 색깔과 씨 모양 유전자는 연관되어 있어 독립의 법칙을 따르지 않는다.

㉢. 영수 상자에서 나올 수 있는 씨 모양과 꽃 색깔 유전자의 조합은 BD와 bD이고, 순희 상자에서 나올 수 있는 씨 모양과 꽃 색깔 유전자의 조합은 BD, Bd, bD, bd이다. 따라서 씨 모양이 주름지고 꽃 색깔이 자주색(bbDD, bbDd)

일 확률은 $\frac{1}{4}$, 즉 25 %이다. ㉠ ②

12

알짜풀이 ● ㉡. 우성 형질이 순종인지 잡종인지 확인하기 위해서 열성 형질과 교배해 보는 것을 검정 교배라고 한다. (나)에서 황색 쥐를 열성 형질인 회색 쥐와 교배하는 것이 이러한 검정 교배이다. 황색이 순종(Y_Y)이면 검정 교배 결과 모두 황색(Y_y)만 나타나고, 황색이 잡종(Y_y)이면 검정 교배 결과 황색(Y_y)과 회색(y_y)이 1 : 1로 나타나는데, 실험 결과 황색 쥐 : 회색 쥐 = 1 : 1이므로 어버이 황색 쥐는 잡종(Y_y)이다.

ㄷ. (가)에서 황색 쥐(Yy)끼리 교배했을 때 자손에서 황색 쥐(YY , $2Yy$) : 회색 쥐(yy) = 3 : 1로 나타나야 하는데, 2 : 1로 나온 것으로부터 황색 유전자가 동형(YY)으로 접합되면 쥐가 죽게 된다(치사)고 생각할 수 있다. 따라서 황색 쥐의 유전자는 이형 접합(Yy)으로만 생존이 가능하다.

오답노트 ㄱ. (가)에서 황색 쥐끼리 교배하여 부모에 없던 회색 쥐가 나타났으므로 황색 유전자(Y)는 우성, 회색 유전자(y)는 열성임을 알 수 있다. 이때 교배에 사용된 황색 쥐는 모두 잡종(Yy)이다. ㉔ ㉕

13

알짜풀이 ● 유전자형이 $AaBbDd$ 인 개체 P1과 P2를 각각 자가 교배했을 때 자손 1대의 표현형의 비를 통하여 연관과 독립을 알 수 있다.

(1) 개체 P1의 경우 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = (150+75) : (50+25) : 75 : 25 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로 A와 B는 독립 관계이다. $A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd = (150+50) : (75+25) : (75+25) : 0 = 2 : 1 : 1 : 0$ 이므로 A와 d는 연관(상반)되어 있다. $B_D_ : B_dd : bbD_ : bbdd = (150+75) : 75 : (50+25) : 25 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로 B와 D는 독립 관계이다.

(2) 개체 P2의 경우 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 225 : 75 : 75 : 25 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로 A와 B는 독립 관계이다. $A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd = (225+75) : 0 : 0 : (75+25) = 3 : 0 : 0 : 1$ 이므로 A와 D는 연관(상인)되었음을 알 수 있다. $B_D_ : B_dd : bbD_ : bbdd = 225 : 75 : 75 : 25 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로 B와 D는 독립 관계이다.

ㄱ. P1에서 형성되는 꽃가루(생식 세포)의 유전자형은 ABd , Abd , aBD , abD 의 4종류이며, P2에서 형성되는 꽃가루(생식 세포)의 유전자형은 ABD , AbD , aBd , abd 의 4종류이다. 따라서 P1과 P2 모두 A와 b를 갖는 꽃가루가 형성된다.

ㄴ. (가)에서 표현형이 $aaB_D_$ 인 개체들에서 a와 D가 연관되어 있고, B와 D는 독립이므로, 유전자형이 $aaBBDD$, $aaBbDD$ 의 2가지가 나온다.

ㄷ. P1과 P2를 교배하면 자손 1대의 표현형은 표와 같다.

	ABd	Abd	aBD	abD
ABD	A _B D _B	A _B D _B	A _B D _B	A _B D _B
AbD	A _B D _B	A _B bbD _B	A _B D _B	A _B bbD _B
aBd	A _B dd	A _B dd	aaB _D	aaB _D
abd	A _B dd	A _B bbdd	aaB _D	aaabbD _B

따라서 자손 1대의 표현형이 $A_bbD_$ 일 확률은 $\frac{2}{16} = \frac{1}{8}$ 이다. ㉔ ㉕

14

알짜풀이 ● ㄱ. 검은색 털 유전자와 파란색 눈 유전자는 우성이고, 검은색 털 유전자가 파란색 눈 유전자와 연관되어 있으므로 털 색깔이 검은색이면 파란색 눈을 가진다.

ㄴ. 하나의 염색체에 여러 개의 유전자가 연관되어 있기 때문에 염색체의 수보다 훨씬 많은 종류의 유전자가 존재할 수 있다.

쉽게쉽게

B와 C는 독립 유전을 하는데, B의 경우 BB, Bb, bb의 3가지 유전자형이 나오고, C의 경우 CC, Cc, cc의 3가지 유전자형이 나와요. 따라서 $3 \times 3 = 9$ 가지의 유전자형인 자손이 나오는 것이지요.

오답노트 ● ㄷ. 정자와 난자는 감수 분열을 통해 형성되며, 감수 1분열에서 상동 염색체가 분리되어 각각 다른 말세포로 한 개씩 분배되므로 정자와 난자는 상동 염색체를 가지지 않는다. ㉔ ㉕

15

알짜풀이 ● ㄱ. B와 C는 독립 유전되므로 $BbCc$ 끼리 교배하면 다음과 같은 결과가 나온다.

생식 세포	BC	Bc	bC	bc
BC	BBCC	BBCc	BbCC	BbCc
Bc	BBCc	BBcc	BbCc	Bbcc
bC	BbCC	BbCc	bbCC	bbCc
bc	BbCc	Bbcc	bbCc	bbcc

따라서 자손의 유전자형은 총 9종류이다.

ㄴ. 유전자형이 $Bbcc$ 이면 검은색 색소가 합성되지만(Bb) 털에 색소를 입히지 못해(cc) 흰색 털을 갖게 된다.

오답노트 ● ㄷ. $BbCc$ 끼리 교배하면 $B_C_ : B_cc : bbC_ : bbcc = 9 : 3 : 3 : 1$ 의 비율로 자손이 만들어지는데, 이중 B_cc 와 $bbcc$ 는 흰색 털을 가지므로 검은색($B_C_$) : 갈색($bbC_$) : 흰색(B_cc , $bbcc$) = 9 : 3 : 4의 비율로 나타난다. ㉔ ㉕

16 | 자료 분석하기

실험	부모의 표현형		자손(F_1)의 표현형 비 (녹색 : 적색 : 청색)
I	녹색	적색	1 : 1 : 0
II	㉠ 청색	㉡ 녹색	1 : 0 : 1
III	㉢ 녹색	㉣ 적색	1 : 2 : 1

털색의 각 대립 유전자를 적색 유전자를 R, 녹색 유전자를 G, 청색 유전자를 B라고 하면, 실험 III에서 자손에서 부모에게 없던 청색 형질이 나왔으므로 청색이 열성이다. 즉, 청색의 유전자형은 BB 이며, ㉢은 GB , ㉣은 RB 이다.

실험 III에서 ㉢과 ㉣을 교배하면, $GB \times RB \rightarrow GB$ (녹색), RG , RB , BB (청색)인데, 녹색 : 적색 : 청색 = 1 : 2 : 1이므로, RG 와 RB 는 적색이다.

따라서 각 대립 유전자 사이의 우열 관계는 $R > G > B$ 이다.

실험 I에서 녹색 부모의 유전자형은 GG 또는 GB 적색은 RG 이다.

실험 II에서 ㉠의 유전자형은 BB , ㉡은 GB 이다.

ㄴ. ㉠과 ㉡의 털색 유전자형은 GB (녹색)로 같다.

ㄷ. ㉢의 유전자형은 RB 이며, RB 를 갖는 암수를 교배하면, $RB \times RB \rightarrow RR : 2RB : BB$ 이 나온다. 그런데 대립 유전자 3가지 중 어느 하나는 배아에서 동형 접합일 때 출생 전에 죽게 된다고 하였는데, 위 자료 분석에서 유전자형이 동형 접합인 적색(RR)은 나타나지 않으므로 유전자형 RR 은 죽게 된다는 것을 알 수 있다. 따라서 자손(F_1)에서 털색이 청색(BB)일 확률은 $\frac{1}{3}$ 이다.

오답노트 ● ㄱ. ㉠(BB)과 ㉢(RB)을 교배하면, $BB \times RB \rightarrow RB$, BB 이므로 자손(F_1)에서 적색(RB)과 청색(BB)만 태어나고 녹색은 나타나지 않는다. ㉔ ㉕

보충 설명

	Ad	aD
AD	AADd	AaDD
ad	Aadd	aaDd

P1과 P2의 교배에서 연관된 것을 먼저 교배하면, $A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd = 2 : 1 : 1 : 0$ 이므로 $A_D_$ 이 나올 확률은 $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이다.

한편, P1과 P2에서 유전자 B는 A 및 D와는 모두 독립되어 있으므로 P1과 P2 교배 시 $Bb \times Bb \rightarrow BB$, $2Bb$, bb 이 나온다. 따라서 bb 가 나올 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 그러므로 자손 1대의 표현형이 $A_bbD_$ 일 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$ 이다.

05 유전(2)

10장 사람의 유전(1)

개념 확인 문제

● 본책 77쪽

- 1 (1) ㉠ 길고 ㉡ 적어 (2) 집단 조사 2 단일 인자 유전
3 복대립 유전 4 (1) × (2) ○ (3) ○

{ 문제 다지기 }

● 본책 78~79쪽

- 기본문제** 01 ㉠ 02 ㉣ 03 ㉢ 04 ㉣ 05 ㉢
06 AB형, B형
실력문제 07 ㉢ 08 ㉡ 09 (가) III (나) II (다) I
10 ㉠ 11 해설 참조 12 ㉡

01

알짜풀이 ● ㉠ 사람은 자유로운 교배가 불가능하므로 임의 교배를 통해 유전 현상을 연구할 수 없다.

오답نب기 ● ㉡ 핵형 분석은 염색체의 수와 모양을 조사하는 것으로 염색체 돌연변이를 알 수 있다.

㉢ 가계도 조사에서 가족들의 형질을 분석하면 유전 형질의 우열 관계를 알 수 있다.

㉣ 집단 조사는 통계적 방법을 통해 집단에 존재하는 대립 유전자의 빈도 변화를 알아보는 연구 방법이다.

㉤ 1관성 쌍둥이는 유전자 구성이 동일하므로 1관성 쌍둥이의 성장 환경이 다르다면 유전과 환경이 형질에 미치는 효과를 알아볼 수 있다. **답 ㉠**

02

알짜풀이 ● ㄱ. A와 B는 하나의 수정란이 포배기 이전에 분리되어 각각 독립된 개체로 발생한 것이므로 1관성 쌍둥이다.

ㄴ. A와 B는 유전자 구성이 같으므로 성장 과정에서 A와 B의 체중이 달라진다면 이는 환경의 영향에 의한 것이라고 할 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. A와 B는 유전자 구성이 같으므로 유전자에 의해 결정되는 성별은 항상 일치한다. **답 ㉣**

03

알짜풀이 ● ㄱ. 단일 인자 유전은 형질이 유전자에 의해 결정되므로 환경의 영향을 받지 않는다.

ㄴ. 단일 인자 유전은 형질이 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되어 대립 형질이 명확하게 구분되므로 불연속적인 변이를 나타낸다.

ㄷ. 일반적으로 단일 인자 유전은 한 가지 형질을 결정할 때 2개(한 쌍)의 대립 유전자가 관여한다. ABO식 혈액형 유전의 경우에도 형질의 결정에 3개의 대립 유전자가 관여하지만, 혈액형의 결정에는 2개(한 쌍)의 대립 유전자만 관여하므로 단일 인자 유전에 해당한다. **답 ㉤**

조심조심

궂불 유전자가 X 염색체에 있을 경우 부착형 궂불인 딸(X'X')이 태어나려면 아버지도 반드시 부착형 궂불(X'Y)이어야 하는데, 가계도에서 아버지가 정상이어도 딸이 부착형 궂불인 경우가 있으므로, 궂불 유전자는 X 염색체에 존재할 수 없어요.

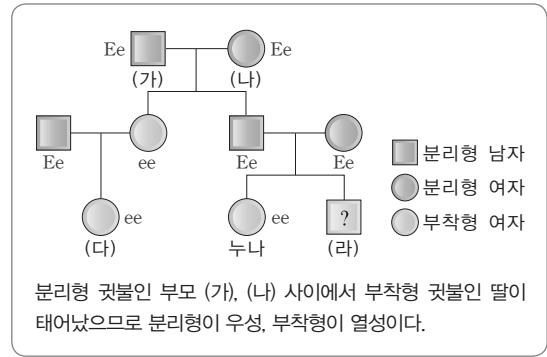
쉽게쉽게

1관성 쌍둥이는 하나의 수정란으로부터, 2관성 쌍둥이는 2개의 수정란으로부터 생겨난답니다.

보충 설명

ABO식 혈액형은 항원으로 작용하는 응집원에 의해 결정되는데, 유전자형이 AA와 AO일 경우에는 응집원 A가 만들어져 A형이 돼요.

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㉣ (다)는 부착형 궂불(ee)이므로 유전자형은 열성 순종(동형 접합)이다.

오답نب기 ㉠ 궂불 유전자는 상염색체에 존재한다.

㉡, ㉢ 분리형 궂불인 부모 (가)와 (나) 사이에서 부착형 궂불인 딸이 태어났으므로 부모의 유전자형은 우성 잡종(Ee)이고, 딸의 유전자형은 열성 순종(ee)이다.

㉤ 분리형 궂불인 (라)의 부모는 누나가 부착형 궂불(ee)이므로 유전자형이 모두 Ee이다. 따라서 (라)가 부착형 궂불(ee)일 확률은 25%이다. $\Rightarrow Ee \times Ee \rightarrow EE, Ee, Ee, ee$

답 ㉣

05

알짜풀이 ● 같은 형질의 부모 사이에서 태어난 딸이 부모와 다른 형질을 가지면, 부모의 형질은 우성이며, 딸의 형질은 열성이다. 그리고 부모의 유전자형은 이형 접합(잡종), 딸의 유전자형은 동형 접합(순종)이며, 유전자는 상염색체에 존재한다.

ㄱ, ㄴ. 아버지와 어머니는 보조개가 있으나 누나는 보조개가 없으므로, 보조개가 있는 것이 없는 것에 대해 우성이며, 아버지와 어머니의 유전자형은 모두 이형 접합이다.

오답نب기 ● ㄷ. 보조개가 있게 하는 유전자를 R, 없게 하는 유전자를 r라 하면, 아버지(Rr) × 어머니(Rr) → 보조개 있는 자손(RR, 2Rr), 보조개 없는 자손(rr)이다. 따라서 보조개가 없는 자손이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이며, 여자아이일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이므로 철수의 동생이 태어날 때 보조개가 없는 여자아이일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다. **답 ㉢**

06

알짜풀이 ● 어머니가 O형(OO)인 철수의 유전자형은 AO이고, $AB \times AB \rightarrow AA, AB, AB, BB$ 이므로 영희의 유전자형은 BB이다. 따라서 이들 사이에서 태어나는 자녀의 유전자형은 $AO \times BB \rightarrow AB, BO$ 가능하므로 AB형 또는 B형을 가질 수 있다. **답 AB형, B형**

07

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 서로 다른 수정란으로부터 발생한 2관성 쌍둥이로 유전자 구성이 다르므로 성별도 다를 수 있다.

ㄴ. 2관성 쌍둥이(가)는 유전자 구성이 다르므로 유전적 차이와 후천적 환경의 영향으로 형질의 차이가 나타난다.

ㄷ. (나)는 1개의 수정란으로부터 발생한 1란성 쌍둥이로 유전자 구성이 같다. 따라서 다른 환경에서 자란 1란성 쌍둥이를 비교하면 형질이 유전과 환경 중 어느 것의 영향을 더 많이 받는지 알 수 있다. ㉮ ⑤

08

알짜풀이 ● 정상 부모 사이에서 유전병인 아이가 태어났으므로 유전병은 정상에 대해 열성이며, 부모의 유전자형은 잡종(이형 접합)이다.

ㄴ. 정상 유전자를 A, 유전병 유전자를 a라고 할 때, X의 외할아버지와 할아버지는 모두 유전병인 자식(aa)이 있으므로 유전자형이 잡종(Aa)이다.

오답نب기 ● ㄱ. 이 유전병 유전자는 상염색체에 존재하며 열성 유전을 한다.

ㄷ. X가 유전병을 나타내려면 X의 부모 모두 유전자형이 Aa이어야 한다. Aa인 X의 할아버지와 할머니 사이에서 태어나는 자녀는 AA, Aa, Aa, aa가 가능하므로 표현형이 정상인 X의 아버지의 유전자형이 Aa일 확률은 $\frac{2}{3}$ 이다. 같은 방식으로 X의 어머니의 유전자형이 Aa일 확률도 $\frac{2}{3}$ 이 된다. 따라서 X가 유전병(aa)을 나타낼 확률은 $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{9}$ 이다. ㉮ ②

09

알짜풀이 ● 부모 Ⅲ은 둘 다 열성 형질인 Rh⁻형이므로 Rh⁻형인 자녀만 태어난다. 또, 이 부부의 아기는 A형과 B형 둘 중 하나이어야 한다. 그러므로 부모 Ⅲ의 아기는 (가)이다. 또 AB형인 아기가 태어날 수 있는 경우는 부모 Ⅰ이므로 부모 Ⅰ의 아기는 (다)이다. 따라서 나머지 아기 (나)의 부모는 Ⅱ가 된다. ㉮ (가) Ⅲ (나) Ⅱ (다) Ⅰ

10

알짜풀이 ● ㄱ. 유전병인 1과 2로부터 정상인 딸 3이 태어난 것으로 보아 유전병 유전자는 정상 유전자에 대해 우성이다. 유전병 유전자를 R, 정상 유전자를 r라고 하면 구성원 1, 2의 유전자형은 이형 접합(Rr), 3, 4는 동형 접합(rr)이다. 따라서 a와 b는 각각 1이며, c는 0, d는 2이다. 그러므로 $\frac{b}{d} = \frac{1}{2}$ 이다.

오답نب기 ● ㄴ. 3의 유전자형은 동형 접합(rr)이다.

ㄷ. 4의 부모 유전자형은 모두 Rr이므로 이들로부터 태어날 수 있는 자녀의 유전자형의 비는 RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1이다. 따라서 4의 동생이 정상(rr)일 확률은 25%이며, 정상 남자일 확률은 12.5% ($\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$)이다. ㉮ ①

11

모범답안 ● 열성, 정상인 8과 9 사이에서 미맹인 10이 태어났기 때문이다.

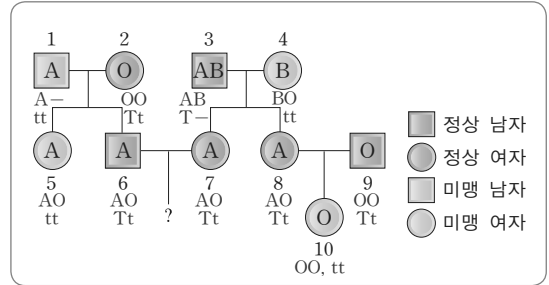
채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 미맹 유전자가 열성이라고만 쓴 경우	30 %

우공비 BOX

보충 설명

부모가 모두 잡종(이형 접합)이고, 자녀가 우성 형질을 나타내는 경우, 자녀가 순종(동형 접합)일 확률은 $\frac{1}{3}$, 잡종(이형 접합)일 확률은 $\frac{2}{3}$ 가 돼요.

12 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄴ. 3(AB형)과 4(B형) 사이에서 A형이 태어나기 위해서는 4의 혈액형 유전자형이 BO이어야 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 정상 유전자를 T, 미맹 유전자를 t라고 하면, 2는 미맹인 5의 어머니이므로 유전자형은 Tt이고, 정상인 3은 유전자형이 TT인지 Tt인지 알 수 없다.

ㄷ. 정상인 6은 1이 미맹(tt)이므로 유전자형이 Tt이고, 정상인 7은 4가 미맹(tt)이므로 유전자형이 Tt이다. 따라서 6과 7 사이에서 태어난 자녀가 미맹(tt)일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다 ($Tt \times Tt \rightarrow TT, Tt, Tt, tt$). 6과 7 모두 혈액형 유전자형이 AO이므로 이들 사이에서 A형인 아이가 태어날 확률은 $\frac{3}{4}$ 이다 ($AO \times AO \rightarrow AA, AO, AO, OO$). 따라서 6과 7 사이에서 미맹이고 A형인 아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ 이다. ㉮ ②

11 강 사람의 유전(2)

개념 확인 문제

● 본책 81쪽

- 1 (1) X (2) ㉠ 반성 ㉡ 한성 (3) ㉢ 단일 인자 ㉣ 다인자
2 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) ×

문제 다지기

● 본책 82~83쪽

- 기/본/문/제 01 ⑤ 02 ② 03 50 % 04 ⑤ 05 ④
실/력/문/제 06 ② 07 ④ 08 ③ 09 ③ 10 해설
참조

01

알짜풀이 ● ⑤ 아들의 성염색체는 XY로, 이 중 Y 염색체는 아버지에게서, X 염색체는 어머니에게서 받은 것이다.

오답نب기 ● ①, ②, ④ 사람의 성은 성염색체에 의해 결정되는데, 난자는 X 염색체 한 종류를 가지며, 정자는 X 염색체와 Y 염색체 2종류를 가질 수 있다. 따라서 정자가 가진 성염색체에 의해 성이 결정된다.

③ 어머니는 X 염색체만 2개 가지므로 어머니의 X 염색체는 아들과 딸 모두에게 전달될 수 있다. ㉮ ⑤

02

알짜풀이 ● 유전병의 발병에 관여하는 대립 유전자(D, d)를 남자는 1개만 가질 수 있고, 여자는 2개 가지므로 대립 유전자(D, d)는 X 염색체 위에 존재하는 유전자이다. 그리고 D를 가진 남자는 정상, d를 가진 남자는 유전병이므로 D는 정상 유전자, d는 유전병 유전자이며, 여자에서 유전자형이 DD와 Dd인 경우는 정상, dd인 경우는 유전병이므로 D가 d에 대해 우성이다.

ㄴ. 이 유전병은 열성으로 작용하며 반성 유전을 하므로 남자는 d를 1개만 가져도 유전병이 발병하지만, 여자는 d를 2개 가져야만 유전병이 발병한다. 따라서 이 유전병이 발병할 확률은 남성이 여성보다 높다.

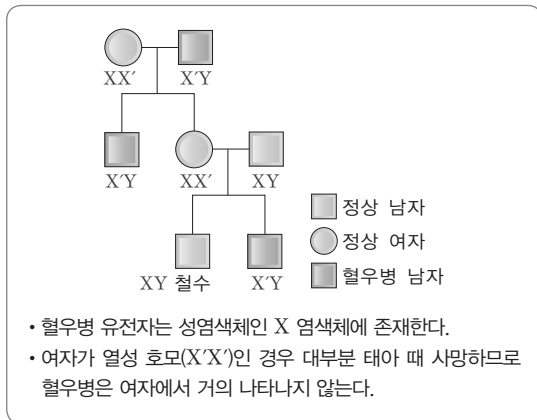
오답넘기 ● ㄱ. 그림에서 유전자형이 Dd인 여자는 정상이므로 D가 d에 대해 우성이다.

ㄷ. 정상 남자($X^D Y$)와 정상 여자($X^D X^d$) 사이에서 유전병 남자($X^d Y$)가 태어날 수 있다. $\Rightarrow X^D Y \times X^D X^d \rightarrow X^D X^D, X^D X^d, X^d Y, X^d Y$ **답 ②**

03

알짜풀이 ● A는 정상 남자(XY)이고, B는 색맹인 아버지에게서 X'(색맹 유전자)를 받으므로 보인자인 여자(XX')이다. 따라서 A와 B 사이에서 태어날 수 있는 자녀는 $XY \times XX' \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$ 이므로 아들이 색맹일 확률은 50%이다. **답 50%**

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄴ. 혈우병을 결정하는 유전자는 X 염색체 상에 존재한다.

ㄷ. 혈우병($X'Y$)인 철수의 남자 형제가 있는데, 이 남자의 X 염색체는 어머니에게서 받은 것이므로 정상인 어머니는 혈우병 유전자를 가진 보인자(XX')이다.

오답넘기 ● ㄱ. 정상인 부모 사이에서 혈우병인 자녀가 태어났으므로 정상이 우성, 혈우병은 열성이다. **답 ⑤**

05

알짜풀이 ● ④ 허말기 유전은 중간 표현형 없이 2개의 대립형질인 허말기 가능과 불가능으로 뚜렷하게 구분되므로 한 쌍의 대립 유전자에 의한 단일 인자 유전이다.

우공비 BOX

보충 설명 ● 단일 인자 유전은 형질이 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 대립 형질이 뚜렷하고 불연속적인 변이를 나타내며, 다인자 유전은 한 가지 형질을 결정하는 데 여러 쌍의 대립 유전자가 관여하므로 형질이 연속적인 변이를 나타내요.

조심조심

다인자 유전에서 표현형의 종류는 (대립 유전자 쌍의 수 $\times 2$) + 1로 나타나요.

조심조심

A와 B 사이에서 색맹인 아들이 태어날 확률(25%)과 태어난 아들이 색맹일 확률(50%)은 달라요.

쉽게쉽게

아들의 X 염색체는 어머니로부터 물려받은 것이므로 아들이 혈우병이면 어머니는 반드시 혈우병 유전자를 하나 이상 가져야 해요.

오답넘기 ● ① 수가 많다고 해서 우성 형질은 아니다.

②, ③ 키는 표현형이 다양하고 형질이 연속적인 변이를 나타내는데, 이는 사람의 키를 결정하는 데 관여하는 유전자가 여러 쌍이고, 환경의 영향을 많이 받기 때문이다. 이와 같은 유전을 다인자 유전이라고 한다.

⑤ 사람의 피부색은 다인자 유전으로 사람의 키와 같이 형질이 연속적인 변이를 나타낸다. **답 ④**

06

알짜풀이 ● ㄷ. P의 유전자형은 AaBbDd이므로 ①은 우성인 A로, ②는 B, D 2개를 가지는 표현형으로 나타난다. 따라서 AaBBdd인 개체도 A를 가지고, 또한 B를 2개 가지므로 P와 같은 표현형을 나타낸다.

오답넘기 ● ㄱ. ①은 A가 a에 대해 완전 우성이므로 표현형이 우성 아니면 열성 2가지가 나오며, ②의 표현형은 B와 D의 개수에 따라 결정되는데, B와 D의 개수가 0~4개 있을 수 있으므로 5가지가 나온다.

ㄴ. 생식 세포는 A와 a 중 하나, B와 b 중 하나, D와 d 중 하나를 가질 수 있으므로 생식 세포의 유전자형은 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 가지이다. **답 ②**

07

알짜풀이 ● ㄴ. 유전자 A와 B는 X 염색체에 존재하므로 형질 A와 B는 반성 유전을 한다. 남자는 X 염색체가 1개밖에 없으므로 X 염색체에 유전자 B가 있으면 바로 형질이 나타나지만, 여자는 2개의 X 염색체에 모두 유전자 B가 있어야 형질이 나타난다. 따라서 여자보다 남자가 B의 형질이 나타날 확률이 높다.

ㄷ. Y 염색체에 존재하는 유전자 C는 Y 염색체를 통해 아버지에서 아들로 유전된다.

오답넘기 ● ㄱ. 2개의 X 염색체를 가진 여자는 유전자 A와 B에 대한 대립 유전자가 있지만, 1개의 X 염색체를 가진 남자는 A와 B에 대한 대립 유전자가 없다. **답 ④**

08

알짜풀이 ● A는 남자(아버지)뿐만 아니라 여자(영희)에서도 나타나므로 A의 유전자는 X 염색체에 있다. 또 A가 나타난 아버지에게서 태어난 영희 여동생은 A가 나타나지 않으므로 A는 열성으로 유전한다.

ㄷ. A를 나타나게 하는 유전자를 X', 정상 유전자를 X라고 하면 영희 오빠의 유전자형은 XY이며, A가 나타난 여자는 $X'X'$ 이므로, 이들이 결혼하면 $XY \times X'X' \rightarrow XX', X'Y$ 가 되어 태어난 아들은 모두 A가 나타난다.

오답넘기 ● ㄱ. 아버지의 X 염색체는 반드시 딸에게 전해진다. A가 우성이라면 아버지의 A 유전자를 받은 여동생도 A를 나타내야 한다. 따라서 A 형질은 열성으로 유전한다.

ㄴ. 아버지와 영희는 A가 나타나므로 아버지의 유전자형은 $X'Y$ 이며, 영희의 유전자형은 $X'X'$ 이다. 따라서 영희 어머니의 유전자형은 XX' 이고, $X'Y \times XX' \rightarrow XX', X'X', XY, X'Y$ 에서 영희의 여동생은 A가 나타나지 않지만 A에 대한 유전자를 가지고 있는 보인자(XX')이다. **답 ③**

09

알짜풀이 ● ㄱ. 정상인 부모 8, 9로부터 색맹인 자녀 12가 태어났으므로 색맹은 정상에 대해 열성이다.

ㄴ. 색맹 유전자가 성염색체에 있고, 색맹이 남녀 모두에게 나타났으므로 색맹 유전자는 X 염색체에 존재한다. 따라서 정상인 남자 2(XY)는 색맹 유전자를 갖지 않는다.

오답نب기 ● ㄷ. 8(XX')과 9(XY) 사이에서 셋째 아이가 태어났을 때 색맹이 나타날 확률은 $XX' \times XY \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$ 이므로 25%이다. [답] ③

10

모범답안 ● 1과 8, 12의 X 염색체는 어머니(8)로부터 물려받은 것이고, 어머니의 색맹 유전자는 색맹인 외할머니(1)로부터 물려받은 것이기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 1과 8이라고만 쓴 경우	30 %

12 ㉠ 돌연변이

개념 확인 문제

● 본책 85쪽

- 1 (1) ○ (2) × (3) ○ 2 결실, 중복 3 유전자 돌연변이
4 ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅅ

{ 문제 다지기 }

● 본책 86~87쪽

- 기본문제** 01 ②, ③ 02 ④ 03 (가) 결실 (나) 역위 (다) 중복 (라) 전좌 04 ③ 05 ③ 06 ④
심/적/문/제 07 ③ 08 해설 참조 09 ① 10 ①

01

알짜풀이 ● 상염색체의 비분리에 의해 나타나는 돌연변이는 다운 증후군과 에드워드 증후군이다. 터너 증후군과 클라인펠터 증후군은 성염색체의 비분리에 의해 나타나는 돌연변이이고, 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이이다.

[답] ②, ③

02

알짜풀이 ● ㄱ. A는 X 염색체와 Y 염색체를 모두 가지고 있으나, B는 성염색체가 없으므로 감수 1분열에서 염색체의 비분리가 일어났음을 알 수 있다.

ㄷ. 생식 세포 C의 유전자형은 어머니가 색맹($X'X'$)이므로 X' 이다. 따라서 B와 C가 수정하면 $44+X'$ 인 아이가 태어나는데, 이 아이는 성염색체가 X 염색체 하나밖에 없기 때문에 열성인 색맹 유전자가 발현된다.

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

5번 염색체의 일부가 결실되면 고양이 울음 소리와 비슷한 소리를 내는 고양이 울음 증후군이 나타나요.

오답نب기 ● ㄴ. A의 성염색체는 XY, C의 성염색체는 X이다. 따라서 A와 C가 수정하여 태어나는 아이는 성염색체 XXY를 가지므로 클라인펠터 증후군이다. [답] ④

03

알짜풀이 ● (가)는 염색체의 일부가 없어진 결실, (나)는 염색체의 일부가 거꾸로 배열되어 있는 역위, (다)는 염색체의 일부가 반복되어 존재하는 중복, (라)는 염색체의 일부가 상동 염색체가 아닌 다른 염색체와 서로 바뀐 전좌이다.

[답] (가) 결실 (나) 역위 (다) 중복 (라) 전좌

04

알짜풀이 ● ㄱ. 5번 염색체의 일부가 없어졌으므로 결실이 일어났다.

ㄷ. 1, 5, 11번 염색체는 상염색체이므로, 염색체 구조 이상과 같은 돌연변이는 남녀 모두에게 일어날 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 1번과 11번 염색체의 일부가 서로 교환되는 전좌가 일어났다. [답] ③

05

알짜풀이 ● ㄷ. 알비노증이나 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이로, 염색체 수는 정상이지만 유전병이 나타난다.

오답نب기 ● ㄱ. 다운 증후군은 상염색체인 21번 염색체가 1개 더 많은 경우이고, 클라인펠터 증후군은 성염색체가 XXY로, 정상보다 1개 더 많은 경우이다. 따라서 염색체 수 이상은 상염색체와 성염색체 모두에서 일어날 수 있다.

ㄴ. 알비노증은 멜라닌 색소 합성과 관련된 유전자에 이상이 생겨 멜라닌 색소가 만들어지지 않는 유전병이다. [답] ③

06

알짜풀이 ● ㄱ. 양수 검사를 통한 핵형 분석 결과 염색체 수와 형태를 파악하여 태아의 성별을 알 수 있다.

ㄷ. 염색체 수 이상인 다운 증후군, 염색체 구조 이상인 고양이 울음 증후군의 여부도 핵형 분석으로 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 페닐케톤뇨증은 유전자 돌연변이로, 염색체의 변화가 나타나지 않아 핵형 분석을 통해 알 수 없다. [답] ④

07

알짜풀이 ● ㄱ. 정상 부모에서 유전병을 가진 영희가 태어났으므로 이 유전병은 열성 유전된다. 즉, A는 A^* 에 대해 우성이다.

ㄴ. 영희는 유전병을 가지고 있으므로 유전자형은 $X^{A^*}X^{A^*}$ 이다. 그런데 아버지는 정상(X^AY)이므로 유전병 유전자 A^* 를 물려줄 수 없다. 따라서 영희의 유전병 유전자는 어머니($X^{A^*}X^{A^*}$)로부터 물려받은 것이다.

오답نب기 ● ㄷ. 정자 ㉠과 난자 ㉡ 형성 시 성염색체 비분리가 각각 1회씩 일어났다고 했으므로 영희는 어머니로부터 A^* 를 갖고 있는 X 염색체 2개를 받았고, 아버지로부터는 성염색체를 받지 못했음을 알 수 있다. 따라서 정자 ㉠은 감수 1분열 또는 2분열 시 비분리되어 성염색체가 없는 것이고, 난자 ㉡은 감수 2분열 시 비분리되어 성염색체 $X^{A^*}X^{A^*}$ 가 모두 있는 것이다. [답] ③

08

모범답안 ● C, 색맹인 어머니로부터 X^{*}를, 정상인 아버지로 부터 XY를 물려받아야 하므로 정자 형성 과정 중 감수 1분 열에서 염색체 비분리 현상이 일어나야 한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 염색체 비분리 현상이 일어난 시기만 바르게 쓴 경우	30 %

09

알짜풀이 ● ① A의 유전자형은 HH^{*}이므로 유전병 유전자 (H^{*})의 수(㉔)는 1이다.

오답탐기 ● ② 정상인 A와 정상인 남편 사이의 아들이 유전 병이므로 이 유전병 유전자 H^{*}는 정상 유전자 H에 대해 열 성이다.

③ 유전병인 아버지로부터 H^{*}가 없는 C가 태어난 것을 통 해 H^{*}가 성염색체 X에 존재함을 알 수 있다. 만일 유전병 유전자 H^{*}가 상염색체에 존재한다면 유전병인 아버지의 유 전자형은 H^{*}H^{*}이고, 아들 C는 반드시 유전병 유전자 H^{*}를 물려받게 된다.

④ D는 정상보다 염색체 수가 1개 적으므로, H^{*}를 가진 B 의 정상 난자(X^{H*})와 생식 세포 형성 시 염색체 비분리가 일 어나 성염색체가 없는 C의 정자가 수정되어 유전병인 D(X^{H*})가 태어난 것이다.

⑤ 이 가계도에서 H^{*}를 가진 남자(X^{H*}Y)는 모두 유전병이 다. ㉔ ①

10

알짜풀이 ● ㉔. (나)에서 21번 염색체의 일부가 끊어져 상동 염색체가 아닌 14번 염색체의 일부에 결합되어 있는 것으로 보아 전좌가 일어났음을 알 수 있다.

오답탐기 ● ㉔. 생식 세포 형성 시 상동 염색체 사이의 교환 이 일어난 것은 아니다.

㉔. 21번 염색체의 중복은 일어나지 않았다. ㉔ ①

우공비

비법 특강

● 본책 88~89쪽

1 열성 2 상염색체 3 A : 집중, B : 집중

1 ④ 2 ⑤ 3 ⑤

1

알짜풀이 ● ㉔. 정상인 부모 사이에서 유전 질환 A를 갖는 영희가 태어났으므로 유전 질환 A는 정상에 대해 열성이다. ㉔. 영희가 유전 질환 A를 나타내므로 부모는 둘 다 유전 질환 A의 유전자를 가지고 있다. 정상인 오빠와 유전 질환 A를 나타내는 여자 사이에서 유전 질환 A인 아들이 태어났으므로 오빠도 유전 질환 A의 유전자를 가지고 있다.

오답탐기 ● ㉔. 정상인 부모 사이에서 유전 질환 A를 나타내는 딸(영희)이 태어났으므로 유전 질환 A의 유전자는 상 염색체에 존재한다. ㉔ ④

우공비 BOX

조심조심

난자 형성 과정의 감수 1분 열에서 염색체 비분리 현상 이 일어나면 X^{*}X^{*}를 가진 난자가 생겨요. 따라서 색맹 인 남자아이가 태어나게 되 지요. 또한 정자 형성 과정의 감수 2분열에서 염색체 비분 리 현상이 일어나면 XX나 YY를 가진 정자가 생겨요.

2

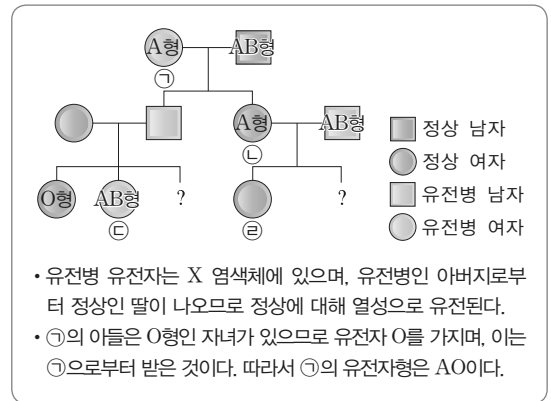
알짜풀이 ● 아버지는 가족 모두로부터 소량의 혈액을 수혈 받을 수 있으므로 AB형, 어머니는 응집소 α와 β가 있으므로 O형, 철수는 응집원 B와 응집소 α를 가진 B형(BO)이고, 가족 모두 혈액형이 다르므로 영희는 A형(AO)이다.

⑤ 영희가 O형인 남자와 결혼하여 태어난 자녀가 O형이 될 확률은 AO×OO→AO, OO이므로 50 %이다.

오답탐기 ● ③ 철수는 B형이며, AB형인 아버지와 O형인 어머니 사이에서 태어났으므로 유전자형이 BO이다.

④ 아버지와 어머니 사이에서 A형과 B형인 자녀가 태어날 수 있으므로, 철수의 동생이 영희와 같은 A형일 확률은 50 %이다. ㉔ ⑤

3 | 자료 분석하기 |



필수 자료

ABO식 혈액형의 유전자형

- A형 : AA, AO
- B형 : BB, BO
- AB형 : AB
- O형 : OO

알짜풀이 ● ㉔. ㉔의 ABO식 혈액형의 유전자형은 ㉔과 같다고 하였으므로 AO이고, ㉔이 유전병이므로 ㉔의 유전병 유전자형은 XX'이다.

㉔. AB형인 ㉔의 여자 형제가 O형이므로 ㉔의 아버지와 어머니의 ABO식 혈액형의 유전자형은 AO 또는 BO이다. 따라서 ㉔의 동생이 A형일 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다. 또 ㉔의 어머니의 ABO식 혈액형의 유전자형은 AO, 아버지는 AB이므로 ㉔의 동생이 A형일 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 즉, ㉔의 동생과 ㉔의 동생이 모두 A형일 확률은 $\frac{1}{8}$ (=12.5 %)이다.

오답탐기 ● ㉔. ㉔의 ABO식 혈액형의 유전자형은 이형 집합인 AO이다. ㉔ ⑤

우공비

비법 특강

● 본책 90쪽

1 ③ 2 ①

조심조심

만약 감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어난다면 성염 색체가 XX'인 난자와 성염 색체가 없는 난자가 만들어 지요.

1

알짜풀이 ● ㉔. Y 염색체를 가진 정상 정자와 수정하여 적 록 색맹이면서 클라인펠터 증후군인 아이(X^{*}X^{*}Y)가 태어나 기 위해서는 난자의 성염색체가 X^{*}X^{*}이어야 한다. 따라서 감수 2분열 시 X' 염색체의 염색 분체가 비분리된 것이다.

오답탐기 ● ㄱ, ㄴ. 이 아이의 핵산은 $2n=44+XXY$ 로 클라인펠터 증후군을 나타내며, 이 유전병의 특징은 외관상 남성이거나 불임이다. ㉓ ③

2

알짜풀이 ● 정자의 핵산이 반은 정상이고 반은 정상이 아니므로 감수 2분열에 염색체 비분리가 일어났다.

ㄱ. 감수 1분열(I 시기)은 정상적으로 일어났으므로 A의 핵산은 $n=22+X$ 또는 $n=22+Y$ 이다. 또 감수 2분열 시(II 시기)에 성염색체 비분리가 일어나 성염색체가 없는 B의 총 염색체 수는 22개($n-1=22$)이다. 따라서 A의 상염색체 수와 22개로 같다.

오답탐기 ● ㄴ. 성염색체에서만 염색체 비분리가 일어났으므로 C는 $22+XX$ 또는 $22+YY$ 이다. 따라서 C와 정상 남자($n=22+X$)가 수정하면 $2n+1=44+XXX$ 또는 $2n+1=44+XYY$ 인 아이가 태어난다. 다운 증후군은 상염색체(23번)에 비분리가 일어나서 발생한다.

ㄷ. (가)는 감수 2분열(II 시기) 시 성염색체에 비분리가 일어난 것이며, (나)는 2가 염색체가 적도면에 배열된 상태이므로 감수 1분열 중기의 모습이다. ㉓ ①

유공비 BOX

쉽게쉽게

감수 1분열에서 염색체 비분리가 일어나면 모든 생식 세포의 염색체 수가 이상이 있고, 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나면 정상과 비정상 생식 세포가 1:1로 나타나요.

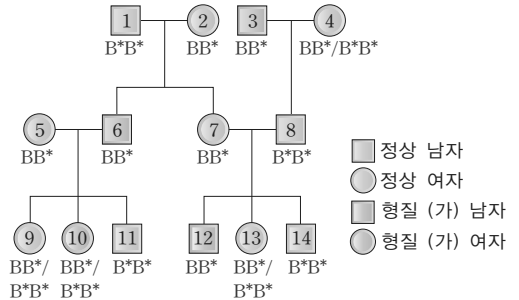
보충 설명

중성 유전

형질 (가)는 상염색체 상에 있는 유전자에 의해 형질이 나타나지만 성에 따라 표현이 다르게 나타나는데, 이와 같은 유전 형태를 중성 유전이라고 해요.

03 | 자료 분석하기 |

형질 (가) 남자의 유전자형은 BB와 B^*B^* 가 가능하고, 정상 남자는 B^*B^* 이므로 형질 (가) 유전자 B가 정상 유전자 B^* 에 대해 우성이다. 한편 형질 (가) 여자의 유전자형은 BB, 정상 여자는 B^*B^* , B^*B^* 이므로 형질 (가) 유전자 B가 정상 유전자 B^* 에 대해 열성이다.



알짜풀이 ● ㄱ. 3은 형질 (가)인 남자이므로 유전자형이 BB 또는 B^*B^* 가 가능하네, 자녀에서 정상 남자인 8(B^*B^*)이 태어났으므로 3의 유전자형은 B^*B^* 이다. 형질 (가)인 여자 10의 유전자형은 BB이고, 정상 남자 11의 유전자형은 B^*B^* 이므로 5와 6의 유전자형은 모두 B^*B^* 이다. 형질 (가)인 남자 12의 유전자형은 BB 또는 B^*B^* 인데, 아버지가 정상 남자 8(B^*B^*)이므로 12의 유전자형은 B^*B^* 이다. 따라서 3, 6, 12의 유전자형은 모두 B^*B^* 로 이형 접합이다.

오답탐기 ● ㄴ. 형질 (가)인 남자의 유전자형은 BB, B^*B^* , 정상 남자는 B^*B^* 이므로 형질 (가)인 유전자 B가 정상 유전자 B^* 에 대해 우성이다.

ㄷ. 정상 여자 7의 유전자형은 B^*B^* 또는 B^*B^* 가 가능한데, 자녀 중 형질 (가)인 남자 12(B^*B^*)가 태어났으므로 7의 유전자형은 B^*B^* 이다. 그리고 정상 남자 8의 유전자형은 B^*B^* 이다. 따라서 $B^*B^* \times B^*B^* \rightarrow B^*B^*$, B^*B^* 이므로 형질 (가)를 가진 아들이 태어날 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이다. ㉓ ①

04

알짜풀이 ● ㄱ, ㄷ. 유전자 A^* 를 1개 가진 아버지에게서 유전병이 발현되는 것으로 보아 유전자 A^* 는 A에 대해 우성이다. 철수는 유전자 A^* 가 2개이므로 어머니도 유전자 A^* 를 가지며, 유전병 (가)를 가진다.

ㄴ. 유전자 A와 A^* 가 Y 염색체 상에 있다면 여자인 누나에게서 유전병이 나타날 수 없고, X 염색체에 있다면 남자(철수)의 유전자 A^* 의 DNA 상대량이 2로 나타날 수 없다. 따라서 유전자 A와 A^* 는 상염색체 상에 있다. ㉓ ⑤

05

알짜풀이 ● (가)에서 정상인 부모 사이에서 유전병 A를 가진 딸 3이 태어났으므로 유전병 A는 상염색체에 있으며, 열성 유전을 한다.

(나)에서 유전병 B를 가진 5와 6 사이에서 정상인 딸이 태어났으므로 유전병 B는 우성으로 유전되며, 유전병인 아버지 5에서 정상인 딸이 태어났으므로 유전병 B 유전자는 상염색체에 있다.

수능문제

실력 굳히기

● 본책 91~95쪽

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

01

알짜풀이 ● ㄱ. 지문선 수는 표현형이 다양하게 나타나므로 여러 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다. 즉, 다인자 유전에 해당하므로 형질이 연속 변이 곡선을 나타낸다.

ㄷ. 홍역의 발병 여부는 2관성 쌍둥이에서의 일치율이 높고, 1관성 쌍둥이와 2관성 쌍둥이에서의 일치율이 큰 차이가 없으므로 유전보다 환경의 영향을 더 많이 받는다.

오답탐기 ㄴ. 홍채의 색은 표현형이 다양하게 나타나므로 여러 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다고 볼 수 있다. ㉓ ③

02

알짜풀이 ● ㄱ. 귀지의 상태는 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다고 하였으므로 단일 인자 유전이다.

ㄴ. A에서 부모의 귀지 상태가 모두 축축한 귀지일 때, 자녀에서 마른 귀지가 나타났으므로 축축한 귀지가 우성이고 마른 귀지가 열성이다.

오답탐기 ● ㄷ. 축축한 귀지의 유전자를 R, 마른 귀지의 유전자를 r라고 할 때, B의 모든 가구에서 부모의 귀지 상태의 유전자형이 동형 접합($RR \times rr$)이라면 자녀는 모두 축축한 귀지(Rr)만 나타나게 된다. 결국 자녀에서 축축한 귀지와 마른 귀지가 나오려면 B의 부모 중 축축한 귀지의 유전자형은 Rr (이형 접합)이어야 한다. ㉓ ③

필수 자료

단일 인자 유전과 다인자 유전

• 단일 인자 유전 : 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되므로 표현형은 보통 두 종류가 나타나요.
➡ 불연속 변이 곡선

• 다인자 유전 : 여러 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되므로 표현형이 다양하게 나타나요. ➡ 연속 변이 곡선

ㄷ. 유전병 A의 우성 유전자를 A, 열성 유전자를 a라고 하고, 유전병 B의 우성 유전자를 B, 열성 유전자를 b라고 하면, (가)에서 3의 유전자형은 A는 나타나고 B는 나타나지 않으므로 aabb이고, 4의 유전자형은 A 유전자형이 이형 접합이므로 AaBb이다. 따라서 $aabb \times AaBb \rightarrow AaBb, Aabb, aaBb, aabb$ 이므로 3과 4가 결혼하여 태어난 아이가 A와 B를 모두 가질 확률은 25%이다.

오답نب기 ㄱ, ㄴ. (가)에서 1의 유전자형은 aa, 2의 유전자형은 Aa이므로 1과 2 사이에서 유전병 A를 가진 자녀(aa)가 태어날 확률은 $aa \times Aa \rightarrow Aa, aa$ 이므로 50%이다. (나)에서 5의 어머니가 정상(bb)이고, 6의 아버지가 정상(bb)이므로 5와 6의 유전자형은 모두 Bb이다. 따라서 $Bb \times Bb \rightarrow BB, Bb, Bb, bb$ 이므로 유전병 B를 가진 자녀(BB 또는 Bb)가 태어날 확률은 75%이다. 따라서 1과 2 사이에서 태어날 아이가 A일 확률은 5와 6 사이에서 태어날 아이가 B일 확률보다 작다. ㉔ ㉕

06 | 자료 분석하기

• 남자와 여자에서 모양이 다른 염색체는 성염색체이다.
• 남자의 성염색체는 XY, 여자는 XX이므로 남자에서 유전자 B가 있는 염색체가 X 염색체이다. 따라서 유전자 A가 있는 염색체는 상염색체이다.

알짜풀이 ㉔. 형질 ㉔과 ㉕을 결정하는 유전자와 우열 관계는 $A > a, B > b$ 라고 했으며, B와 b는 X염색체에 존재하므로 이 남자의 유전자형은 AaX^BY , 여자의 유전자형은 AaX^bX^b 로 표시할 수 있다. 따라서 감수 분열을 통하여 형성되는 정자의 유전자형은 AX^B, AY, aX^B, aY 의 4가지이고 난자의 유전자형은 AX^b, aX^b 의 2가지이다.

오답نب기 ㉔. 이 남자의 유전자형은 AaX^BY , 여자의 유전자형은 AaX^bX^b 이므로 이들이 감수 분열을 하여 생식 세포를 만들고 생식 세포의 수정에 의해 생성되는 아이의 유전자형은 표와 같다.

여자 \ 남자	AX^B	aX^B	AY	aY
AX^b	$AAAX^BX^b$	AaX^BX^b	AAX^bY	AaX^bY
aX^b	AaX^BX^b	aaX^BX^b	AaX^bY	aaX^bY

아이의 유전자형 중 AaX^BX^b 와 AaX^bY 는 2개씩 생성되었으므로 아이의 유전자형은 6가지이다.

ㄷ. 이 아이의 형질이 모두 열성이 되려면, 우성 유전자인 A와 X^B 가 하나라도 있으면 안 된다. 즉, 열성 유전자 a와 X^b 로 된 유전자형 aaX^bY 인 경우만 해당하므로 아이의 형질이 모두 열성일 확률은 $\frac{1}{8}$, 즉 12.5%이다. ㉔ ㉕

우공비 BOX

용어 알기

갑상샘위축증

갑상샘이 발달하지 못하여 팔다리가 매우 짧아지고 왜소해지는 유전병입니다.

07

알짜풀이 ㉔. 갑상샘위축증 유전자는 성염색체 상에 존재한다고 했는데, 정상 부모(1, 2) 사이에서 갑상샘위축증을 가진 자녀(4)가 태어났으므로 갑상샘위축증 유전자는 열성이며, 여자에게도 나타나므로 유전자는 성염색체 중 X 염색체에 존재한다.

ㄴ. 정상 여자 10은 갑상샘위축증 유전자를 아버지(X^Y)로부터 물려받으므로 유전자형이 XX^Y 이다. 정상 남자 11의 유전자형은 XY 이다. 따라서 $XX^Y \times XY \rightarrow XX^Y, XX, X^Y, XY$ 이므로 10과 11 사이에서 갑상샘위축증 딸은 태어나지 않는다.

오답نب기 ㉔. 4(X^Y)와 12(X^Y)의 갑상샘위축증 유전자(X^Y)는 모두 모계 쪽으로부터 전달되어 온 것으로 2와 10은 반드시 보인자(X^Y)이다.

ㄷ. 정상 부모(1, 2) 사이에서 갑상샘위축증을 가진 자녀(4)가 태어났으므로 갑상샘위축증 유전자는 열성이며, 남자에게만 나타나는 형질이 아니므로 유전자는 X 염색체에 존재한다. 콧속털 과다증 유전자는 Y 염색체에 있어 남자에게만 나타난다. ㉔ ㉕

08

알짜풀이 ㉔. A와 B는 2란성 쌍둥이이다.

ㄴ. A가 남자일 경우 어머니로부터 색맹 유전자를 물려받으므로 항상 색맹이다.

오답نب기 ㄱ. 1란성 쌍둥이는 1개의 수정란이 발생 초기에 분리되어 형성되므로 모든 유전자가 동일하지만, 2란성 쌍둥이는 2개의 정자와 난자가 각각 수정된 것이므로 유전자 구성이 동일할 가능성은 거의 없다.

ㄷ. $XY \times X^Y \rightarrow XX^Y, X^Y$ 이므로 정상 아버지와 색맹 어머니 사이에서 태어난 딸은 항상 정상(보인자)이다. 따라서 B가 여자이며 색맹일 확률은 0%이다. ㉔ ㉕

09

알짜풀이 ㉔. (나)에서 유전병의 발현에 관여하는 대립 유전자의 DNA 상대량이 여자가 남자의 두 배이므로 이 유전병 유전자는 X 염색체에 있음을 알 수 있다. 그리고 (나)에서 D는 정상 유전자와 유전병 유전자를 가지지만 표현형이 정상이므로 유전병 유전자(X^Y)는 정상 유전자(X)에 대해 열성이다.

ㄴ. D는 (나)를 통해 보인자(XX^Y)임을 알 수 있으며, E는 어머니 B(X^Y)가 유전병을 가지고 있으므로 보인자(XX^Y)이다.

㉔. E(XX^Y)와 F(XY) 사이에서 태어날 수 있는 자녀의 유전자형은 XX, X^Y, XY, X^Y 이므로 유전병을 가진 이들이 태어날 확률은 $\frac{1}{4}$, 즉 25%이다. ㉔ ㉕

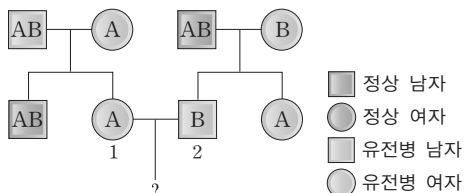
10

알짜풀이 ㉔. 지문선의 수는 60에서 260까지 대립 형질이 뚜렷하지 않고 연속적인 변이를 나타낸다. 이와 같은 특징을 통해 지문선의 수는 다인자 유전에 해당하며, 여러 쌍의 대립 유전자에 의해 결정된다는 것을 알 수 있다.

오답내기 ㄱ. 혈액형의 경우 1관성 쌍둥이에서 일치율이 100%이므로 유전에 의해 결정되며, 단일 인자 유전에 해당한다.

ㄴ. 홍역 발병 여부는 1관성 쌍둥이와 2관성 쌍둥이에서 일치율이 비슷하게 나타나므로 전염성이 강한 질병이라고 판단할 수 있다. **정답** ②

11 | 자료 분석하기 |



- 유전병인 부모 사이에서 정상인 아들이 태어났으므로 유전병 유전자가 우성, 정상 유전자가 열성이다.
- 정상인 사람의 유전자형은 동형 접합이며, 유전병 유전자형이 T^*T^* 인 태어난 자연 유산되므로 정상인 사람의 유전자형은 TT 이다.
- T 가 정상 유전자, T^* 가 유전병 유전자이고 우열 관계는 $T < T^*$ 이다.
- 가계도에서 유전병인 사람은 모두 유전자형이 T^*T^* 이다.

알짜풀이 ● ㄱ. AB형인 아버지와 A형인 어머니 사이에서 태어난 1의 남자 형제가 AB형이기 위해서는 아버지로부터 B를, 어머니로부터 A를 받아야 한다. 그런데 이 아들은 유전병에 대한 유전자형이 TT 이므로 A와 T, B와 T가 연관된 상동 염색체(AT/BT)를 가지고 있다. 1의 부모는 둘 다 유전병에 대한 유전자형이 T^*T^* 이므로, 1의 아버지는 A와 T^* , B와 T가 연관된 상동 염색체(AT*/BT)를, 1의 어머니는 A형이므로 A와 T, 그리고 A 또는 O와 T^* 가 연관된 상동 염색체(AT/AT* 또는 AT/OT*)를 가지고 있다. 그런데 1은 A형이면서 유전병 유전자형이 T^*T^* 이므로 아버지에게서 A와 T^* 가 연관된 염색체(AT*)를, 어머니에게서 A와 T가 연관된 염색체(AT)를 물려받았다.

오답내기 ● ㄴ. 2의 부모는 AB형과 B형인데, 이 둘 사이에서 A형의 딸이 태어났으므로 이 딸은 아버지로부터 A를, 어머니로부터 O를 물려받았다. 그런데 2의 아버지는 유전병에 대한 유전자형이 TT 이고, A와 T, B와 T가 연관된 상동 염색체(AT/BT)를 가지고 있으므로 딸도 A와 T가 연관된 염색체(AT)를 가지고 있다. 딸은 유전병에 대한 유전자형이 T^*T^* 이므로, O와 T^* 가 연관된 염색체(OT*)를 어머니에게서 물려받았다. 어머니는 유전병에 대한 유전자형이 T^*T^* 이므로, B와 T, O와 T^* 가 연관된 염색체(BT/OT*)를 가지고 있다. 따라서 2에서 T^* 는 혈액형 대립 유전자 O와 연관되어 있다.

ㄷ. 1은 AT*/AT를, 2는 BT/OT*를 가지고 있으므로 이들 사이에서 태어날 수 있는 아이의 유전자형은 ABT*T, AOT*T*, ABTT, AOT*T이다. 이 중 유전자형이 AOT*T*인 아이는 유산되므로 1과 2 사이에서 태어나는 아이가 AB형이며 유전병일 확률은 $\frac{1}{3}$ 이다. **정답** ①

유공비 BOX

조심조심

복대립 유전에서도 형질은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 단일 인자 유전이며, 유전자형은 2개의 알파벳으로 나타낼 수 있어요.

보충 설명

같은 형질의 부모 사이에서 다른 형질의 자녀가 나온 경우 부모의 형질은 우성, 자녀의 다른 형질은 열성이예요.

필수 자료

ABO식 혈액형의 응집원과 응집소

	응집원	응집소
A형	A	β
B형	B	α
AB형	A, B	없음
O형	없음	α, β

• 응집원 A와 응집소 α 가 만나거나 응집원 B가 응집소 β 가 만나면 응집 반응이 일어나요.

12

알짜풀이 ● ㄴ. 유전병 여자인 8의 유전자형은 BB이므로 3(BB*)과 4(BB 또는 BB*)로부터 유전자 B를 하나씩 받은 것이다.

오답내기 ● ㄱ. 여자의 경우 유전자형이 BB인 경우는 유전병이고, BB*, B*B*는 정상인 것으로 보아 유전병 유전자는 열성, 정상이 우성임을 알 수 있다. 남자의 경우 유전자형이 BB, BB*인 경우 유전병이고, B*B*는 정상인 것으로 보아 유전병 유전자는 우성, 정상이 열성임을 알 수 있다.

ㄷ. 5가 정상(B*B*)이고, 4가 유전병(BB 또는 BB*)이므로 1과 2는 반드시 유전자 B*를 가져야 한다. 따라서 유전병 남자인 1의 유전자형은 BB*가 되고, 2의 유전자형은 BB* 또는 B*B*가 된다. **정답** ③

13

알짜풀이 ● ㄴ. (가)의 유전자형 종류는 XX, XY, XZ, YY, YZ, ZZ로, 6가지이다. (나)의 표현형은 유전자 A, B, C의 개수에 따라 결정되는데, A, B, C의 개수는 0(aabbcc)~6(AABBCC)로 7가지이다.

ㄷ. AaBbCc에서 abc인 생식 세포가 생성될 확률은 $\frac{1}{8}$ 이므로 유전자형이 AaBbCc인 개체끼리 교배했을 때 유전자형이 aabbcc인 자손이 나타날 확률은 $\frac{1}{8} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{64}$ 이다.

오답내기 ● ㄱ. 유전 형질 (가)는 X, Y, Z 3개의 대립 유전자가 관여하는 복대립 유전을 하는데, 형질이 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 단일 인자 유전에 해당한다. 한편, (나)는 형질이 세 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 다인자 유전이다. **정답** ⑤

14

알짜풀이 ● ㄴ. 구성원 1과 2는 대립 유전자 T와 T* 중 한 가지만 갖는데, 3은 유전병이 아니고 4가 유전병이므로 T와 T*는 X 염색체에 있으며, T가 T*에 대해 우성임을 알 수 있다. 3($X^{T*}X^T$)은 1($X^{T*}X^{T*}$)이 유전병이므로, 5($X^{T*}X^T$)는 아버지($X^{T*}Y$)가 유전병이므로 모두 T*를 가지고 있다.

오답내기 ● ㄱ. A형인 1의 적혈구와 3의 혈장이 응집하므로 3의 혈장에는 응집소 α 가 있다. A형인 1의 혈장과 4의 적혈구가 응집하므로 4의 적혈구에는 응집원 B가 있다. 3의 혈장과 4의 적혈구가 응집하므로 4의 적혈구에는 응집원 A가 있다. 따라서 4는 AB형이고, 1, 3의 혈장과 응집하지 않는 3은 O형이다. 3은 O형이므로 AB형인 4의 혈장과 응집이 일어나지 않는다. 그러므로 ㉓는 ‘-(응집 안 됨)’이다.

ㄷ. 구성원 2와 5의 혈액형 유전자형이 같다고 하였고, 1이 A형, 3이 O형, 4가 AB형이므로 2는 B형이며, 유전자형은 BO이다. 따라서 AB형인 4와 B형(BO)인 5 사이에 아이가 태어날 때, 이 아이가 A형일 확률은 $AB \times BO \rightarrow AB, AO, BB, BO$ 에서 $\frac{1}{4}$ 이다. 그리고 유전병 ㉔인 아들일 확률은 $X^{T*}Y \times X^{T*}X^T \rightarrow X^{T*}X^{T*}, X^{T*}X^T, X^TY, X^TY$ 에서 $\frac{1}{4}$ 이다. 따라서 이 아이가 A형이며, 유전병 ㉔인 아들일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ 이다. **정답** ②

15

알짜풀이 ● 성염색체 상에 있는 대립 유전자에 의한 유전병 ㉠의 경우 형과 철수가 다른 형질을 나타내므로 유전병 ㉠을 결정하는 대립 유전자는 X 염색체에 있음을 알 수 있다. 철수는 비분리가 일어난 정자와 난자가 수정되어 태어났지만 형은 비분리 없이 정상인 정자와 난자가 수정되어 태어났으므로, 형의 X 염색체는 어머니로부터, Y 염색체는 아버지로부터 물려받는다.

A*를 유전병 ㉠ 유전자라고 하면 유전병인 형의 유전자형은 X^{A*}Y이며, 정상인 어머니의 유전자형은 X^{A*}X^A로 유전병 유전자 A*가 정상 유전자 A에 대해 열성으로 성립된다.

적록 색맹 유전에서 형은 비분리 없이 정상인 정자와 난자가 수정되어 태어났으므로 어머니의 X 염색체 1개를 그대로 물려받는다. 즉, 형의 X 염색체는 어머니의 X^{A*}B를 물려받은 것이다. 따라서 어머니의 유전자형은 X^{A*}B X^{AB} 또는 X^{A*}B X^{AB*}이다. 철수는 비분리가 일어난 정자와 난자가 수정되어 태어났는데 핵형이 정상이므로 철수의 성염색체인 XY는 모두 아버지로부터 모두 물려받은 것이다. 즉, 철수는 비분리 결과 XY가 모두 있는 정자와 성염색체가 없는 난자가 수정되어 태어난 것이다.

ㄱ. 아버지의 성염색체 유전자형은 철수와 같은 X^{AB*}Y이므로 유전병 ㉠을 나타내지 않는다.

ㄴ. 철수의 XY는 아버지로부터 모두 물려받아야 하므로 정자 형성 시 감수 1분열에 비분리되었음을 알 수 있다.

오답탐기 ● ㄴ. 어머니의 유전자형은 X^{A*}B X^{AB} 또는 X^{A*}B X^{AB*}가 가능하므로 A*와 B*가 연관된 X 염색체를 가지지 않는다. ㉡ ③

16 | 자료 분석하기 |

어머니	자녀 (가)	자녀 (나)
<p>21번 상염색체 성염색체</p>	<p>㉠ ㉡</p>	<p>㉢</p>

- 어머니의 21번 상염색체와 성염색체인 X 염색체 사이에 전좌가 일어났다.
- 자녀 (가)는 어머니로부터 전좌가 일어난 X 염색체를, (나)는 전좌가 일어난 21번 상염색체를 물려받았다.
- 사람의 성염색체는 XY형으로, Y 염색체는 X 염색체보다 작다.

알짜풀이 ● ㄴ. ㉠과 ㉡은 21번 상염색체로 모양과 크기가 같은 상동 염색체이다.

오답탐기 ● ㄱ. 고양이 울음 증후군은 5번 염색체의 결실에 의해 나타나는 유전 질환이다. 어머니는 21번 염색체와 성염색체 사이에서 전좌가 일어났으므로 고양이 울음 증후군이 나타나지 않는다.

ㄴ. 자녀 (나)에서 어머니의 성염색체보다 작은 모양을 하고 있는 ㉢은 Y 염색체이다. Y 염색체는 아버지로부터 아들에게로 전달되는 성염색체이다. ㉡ ②

우공비 BOX

쉽게쉽게

아버지로부터 성염색체 XY를 모두 물려받으려면 감수 1분열에서 비분리가 일어나야 해요.

●보충 설명●

㉠은 유전자 c가 있는 염색체 부분이 반복되므로 중복, ㉡은 유전자 c, d 부분의 염색체가 절단되었으므로 결실을 나타낸 거예요. ㉢은 염색체에서 유전자 b—c—d—e 부분이 절단된 후 거꾸로 붙었으므로 역위, ㉣은 유전자 e가 있는 염색체가 절단되고 상동 염색체가 아닌 다른 염색체의 일부인 유전자 m과 n이 붙어 있으므로 전좌를 나타낸 것입니다.

●보충 설명●

다운 증후군

21번 염색체가 3개로, 정신 지체, 심장 기형을 보이며, 양쪽 눈 사이가 멀고 머리가 작아요.

17

알짜풀이 ● ㄱ. IV대의 부모인 III대 중 한 사람에서만 비분리가 일어났다고 했는데, 어머니의 난자 형성 과정에서 비분리가 일어났다면 4명의 자녀가 모두 나올 수 있는가 확인해야 한다. 이때 IV대의 자녀들은 아버지의 X나 Y 염색체 중 하나를 반드시 받아야 한다. IV대의 유전병 딸인 3의 경우 아버지에게서 X^A를 받고, 어머니에게서 비분리된 X^{A*}X^{A*}를 받아야 하는데 X^{A*}X^{A*}X^A는 정상이라고 했으므로 어머니의 난자 형성 과정에서 염색체 비분리가 일어난 것이 아니다. 그러므로 1의 정자 형성 과정에서 염색체 비분리가 일어난 것이다. 즉, IV대에서 왼쪽부터 첫째 아들은 아버지에게서 YY를 받고 어머니에게서 X^{A*}를 받으면 X^{A*}YY이므로 유전병, 두 번째 아들은 아버지에게서 X^AY를 받고 어머니에게서 X^{A*}나 X^A를 받으면 X^AX^{A(*)}Y로 정상, 세 번째 딸은 아버지에게서 성염색체를 못 받고 어머니에게서만 X^A를 받으면 X^A로 정상, 네 번째 딸은 아버지에게서 성염색체를 못 받고 어머니에게서만 X^{A*}를 받으면 X^{A*}로 유전병이 될 수 있으므로 정자 형성 과정에서 비분리가 일어난 것이다.

ㄴ. 1의 비분리로 인해 2는 X^{A*}YY이고, 3은 X^{A*}이므로 체세포 1개당 X^{A*}의 개수는 1개로 서로 같다.

오답탐기 ● ㄴ. 이 유전병은 성염색체가 비분리되어 일어난 유전이다. ㉡ ④

18

알짜풀이 ● 그림은 염색체 구조 이상 중 역위이며, ㉠은 중복, ㉡은 결실, ㉢은 역위, ㉣은 전좌이다.

ㄴ. 핵형 분석을 통해 염색체 구조나 염색체 수의 이상을 알 수 있다.

오답탐기 ● ㄱ. 그림은 일부 염색체가 거꾸로 바뀐 역위를 나타낸 것이다. 따라서 ㉢에 해당된다.

ㄴ. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 유전자 돌연변이이다. ㉡ ③

19

알짜풀이 ● ㄴ. 핵형 분석 결과 21번 염색체가 3개이므로, 이 사람은 다운 증후군을 나타낸다.

오답탐기 ● ㄱ. 핵형 분석은 염색체를 관찰할 수 있는 분열기에 실시해야 하며, 특히 염색체가 중앙 적도면에 배열되는 세포 분열 중기가 핵형 분석을 하기에 가장 좋은 시기이다.

ㄴ. 핵형 분석으로 염색체 수나 구조의 이상은 알 수 있으나, 페닐케톤뇨증과 같은 유전자 이상은 알 수 없다. ㉡ ②

20

알짜풀이 ● ㄴ. 정자 B는 감수 2분열에 비분리가 일어났으므로 성염색체의 종류는 XX 또는 YY이다.

ㄴ. 정자 A는 성염색체가 없고, 난자 D는 감수 2분열에서 염색체 비분리가 일어나고 적록 색맹 유전자가 있으므로 성염색체가 X'X'이다. 따라서 정자 A와 난자 D가 수정되면 2n=44+X'X'인 영희가 태어날 수 있다.

오답탐기 ㄱ. 정자 A는 성염색체가 없는 정자이며, 난자 C는 성염색체 XX'가 모두 있는 난자이다. 따라서 이들이 수정되면 2n=44+XX'인 아이가 태어나며, 이 아이는 적록 색맹이 아니다. ㉡ ④

대단원
마무리

핵심 요약 노트

● 본책 96~97쪽

- ① DNA ② 대립 유전자 ③ 성염색체 ④ 간기 ⑤ 감수 분열 ⑥ 1회 ⑦ 2회 ⑧ $2n \rightarrow n$ ⑨ 우성 형질 ⑩ 분리의 법칙 ⑪ 3개 ⑫ 반성 유전 ⑬ Y 염색체 ⑭ 비분리 ⑮ 결실 ⑯ 중복 ⑰ DNA

대단원
마무리

단원 평가 문제

● 본책 98~103쪽

- 01 ⑤ 02 ④ 03 ④ 04 ③ 05 ② 06 ② 07 ①
08 ⑤ 09 ③ 10 ④ 11 ① 12 ② 13 ② 14 ①
15 ③ 16 ⑤ 17 ④ 18 ③ 19 ① 20 M기(분열기)
21 $n=23$, 염색 분체의 수 : 46개 22 원반형 : 구형 : 막
대형 = 9 : 6 : 1 23 해설 참조 24 A, C 25 해설 참조
26 (가) $n=22+X$ (나) 터너 증후군 27 역위, 중복, 결실

01

알짜풀이 ● ⑤ 체세포 분열 과정에서 염색체 수($2n$)가 변하지 않는다.

오답탐기 ● ① a는 DNA, b는 히스톤 단백질이다.

② 염색체인 A는 분열기에만 관찰할 수 있다.

③ 염색체의 기본 단위는 뉴클레오솜이다.

④ 염색 분체 ①, ④는 유전자 구성이 같다. ㉠ ⑤

02

알짜풀이 ● 나. 체세포 분열의 M기와 감수 2분열(M_2 기)에서는 염색 분체가 분리된다.

㉠. (가)와 (나)의 G_2 기 세포는 모두 S기에 DNA 복제를 거쳤으므로 DNA 양이 같다.

오답탐기 ● 가. 신경 세포의 핵상은 $2n$, 생식 세포의 핵상은 n 이다. ㉠ ④

03

알짜풀이 ● (가)는 체세포 분열, (나)는 감수 1분열, (다)는 감수 2분열 과정이다.

나. 교차는 감수 1분열 전기에 2가 염색체가 형성되었을 때 염색 분체의 일부가 교환되는 현상이다.

㉠. C에서 D가 될 때에는 염색 분체가 분리되므로 분열 전 세포와 분열 후 생성된 세포의 핵상이 n 으로 동일하다.

오답탐기 ● 가. 체세포 분열 결과 생장, 상처 부위의 재생이 일어난다. 감수 분열 결과 정자와 난자가 생성된다. ㉠ ④

04

알짜풀이 ● 가. (가)에서 상동 염색체가 2개씩 쌍을 이루어 4쌍(8개)이 있으므로 핵상은 $2n=8$ 이다.

나. (나)는 상동 염색체가 쌍을 이루지 않으므로 감수 1분열 결과 상동 염색체가 분리되어 생성된 세포이다.

오답탐기 ● ㉠. (나)는 감수 1분열 결과 생성된 딸세포이므로 (다)의 C 시기에만 관찰된다. ㉠ ③

우공비 BOX

조심조심

뉴클레오타이드는 DNA와 RNA 등 핵산의 기본 단위예요.

● 보충 설명 ●

• (나)의 자가 교배

생식 세포	Ab	aB
Ab	AAbb	AaBb
aB	AaBb	aaBB

• (가)와 (나)의 교배

(가) \ (나)	Ab	aB
AB	AABb	AaBB
Ab	AAbb	AaBb
aB	AaBb	aaBB
ab	Aabb	aaBb

쉽게쉽게

(가)는 체세포 분열, (나)는 감수 분열의 세포 주기예요.

쉽게쉽게

우성 유전자(A 또는 D)는 우성 유전자끼리 열성 유전자(a 또는 d)는 열성 유전자끼리 연관된 경우를 상인 연관이라고 해요.

05

알짜풀이 ● 나. (나)에서 열성인 ① 작은 키는 동형 접합이다.

오답탐기 ● 가. (가)에서 긴 털과 짧은 털 개체의 교배 결과 자손이 모두 짧은 털이므로 짧은 털이 우성, 긴 털이 열성이다.

㉠. (다)에서 노란 꽃 유전자를 R, 흰 꽃 유전자를 r라고 하면 ①의 유전자형은 Rr이다. 따라서 ①과 흰 꽃(rr)을 교배하면 ($Rr \times rr \rightarrow Rr, rr$) 흰 꽃이 나올 확률은 50%이다. ㉠ ②

06

알짜풀이 ● 나. F_1 에서 표현형이 붉은색 눈·혼적 날개, 자주색 눈·정상 날개인 초파리가 없으므로 유전자 P와 V, p와 v가 연관되어 생식 세포 형성 시 함께 행동한다.

오답탐기 ● 가. P와 v는 대립 유전자가 아니므로 상동 염색체의 같은 위치에 존재하지 않는다.

㉠. 붉은색 눈·정상 날개를 가진 F_1 중 유전자형이 PpVv인 개체를 검정 교배시키면 자손의 표현형의 비는 $P_V_ : ppvv = 1 : 1$ 로 나타난다. 따라서 붉은색 눈·정상 날개 : 자주색 눈·혼적 날개 = 1 : 1로 나온다. ㉠ ②

07

알짜풀이 ● 가. 유전자형이 AaBb인 개체 X에서 형성되는 생식 세포의 유전자형의 비를 통해 (가)는 독립, (나)는 연관(상반 연관)되어 있음을 알 수 있다.

○ **오답탐기** ● 나. (나)의 경우 X를 자가 교배하면 자손은 2AaBb, AAbb, aaBB가 되어 표현형은 3가지이다.

㉠. (가)와 (나)를 교배하면 자손의 표현형의 비는 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 2 : 1 : 1 : 0$ 이 나온다. ㉠ ①

08

○ **알짜풀이** ● 나. 자손의 표현형이 $B_D_ : B_dd : bbD_ : bbdd = 450 : 150 : 150 : 50 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로 B와 D는 독립 유전을 한다.

㉠. 자손의 표현형이 $A_D_ : A_dd : aaD_ : aadd = 400 : 200 : 200 : 0 = 2 : 1 : 1 : 0$ 이므로 A와 d, a와 D는 각각 연관되어 있다. 즉, a와 D는 같은 염색체에 있으므로 같은 생식 세포로 들어간다.

오답탐기 ● 가. 자손의 표현형이 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 450 : 150 : 150 : 50 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로 A와 B는 서로 다른 염색체에 존재한다. ㉠ ⑤

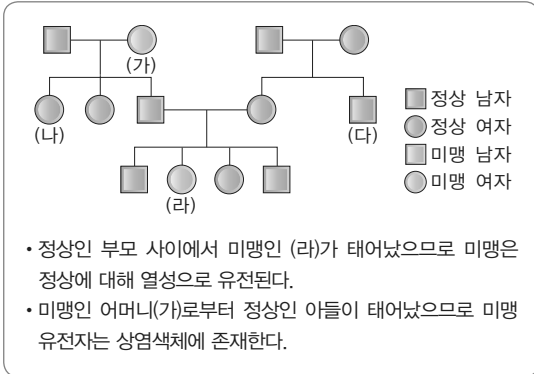
09

알짜풀이 ● 가. F_2 에서 꽃 색깔의 표현형의 분리비가 1 : 2 : 1로 나오므로 멘델의 분리의 법칙에 따라 $F_1(RW)$ 의 생식 세포 형성 시 붉은색 유전자 R와 흰색 유전자 W가 각각 분리되어 다른 생식 세포로 들어감을 알 수 있다.

㉠. 붉은색 꽃과 흰색 꽃을 교배하여 얻은 F_1 을 자가 교배한 결과 붉은색 꽃(RR) : 분홍색 꽃(RW) : 흰색 꽃(WW) = 1 : 2 : 1의 비율로 나타났다. 이때 붉은색 꽃과 흰색 꽃은 동형 접합이며, 분홍색 꽃은 이형 접합이다.

오답탐기 ● 나. 꽃 색깔과 씨 색깔은 서로 영향을 주지 않고 유전되므로 멘델의 독립의 법칙에 따른다. 즉, 꽃 색깔과 씨 색깔 유전자는 서로 다른 염색체에 존재한다. ㉠ ③

10 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ④ (다)는 정상이므로 유전자형이 동형 접합(TT) 또는 이형 접합(Tt) 모두 가능하다.

오답탐기 ● ①, ⑤ 정상인 부모 사이에서 미맹인 (라)가 태어났으므로 미맹은 열성 형질이다. (라)는 미맹(tt)이므로 미맹 유전자를 부모로부터 각각 하나씩 받은 것이고, (라)의 아버지는 (가)로부터 미맹 유전자 하나를 받은 것이다.

② 미맹 유전자가 Y 염색체에 있다면 남자에서만 나타나야 하고, X 염색체에 있다면 (가)의 아들은 반드시 미맹이어야 하기 때문에 미맹 유전은 상염색체에 의한 유전이다.

③ (가)로부터 t를 받아 유전자형이 Tt인 (나)와 미맹(tt) 남자 사이에 미맹(tt)인 자녀가 나올 확률은 50%이다. ㉡ ④

11

알짜풀이 ● ㄱ. 정상 부모 사이에서 유전병인 딸이 태어났으므로 이 유전병은 정상에 대해 열성이다.

오답탐기 ● ㄴ. 유전병인 어머니로부터 정상인 아들(A)이 태어나고 유전병인 딸의 아버지가 정상이므로, 이 유전병 유전자는 X염색체에 존재하지 않는다.

ㄷ. 유전병인 어머니에서 태어난 A의 유전자형은 이형 접합이다. ㉡ ①

12

알짜풀이 ● ㄴ. ㉠과 ㉡의 유전자형은 모두 C^*C^* 이므로 체세포 1개당 C^* 의 DNA 상대량이 2로 같다.

오답탐기 ● ㄱ. ㉠(CC)과 ㉡(CC^*)이 정상이므로 정상 유전자 C가 유전병 유전자 C^* 에 대해 우성이다.

ㄷ. ㉢의 부모는 유전자형이 모두 CC^* 이므로, 정상인 ㉢의 유전자형은 CC 또는 CC^* 이다. 그런데 ㉡과 ㉢ 사이에서 유전병을 가진 자녀가 나오기 위해서는 ㉢의 유전자형은 CC^* 이어야 하며, 그 확률은 $\frac{2}{3}$ 이다. 그리고 ㉢(CC^*)과 ㉡(C^*C^*) 사이에서 유전병(C^*C^*)을 가진 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이며, 또한 여자아이가 태어날 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 결국 ㉢과 ㉡ 사이에서 유전병을 가진 딸이 태어날 확률은 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ 이다. ㉡ ②

13

알짜풀이 ● 5와 6은 유전병을 가지는데, 7은 정상이므로 이 유전병 유전자는 정상 유전자에 대해 우성이다.

우공비 BOX

● 보충 설명

5, 6, 7에서 유전병을 결정하는 대립 유전자와 ABO식 혈액형 대립 유전자의 위치를 염색체 상에 나타내면 그림과 같아요.



● 쉽게쉽게

성염색체 비분리는 B에서 일어났으며, 정상 생식 세포도 생겨야 하므로 감수 2분열에서 비분리가 일어났어요.

● 보충 설명

열성 형질인 유전병 유전자가 X염색체에 존재한다면 유전병인 어머니(X^*X^*)에서 태어나는 아들(X^*Y)은 모두 유전병이어야 해요.

● 조심조심

DNA 상대량으로 동형 접합인지 이형 접합인지 확인할 수 있어요. 두 유전자의 DNA 상대량이 각각 1이면 이형 접합이고, 하나가 2이면 동형 접합이지요.

● 조심조심

A와 A^* 이 X 염색체에 있다면 유전병 남자인 ㉢의 유전자 A의 DNA 상대량이 2가 될 수 없어요.

㉠. 유전병 유전자를 N, 정상 유전자를 n이라고 하면, 7의 유전병에 대한 유전자형은 nn이고 O와 n이 연관되어 있다. 이 가계도에서 유전자 O는 모두 유전자 n과 연관되어 있다.

오답탐기 ● ㄱ. 5와 6은 유전병을 가지는데 7은 정상이므로 정상 유전자가 유전병 유전자에 대해 열성이다.

ㄷ. $5(B^N O^n)$ 와 $6(A^N O^n)$ 사이에서는 $A^N B^N$, $B^N O^n$, $A^N O^n$, $O^n O^n$ 가 태어날 수 있으나 8은 유전병이므로 O형이 될 수 없다. ㉡ ②

14 알짜풀이 ● ㄱ. 아들의 색맹 유전자는 어머니로부터 물려받으므로 (가)와 (나)는 색맹 유전자를 가지는 보인자이다.

오답탐기 ● ㄴ. (라)와 (마) 사이에서 태어난 아들이 색맹일 확률은 50%이다. ($XY \times XX' \rightarrow XX, XX', XY, X'Y$)

ㄷ. (바)의 색맹 유전자는 (나)에게서 물려받은 것이다. ㉡ ①

15

알짜풀이 ● ㄷ. 완두의 꽃 색깔은 단일 인자 유전, 사람의 체중은 다인자 유전이다.

오답탐기 ● ㄱ. 사람의 체중은 여러 쌍의 대립 유전자가 형질 결정에 관여하여 연속적인 변이를 나타내는 다인자 유전이다.

ㄴ. 완두의 꽃 색깔은 우열 관계가 분명하다. ㉡ ③

16

알짜풀이 ● ㄴ. C의 아버지는 정상이므로 C는 아버지로부터 정상 유전자를 가진 X 염색체를 물려받았다.

ㄷ. E는 정상 난자(X^*)가 염색체 비분리로 성염색체가 없는 정자와 수정한 결과이다.

오답탐기 ● ㄱ. B에서만 염색체 비분리가 일어났다. ㉡ ⑤

17

알짜풀이 ● ㄱ. (가)에서는 핵상이 $n+1$, $n-1$ 인 난자가 생성된다.

ㄷ. (나)에서 성염색체가 비분리되었다면 B로부터 생성되는 난자는 X 염색체가 2개이거나 성염색체가 없는 두 종류가 생성될 수 있다. 따라서 성염색체가 없는 난자와 정상 정자가 수정하면 터너 증후군($44+X$)이 나타날 수 있다.

오답탐기 ● ㄴ. (가)의 A로부터 생성된 난자는 모두 핵상이 $n+1$ 이다. (나)의 B로부터 생성되는 난자는 정상보다 염색체 수가 하나 많거나($n+1$), 적다($n-1$). ㉡ ④

18

알짜풀이 ● 정상인 ㉠과 ㉡에서 유전병을 갖는 ㉢이 태어났으므로 유전병은 정상에 대해 열성이다. 유전병이 열성이고 ㉢은 A를 가지고 있으므로 A는 유전병 유전자, A^* 는 정상 유전자이다. ㉠은 A를 가지고 있지 않으므로 ㉢이 가진 A는 ㉠으로부터 받은 것이다. 따라서 유전병에 대한 유전자형은 ㉠이 AA^* , ㉡이 A^*A^* , ㉢이 AA이다.

ㄷ. ㉢의 염색체 수는 정상이므로 A가 있는 상염색체 2개 모두 ㉠으로부터 받고 ㉡으로부터는 받지 않았다. A가 있는 상염색체를 2개 가진 정자가 생성되려면 정자 형성 과정에서 감수 2분열에서 비분리가 일어나야 한다.

오답탐기 ● ㄱ. A^* 는 상염색체에 있다.

ㄴ. A는 유전병 유전자, A^* 는 정상 유전자이다. ㉡ ③

19

알짜풀이 ● 나. (나)는 염색체의 일부가 끊어진 후 거꾸로 연결된 역위이다.

오답نب기 ● 가. (가)는 같은 부분이 반복되는 중복이고, 고양이 울음 증후군은 사람 5번 염색체의 결실로 나타난다.

다. (다)는 염색체의 일부가 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 붙은 전좌이다. 염색체 수의 변화는 없다. **답 ①**

20

알짜풀이 ● 세포가 분열하지 않을 때 핵 안에 실 모양으로 퍼져 있던 염색사가 세포가 분열하기 시작하면 응축하여 염색체가 된다. **답 M기(분열기)**

21

알짜풀이 ● 감수 1분열 말기에서 감수 2분열 후기까지의 세포는 핵상이 $n=23$ 이고, 두 가닥의 염색 분체로 이루어져 있다. **답 핵상 : $n=23$, 염색 분체의 수 : 46개**

22

알짜풀이 ● 순종 구형 개체(AAbb, aaBB)의 교배로 얻은 F_1 의 유전자형은 AaBb이다. F_1 (AaBb)을 자가 교배시키면 F_2 에서 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$ 이며, A_bb 와 $aaB_$ 는 구형이므로 원반형 : 구형 : 막대형 = 9 : 6 : 1이다. **답 원반형 : 구형 : 막대형 = 9 : 6 : 1**

23

모범답안 ● (나), (다), 순종의 대립 형질끼리 교배하였을 때 자손에서 어느 한 형질만 나타났기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 기호만 바르게 쓴 경우	40 %

24

알짜풀이 ● 정상인 부모 사이에서 유전병인 자녀가 태어난 경우 부모의 형질이 우성, 자녀의 형질이 열성이다. **답 A, C**

25

모범답안 ● AB, 아버지가 O형이므로 철수와 영희가 가지는 유전자 A와 B는 모두 어머니로부터 물려받은 것이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 어머니의 ABO식 혈액형의 유전자형만 바르게 쓴 경우	30 %

26

알짜풀이 ● 정자 ①은 감수 2분열 시 염색체 비분리가 일어나 성염색체가 없다. 따라서 정자 ①과 정상 난자($22+X$)가 수정하여 태어난 아이의 핵상은 $2n=44+X$ 로 터너 증후군을 나타낸다. **답 (가) $n=22+X$, (나) 터너 증후군**

27

알짜풀이 ● (나)의 A—C—B 부분에서 역위가 일어났고, C—D—E 부분에서 중복이 일어났으며, G 부분이 없어졌으므로 결실도 일어났다. **답 역위, 중복, 결실**

쉽게쉽게

동화 작용은 물질을 합성하는 반응이고, 이화 작용은 물질을 분해하는 반응이에요.

●보충 설명●

물질대사와 효소

물질대사에는 효소가 관여하며, 물질대사의 종류와 반응 단계에 따라 각기 다른 효소가 관여해요.

●보충 설명●

염색체 구조 이상

- 결실 : 염색체의 일부가 없어진 경우
- 역위 : 염색체의 일부가 끊어진 후 거꾸로 연결된 경우
- 중복 : 상동 염색체의 동일한 부분이 삽입되어 같은 부분이 반복되는 경우
- 전좌 : 염색체의 일부가 끊어진 후 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 연결된 경우

06

생명 활동과 에너지

13장 세포의 생명 활동과 에너지

개념 확인 문제

● 본책 107쪽

- 1 (1) ① 흡수 ② 방출 (2) 세포 호흡 2 ATP 3 (1) ○
(2) ○ (3) × (4) ○

{ 문제 다지기 }

● 본책 108~109쪽

- 기/본/문/제 01 ⑤ 02 ② 03 ③ 04 ⑤ 05 ④
06 ⑤ 07 ④
실/력/문/제 08 ① 09 ② 10 ③ 11 해설 참조
12 ④

01

알짜풀이 ● ⑤ 동화 작용을 통해 녹말, 지방, 단백질과 같은 고분자 물질이 합성된다.

오답نب기 ● ① 효소는 물질대사가 저온에서도 쉽게 일어나도록 촉진하는 생체 촉매이다.

② 동화 작용은 에너지를 흡수하는 흡열 반응, 이화 작용은 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

③ 생물체 내에서 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다.

④ 동화 작용은 에너지를 흡수하는 반응이므로 반응물보다 생성물의 에너지양이 많다. **답 ⑤**

02

알짜풀이 ● (가)는 저분자 물질로 고분자 물질을 합성하는 동화 작용, (나)는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용이다.

② 동화 작용은 에너지를 흡수하는 흡열 반응, 이화 작용은 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

오답نب기 ● ③ 유기 양분을 분해하는 세포 호흡은 이화 작용, 포도당을 합성하는 광합성은 동화 작용이다.

④ 동화 작용과 이화 작용 모두 효소의 촉매 작용을 받아 일어난다. **답 ②**

03

알짜풀이 ● ③ 세포 호흡으로 방출된 에너지의 약 40 %가 ATP에 저장되어 생명 활동에 이용된다.

오답نب기 ● ① 산소 호흡은 주로 미토콘드리아에서 일어나며 일부 과정은 세포질에서 일어난다.

② 세포 호흡으로 방출된 에너지의 약 60 %는 열에너지로 방출된다.

④ 산소 호흡은 유기 양분을 이산화 탄소와 물로 완전히 분해하고, 무산소 호흡은 유기 양분을 중간 단계까지 분해한다. 따라서 무산소 호흡보다 산소 호흡의 ATP 생성량이 더 많다.

⑤ 세포 호흡은 세포 내에서 영양소를 분해하여 세포의 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이다. ㉑ ③

04

알짜풀이 ● ⑤ 세포 호흡과 연소에서 반응물이 같으면 생성물도 같고 방출되는 에너지양도 같다.

오답نب기 ● ① 세포 호흡은 효소가 관여하므로 체온 범위의 낮은 온도에서도 쉽게 일어난다.

② 연소는 촉매가 관여하지 않으므로 400℃ 이상의 고온에서 반응이 일어난다.

③ 세포 호흡은 반응 단계가 여러 단계이므로 각 단계별로 에너지가 소량씩 분산되어 방출된다.

④ 세포 호흡은 물질대사 중 물질이 분해되는 이화 작용이지만, 연소는 생물체에서 일어나는 반응이 아니므로 물질대사가 아니다. ㉑ ⑤

05

알짜풀이 ● ④ 효모는 산소가 있으면 산소 호흡을 하지만, 산소가 없으면 포도당을 에탄올과 이산화 탄소로 분해하는 무산소 호흡(알코올 발효)을 통해 에너지를 얻는다.

오답نب기 ● ① 맹관부에 모인 기체는 효모의 무산소 호흡 결과 발생한 이산화 탄소이다.

② 효모의 무산소 호흡에 포도당이 사용되므로, 용액의 포도당 농도는 점차 감소한다.

③ 효모는 산소가 없으면 알코올 발효를 통해 포도당을 분해하여 에너지를 얻는다.

⑤ 숨마개는 산소를 차단하여 알코올 발효가 일어나도록 하기 위한 것이다. ㉑ ④

06

알짜풀이 ● ⑤ 폐포와 모세 혈관 사이의 기체 교환은 기체의 분압 차에 따른 확산에 의해 일어나므로, 에너지(ATP)가 소모되지 않는다.

오답نب기 ● ① ATP에 저장된 화학 에너지가 기계적 에너지로 전환되어 근육 수축에 이용된다.

② ATP에 저장된 화학 에너지가 빛에너지로 전환되어 반딧불이의 발광에 이용된다.

③ ATP에 저장된 화학 에너지가 화학 에너지 형태로 물질의 합성에 이용된다.

④ ATP에 저장된 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되어 전기뱀장어의 발전에 이용된다. ㉑ ⑤

07

알짜풀이 ● 에너지를 과잉 섭취하면 남은 에너지가 지방으로 전환되어 피하 등에 축적된다. 따라서 **영양 과다**가 지속되면 비만이 되고, 당뇨병과 동맥 경화의 발병 확률이 높아진다. ㉑ ④

08

알짜풀이 ● (가)는 에너지가 방출되는 발열 반응, (나)는 에너지가 흡수되는 흡열 반응이다.

ㄱ. 이화 작용은 에너지가 방출되는 발열 반응이다.

우공비 BOX

필수 자료

세포 호흡(산소 호흡)

- 장소 : 주로 미토콘드리아
- 반응물 : 포도당, 산소
- 생성물 : 이산화 탄소, 물

조심조심

물질대사는 생물체 내에서 일어나는 화학 반응을 말해요. 따라서 연소와 같이 생물체에서 일어나는 반응이 아닌 경우에는 물질대사나 이화 작용이라고 하면 안 돼요.

보충 설명

고에너지 인산 결합

ATP에 있는 인산과 인산 사이의 결합은 각각 7.3 kcal/몰의 에너지를 함유하고 있는데, 이는 일반 화학 결합이 가지는 에너지양보다 많아요. 따라서 이 결합을 고에너지 인산 결합이라고 해요.

용어 알기

영양 과다

음식물을 통한 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많을 때를 영양 과다라고 해요.

오답نب기 ● ㄴ. 단백질을 합성하는 동화 작용은 흡열 반응이므로 (나)에 해당한다.

ㄷ. 세포 호흡은 발열 반응이므로 (가)에 해당한다. ㉑ ①

09

알짜풀이 ● (가)는 반응이 한 번에 진행되므로 연소이고, (나)는 반응이 단계적으로 진행되므로 세포 호흡이다.

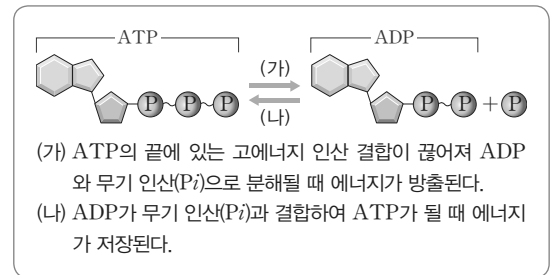
② 연소와 세포 호흡 모두 산소가 필요한 산화 반응이다.

오답نب기 ● ① 물질대사에 해당하는 것은 (나)이다.

③, ⑤ 연소와 세포 호흡에서 반응물이 같으면 생성물도 같고 방출되는 에너지양도 같다.

④ 포도당의 화학 에너지는 연소에서는 열에너지와 빛에너지로, 세포 호흡에서는 열에너지와 ATP의 화학 에너지로 전환된다. ㉑ ②

10 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄷ. ATP가 ADP와 무기 인산(Pi)으로 분해될 때 에너지가 방출되며, 이 에너지는 여러 형태의 에너지로 전환되어 다양한 생명 활동에 이용된다.

오답نب기 ● ㄱ. 미토콘드리아는 산소 호흡이 일어나는 장소로, ATP 생성 반응인 (나)가 활발하게 일어난다.

ㄴ. 근육이 수축할 때 ATP의 에너지가 소모되므로 (가)가 활발하게 일어난다. ㉑ ③

11

모범답안 ● 광합성을 통해 태양의 빛에너지가 포도당에 화학 에너지 형태로 저장되고, 세포 호흡을 통해 포도당이 분해될 때 방출된 에너지가 ATP에 화학 에너지 형태로 저장된다. ATP의 화학 에너지는 기계적 에너지로 전환되어 근육 수축에 이용된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 광합성, 세포 호흡, ATP 분해 과정에서의 에너지 전환 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	30 %

12

알짜풀이 ● ㄱ. 포도당이 세포 호흡에 의해 분해되면 H₂O와 CO₂(㉑)가 생성된다.

ㄷ. ATP가 분해될 때(㉒) 방출되는 에너지는 화학 에너지, 기계적 에너지, 전기 에너지, 빛에너지, 열에너지 등 다양한 형태의 에너지로 전환되어 생명 활동에 이용된다.

오답نب기 ● ㄴ. 세포 호흡 결과 방출된 열에너지(㉓)는 주로 체온 유지에 이용되고 물질대사에는 이용되지 못한다. ㉑ ④

14 ② 소화, 순환, 호흡, 배설과 에너지(1)

개념 확인 문제

● 본책 111쪽

- 1 (1) 포도당 (2) 아미노산 (3) 지방산, 모노글리세리드
 2 체순환(온몸 순환) 3 (1) ㉠ 분압 차 ㉡ 확산 (2) ㉠ 소화계 ㉡ 호흡계 ㉢ 순환계

문제 다지기

● 본책 112~113쪽

- 기본문제** 01 ⑤ 02 A : 지방 - 지방산과 모노글리세리드, B : 단백질 - 아미노산 03 ④ 04 A : 이산화탄소, B : 산소 05 ① 06 ⑤
실력문제 07 ④ 08 ① 09 해설 참조 10 ④ 11 ④

01

알짜풀이 ● A는 간, B는 췌장, C는 위, D는 이자, E는 소장이다.

⑤ 소장에서는 이자액과 췌장액에 의해 탄수화물, 단백질, 지방의 소화가 모두 일어난다.

오답نب기 ● ① 간에서 생성된 쓸개즙은 지방을 유화시켜 지방의 소화를 돕는다. 지방을 분해하는 라이페아스는 이자에서 분비된다.

② 췌장에서 분비된 췌장즙은 소화 효소가 없어 지방을 직접 분해하지 못한다.

③ 위에서는 위산이 분비되므로 침 속의 아밀레이스가 변성되어 녹말의 소화가 억제된다.

④ 이자에서는 지방의 소화 효소인 라이페아스를 소장으로 분비하며, 지방의 소화는 소장에서 일어난다. ㉠ ⑤

02

알짜풀이 ● A는 라이페아스에 의해 분해되므로 지방이다. B는 펩신, 트립신, 펩티데아스에 의해 분해되므로 단백질이다. ㉠ A : 지방 - 지방산과 모노글리세리드, B : 단백질 - 아미노산

03

알짜풀이 ● ④ 지용성인 비타민 A, D, E, K는 소장 용털의 암죽관으로 흡수되어 가슴 림프관을 통해 이동하지만, 수용성인 비타민 B군과 C는 소장 용털의 모세 혈관으로 흡수되어 간을 거쳐 이동한다.

오답نب기 ● ① ㉠은 소장 용털의 모세 혈관으로, 수용성 영양소가 흡수된다.

② 간은 호르몬의 영향을 받아 포도당을 글리코젠으로 합성하거나 글리코젠을 포도당으로 분해함으로써 혈당량 조절에 관여한다.

③ 소장에서 흡수된 포도당은 (가)를 통해 이동한 후 간을 거쳐 심장으로 이동한다.

⑤ 순환계는 소화계에서 흡수한 영양소를 온몸으로 운반한다. ㉠ ④

우공비 BOX

● 보충 설명

이산화탄소의 운반

모세 혈관으로 흡수된 CO₂의 약 93%는 적혈구로 들어가 70%는 탄산무수화 효소의 작용으로 탄산(H₂CO₃)을 형성한 후 탄산수소 이온(HCO₃⁻)으로 해리되어 혈장으로 나와 폐로 운반되고, 23%는 적혈구의 헤모글로빈에 결합하여 폐로 운반돼요. 나머지 7%는 혈장에 녹은 상태로 폐로 운반돼요.

● 쉽게 쉽게

노동 수송은 ATP를 사용하여 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 물질을 이동시키는 현상이에요. 폐포와 조직에서의 기체 교환은 분압 차에 의한 확산에 의해 일어나므로, ATP가 소모되지 않아요.

● 조심조심

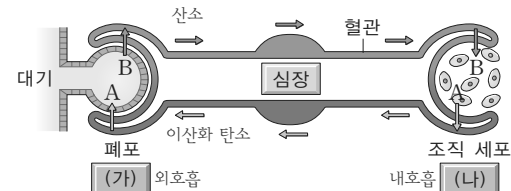
쓸개즙은 간에서 생성되어 췌장에 저장되어 있다가 소장으로 분비돼요. 쓸개즙에는 소화 효소가 없어 지방을 분해하지는 못하고, 지방을 유화시켜 라이페아스가 효과적으로 작용할 수 있도록 해요.

● 필수 자료

3대 영양소의 최종 소화 산물

- 탄수화물(녹말) : 포도당
- 단백질 : 아미노산
- 지방 : 지방산과 모노글리세리드

04 | 자료 분석하기 |



● 기체 교환의 원리 : 폐포와 조직에서 기체는 분압 차에 의한 확산에 의해 분압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다.

● 폐와 조직에서의 기체 교환

구분	기체 분압 크기 비교	이동 방향
산소	폐포 > 모세 혈관 > 조직 세포	폐포 → 모세 혈관 → 조직 세포
이산화탄소	조직 세포 > 모세 혈관 > 폐포	조직 세포 → 모세 혈관 → 폐포

○ 알짜풀이 ● 폐포 → 모세 혈관 → 조직 세포의 경로로 이동하는 것은 산소, 조직 세포 → 모세 혈관 → 폐포의 경로로 이동하는 것은 이산화탄소이다. ㉠ A : 이산화탄소, B : 산소

05

알짜풀이 ● ㉠. 산소(B)는 대부분 적혈구 속의 헤모글로빈에 결합하여 운반된다.

오답نب기 ● ㉡. (가)는 폐에서 일어나는 외호흡, (나)는 조직에서 일어나는 내호흡이다.

○ ㉢. 외호흡과 내호흡 모두 기체 교환은 분압 차에 의한 확산에 의해 일어난다. ㉠ ①

06

알짜풀이 ● ⑤ 심장에서 나온 동맥혈이 온몸을 순환한 후 정맥혈이 되어 다시 심장으로 들어오는 경로를 체순환이라고 한다.

오답نب기 ● ① 우심실의 박동으로 정맥혈이 폐동맥을 통해 폐로 이동하여 기체 교환을 한 후 동맥혈이 되어 폐정맥을 통해 좌심방으로 들어온다.

② 좌심실의 박동으로 동맥혈이 대동맥을 통해 온몸의 세포로 이동하여 기체 교환을 한 후 정맥혈이 되어 대정맥을 통해 우심방으로 들어온다.

③ 소화계에서 흡수한 영양소는 대부분 혈장에 녹아 조직 세포로 운반된다.

④ 이산화탄소의 대부분은 혈장에 의해 운반되고, 일부는 적혈구의 헤모글로빈과 결합하여 폐로 운반된다. ㉠ ⑤

07

알짜풀이 ● 최종 소화 산물로 보아 (가)는 녹말, (나)는 단백질, (다)는 지방이다. X는 지방의 소화에만 관여하므로 쓸개즙이고, Y는 영양소 (가)~(다)의 소화 모두 관여하므로 이자액이다.

④ 이자액에 포함된 라이페아스는 지방을 지방산과 모노글리세리드로 분해한다. 쓸개즙이 있을 때는 지방의 소화가 활발히 일어나고, 쓸개즙이 없으면 지방이 느리게 분해된다.

오답범기 ● ① X는 쥘개즙으로 간에서 생성되고, Y는 이자액으로 이자에서 생성된다.

② (가)는 녹말로 침과 이자액에 포함된 아밀레이스에 의해 엿당으로 분해된다. 장액에 포함된 말테이스는 엿당을 포도당으로 분해한다. 따라서 (가)에 장액만 첨가하면 포도당이 생성되지 않는다.

⑤ 탄수화물과 단백질은 4 kcal/g, 지방은 9 kcal/g의 열량을 낸다. **답 ④**

08

알짜풀이 ● ㄱ. A는 단백질로 소장에서 이자액과 장액에 의해 아미노산으로 최종 분해된다. 아미노산은 소장 용털의 모세 혈관으로 흡수된 후 간을 거쳐 심장으로 이동한다. (가)는 소장과 간을 연결하는 간문맥이다.

오답범기 ● ㄴ. B는 지방으로 쥘개즙의 유화 작용을 받아 이자액에 포함된 라이페이스에 의해 모노글리세리드와 지방산으로 분해된 후 소장 용털의 암죽관으로 흡수되어 (나), 즉 가슴 림프관으로 이동한다.

ㄷ. 아미노산은 수용성 영양소, 지방산과 모노글리세리드가 재합성된 지방은 지용성 영양소이다. **답 ①**

09

모범답안 ● 소장 내벽의 표면적을 증가시켜 영양소를 효율적으로 흡수할 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 표면적을 증가시킨다고만 설명한 경우	50 %
③ 영양소를 많이 흡수할 수 있다고만 설명한 경우	50 %

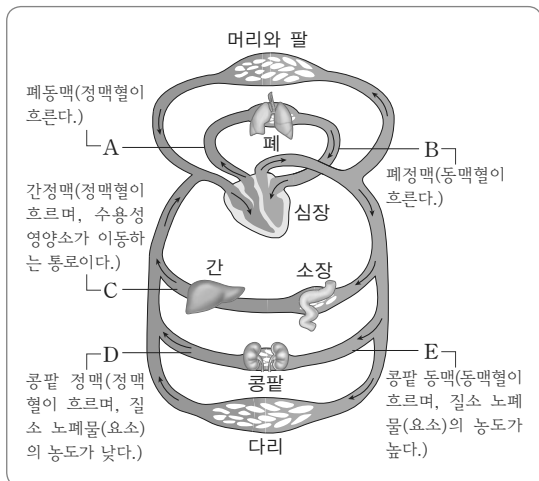
10

알짜풀이 ● ㄱ. 폐포를 지나는 동안 A는 분압이 증가하였으므로 산소, B는 분압이 감소하였으므로 이산화 탄소이다.

ㄷ. 정맥혈이 폐포를 지나는 동안 이산화 탄소가 방출되므로 혈장 속의 HCO_3^- 농도는 ㉠보다 ㉡에서 낮다.

오답범기 ● ㄴ. ㉠에는 산소 분압이 낮은 정맥혈, ㉡에는 산소 분압이 높은 동맥혈이 흐른다. **답 ④**

11 | 자료 분석하기 |



우공비 BOX

필수 자료

혈액 순환

- 폐순환 : 정맥혈이 폐를 지나면서 동맥혈로 바뀌어요.
우심실 → 폐동맥 → 폐 → 폐정맥 → 좌심방
- 체순환 : 동맥혈이 온몸의 조직 세포를 지나면서 정맥혈로 바뀌어요.
좌심실 → 대동맥 → 온몸 → 대정맥 → 우심방

조심조심

쥘개는 간에서 생성된 후 쥘개에 저장되었다가 십이지장으로 분비돼요. 쥘개즙은 지방의 소화를 돕지만 소화 효소는 없어요.

알짜풀이 ● ④ 소장에서 흡수된 영양소 중 수용성 영양소만 간문맥, 간, 간정맥(C)을 거쳐 심장으로 이동한다.

오답범기 ● ① 폐포에서 모세 혈관으로 산소가 확산되므로 폐동맥(A)에는 산소 분압이 낮은 정맥혈, 폐정맥(B)에는 산소 분압이 높은 동맥혈이 흐른다.

② 폐순환의 경로는 우심실, 폐동맥(A), 폐, 폐정맥(B), 좌심방 순이다. 공팔을 지나는 체순환의 경로는 좌심실, 대동맥, 공팔 동맥(E), 공팔, 공팔 정맥(D), 대정맥, 우심방 순이다.

③ 모세 혈관에서 폐포로 CO_2 가 확산되므로 CO_2 분압은 폐동맥(A)보다 폐정맥(B)에서 낮다.

⑤ 공팔에서 노폐물(요소)이 배설되므로 노폐물 농도는 공팔 동맥(E)보다 공팔 정맥(D)에서 낮다. **답 ④**

15 ㉡ 소화, 순환, 호흡, 배설과 에너지(2)

개념 확인 문제

● 본책 115쪽

- 1 이산화 탄소, 물 2 여과, 재흡수, 분비 3 여과
4 (1) ㉠ 에너지 ㉡ 배설계 (2) ㉠ 간 ㉡ 공팔

문제 다지기

● 본책 116~117쪽

- 기/본/문/제 01 ㉡ 02 ㉢ 03 ㉢ 04 순환계 05 ㉡
06 ㉡
실/력/문/제 07 ㉡ 08 ㉡ 09 ㉠ 10 ㉡

01

알짜풀이 ● (가)는 탄수화물이고, (나)는 지방, (다)는 단백질이다.

② 암모니아는 독성이 강해 간에서 독성이 약한 요소(㉠)로 전환된 후 공팔으로 운반되어 오줌을 통해 몸 밖으로 배출된다.

오답범기 ● ① 요소(㉠)는 질소(N)가 포함된 질소 노폐물이다.

③ 탄수화물과 지방은 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 구성되어 있다.

⑤ 탄수화물, 지방, 단백질이 세포 호흡에 이용되면 공통적으로 이산화 탄소와 물이 노폐물로 생성된다. **답 ②**

02

알짜풀이 ● 배설계는 공팔, 오줌관, 방광, 요도로 구성된다.

ㄴ. 세포 호흡 결과 생성된 물 중 여분의 물은 폐로 운반되어 날숨을 통해 배출되거나, 공팔으로 운반되어 오줌을 통해 배출된다.

ㄷ. 단백질의 분해 산물인 질소 노폐물(암모니아)은 간에서 요소로 전환된 후 공팔으로 운반되어 오줌을 통해 배출된다.

오답범기 ● ㄱ. 대변은 소화·흡수되지 않은 음식물 찌꺼기로, 소화계에 해당하는 대장을 거쳐 몸 밖으로 배출된다.

ㄹ. 세포 호흡 결과 생성된 이산화 탄소는 호흡계를 통해 배출된다. **답 ③**

03

알짜풀이 ● ③ 포도당은 사구체에서 여과된 후 세뇨관을 지나갈 때 모세 혈관으로 100% 재흡수되므로, 오줌에서 발견되지 않는다.

오답넘기 ● ① 요소는 사구체에서 보먼주머니로 여과된 후 세뇨관을 지나는 동안 50% 정도 재흡수된다.

②, ⑤ 혈구, 단백질과 같은 고분자 물질은 사구체에서 여과되지 않는다.

④ 사구체에서 혈장 성분의 여과는 압력 차에 의해 일어나므로 에너지(ATP)가 소모되지 않는다. **답 ③**

04

알짜풀이 ● 세포 호흡에 필요한 영양소의 획득은 소화계와 순환계의 상호 작용으로, 산소의 획득은 호흡계와 순환계의 상호 작용으로 일어난다. 세포 호흡 결과 생성된 노폐물의 배설은 순환계와 배설계의 상호 작용으로 일어난다. 순환계는 소화계, 호흡계, 배설계를 연결하는 중요한 역할을 한다.

답 순환계

05

알짜풀이 ● A는 호흡계, B는 순환계, C는 소화계, D는 배설계이다.

⑤ 단백질의 분해 결과 생성된 요소는 순환계를 통해 배설계로 운반되어 오줌을 통해 몸 밖으로 배출된다. 폐를 통해서 물과 이산화 탄소가 배출된다.

오답넘기 ● ① 소화계를 통해 흡수된 영양소와 호흡계를 통해 흡수된 산소는 순환계를 통해 조직 세포로 운반된다.

③ 소화계에서 고분자 영양소가 저분자 영양소로 분해되어 몸속으로 흡수된다.

④ 세포 호흡 결과 발생한 물과 질소 노폐물(요소)은 순환계를 통해 배설계로 운반되어 몸 밖으로 배출된다. **답 ⑤**

06

알짜풀이 ● (가)는 소화계, (나)는 호흡계, (다)는 배설계이다.

ㄱ. 소화계에서 일어나는 영양소의 소화는 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용이다.

ㄷ. 배설계는 콩팥, 오줌관, 방광, 요도로 구성된다.

오답넘기 ● ㄴ. 영양소와 노폐물의 운반에 관여하는 기관계는 순환계이다. **답 ④**

07

알짜풀이 ● ④ ○는 아미노산, ■는 암모니아, ▲는 요소이다.

오답넘기 ● ① (가)는 단백질의 최종 소화 산물인 아미노산으로 수용성 영양소이다.

② 아미노산은 아미노기가 제거된 후 세포 호흡에 이용된다.

③ 소장에서 흡수된 아미노산은 간으로 이동하여 일부는 혈장 단백질의 합성에 이용된다. 단백질은 여러 개의 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결되어 합성된다.

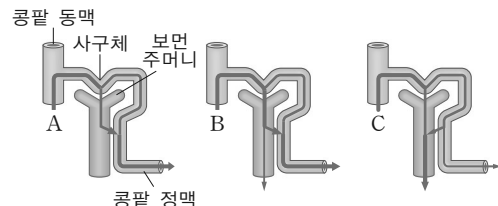
⑤ 순환계는 영양소와 노폐물 등 물질을 운반한다. 심장은 혈액 순환의 원동력을 제공한다. **답 ④**

우공비 BOX

●보충 설명●

세뇨관에서 모세 혈관으로 재흡수되는 물질은 포도당, 아미노산, 물, 무기 염류, 요소 등이고, 이때 포도당과 아미노산은 100% 재흡수돼요.

08 | 자료 분석하기 |



- A : 여과 후 모두 재흡수되므로 배설량은 0이다. 예 포도당, 아미노산
- B : 여과 후 일부 재흡수되므로 배설량은 '여과량 - 재흡수량'이다. 예 물, 무기 염류, 요소
- C : 여과 후 일부 분비되므로 배설량은 '여과량 + 분비량'이다. 예 크레아틴

알짜풀이 ● ㄴ. B는 여과된 후 일부가 재흡수되므로 '배설량 = 여과량 - 재흡수량'이다.

오답넘기 ● ㄱ. 단백질과 같이 크기가 큰 물질은 사구체에서 보먼주머니로 여과되지 않는다.

ㄷ. C는 여과된 후 분비가 일어나므로 원뇨보다 오줌에서 그 양이 더 많다. **답 ②**

09

알짜풀이 ● ① ㉠이 세포 호흡에 이용되었을 때 암모니아가 생성되지 않았으므로 ㉠은 아미노산이 아니다.

오답넘기 ● ② ㉠은 수용성 영양소이므로 소장 용털의 모세 혈관으로 흡수되어 간을 통해 심장으로 이동한다.

③ ㉠이 세포 호흡에 이용되었을 때 CO_2 와 H_2O 로 완전 분해되었으므로 산소 호흡이 일어났음을 알 수 있다. 따라서 폐를 통해 흡수된 ㉠은 산소이다.

④ 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 확산된 후 폐정맥을 통해 좌심방으로 이동한다.

⑤ 세포 호흡 결과 영양소에 저장된 화학 에너지의 일부는 열에너지로 방출되고 나머지는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장된다. **답 ①**

10

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 소화계로, 영양소의 소화와 흡수를 담당한다.

ㄴ. (나)는 호흡계로, O_2 와 CO_2 의 기체 교환을 담당한다.

ㄷ. (다)는 배설계로, 요소와 여분의 물 등의 노폐물을 체외로 배출하는 일을 담당한다. **답 ⑤**

●필수 자료●

3대 영양소의 세포 호흡 결과 생성되는 물질

- 탄수화물 : 물, 이산화 탄소
- 단백질 : 물, 이산화 탄소, 암모니아
- 지방 : 물, 이산화 탄소

●쉽게쉽게●

○는 간에서 단백질 합성에 이용되고, 세포에서 ○의 분해 결과 생성된 물질(■)이 간에서 다른 물질(▲)로 전환된 후 콩팥으로 운반되어 몸 밖으로 배출되므로, 아미노산이라는 것을 알 수 있어요.

●쉽게쉽게●

(가)는 영양소를 흡수하므로 소화계이고, (다)는 산소를 흡수하고 이산화 탄소를 방출하므로 호흡계라는 것을 알 수 있어요. (나)는 심장을 포함하고 있으므로 순환계이고, (라)는 오줌을 생성하여 배출하므로 배설계입니다.

우공비

비법 특강

●본책 119쪽

1 ② 2 ③ 3 ② 4 ③

1

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

ㄴ. 호흡계에서 흡수한 산소(O_2)는 순환계를 통해 조직 세포로 운반되어 세포 호흡에 이용된다.

오답범기 ● ㄱ. 소화계는 영양소를 소화·흡수하는 기능을 한다.

ㄷ. 세포 호흡 결과 생긴 이산화 탄소(CO_2)는 폐로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다. **답 ②**

2

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

ㄴ. 순환계는 소화계, 호흡계, 배설계를 연결하여 각 기관계가 고유의 기능을 수행하면서 서로 협력할 수 있도록 한다.

ㄷ. 호흡계는 폐, 기관, 기관지 등으로 구성된다.

오답범기 ● ㄱ. 소화계에서 흡수된 영양소가 세포 호흡에 이용된다.

ㄴ. 세포 호흡 시 생성된 물질 중 이산화 탄소는 호흡계를 통해 배출된다. **답 ③**

3

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

ㄴ. 호흡계에서 흡수한 산소(O_2)는 순환계를 통해 조직 세포로 운반되어 세포 호흡에 이용된다.

오답범기 ● ㄱ. 소화계를 통해 흡수된 영양소 중 수용성 영양소만 간을 거쳐 심장으로 이동한다.

ㄷ. 요소를 합성하는 기관인 간은 소화계에 속한다. **답 ②**

4

알짜풀이 ● A는 영양소, B는 이산화 탄소이다.

③ 이산화 탄소는 폐로 운반되어 날숨을 통해 몸 밖으로 배출된다.

오답범기 ● ① 지용성 영양소는 소장 용질의 암죽관으로 흡수되어 림프관, 가슴 림프관, 빗장밑 정맥을 거쳐 심장으로 이동한다.

② 이산화 탄소는 적혈구 속에서 탄산무수화 효소에 의해 탄산(H_2CO_3)을 형성한 후 탄산수소 이온(HCO_3^-)으로 해리된 다음 혈장으로 확산되어 폐로 운반된다.

④ 심장은 혈액 순환의 원동력을 제공한다.

⑤ 순환계는 소화계, 호흡계, 배설계를 연결하여 생명 활동이 원활하게 일어나도록 한다. **답 ③**

수능 문제

실력 굳히기

● 본책 120~123쪽

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

01

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 단백질 분해 과정으로 이화 작용이고, (나)는 DNA 합성 과정으로 동화 작용이다.

ㄴ. 이화 작용은 에너지가 방출되는 발열 반응이고, 동화 작용은 에너지가 흡수되는 흡열 반응이다.

ㄷ. 물질대사는 효소의 촉매 작용에 의해 일어난다. **답 ⑤**

우공비 BOX

● 필수 자료

ATP의 생성과 분해

• ATP의 생성 : ADP와 무기 인산(P_i)이 결합하여 ATP가 되면서 에너지를 저장해요.

• ATP의 분해 : ATP가 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해될 때 7.3 kcal/mol의 고에너지가 방출돼요.

쉽게쉽게

숨마개로 입구를 막아 발효관 안으로 산소가 유입되는 것을 차단하였으므로, 효모는 무산소 호흡(알코올 발효)을 해요. 따라서 기체가 발생한 발효관의 숨마개를 빼고 냄새를 맡아보면 알코올 냄새가 난답니다.

보충 설명

단백질에는 질소가 포함되어 있으므로 분해 결과 암모니아가 생성되는데, 암모니아는 독성이 매우 강하므로 간에서 독성이 약한 요소로 전환된 후 콩팥을 통해 배설돼요.

조심조심

효모는 산소가 있는 환경에서는 산소 호흡을 하여 에너지를 생성하고, 산소가 없는 환경에서는 무산소 호흡(알코올 발효)을 하여 에너지를 생성해요. 효모의 무산소 호흡 결과 에너지가 많은 중간 산물(에탄올)이 생성되기 때문에 ATP 생성량이 적어요.

02

알짜풀이 ● ㄱ. ①은 산소(O_2), ⑥은 이산화 탄소(CO_2)이다.

ㄷ. ①은 ATP 분해 과정, ⑥은 ATP 생성 과정이다. 미토콘드리아에서는 세포 호흡을 통해 ATP가 생성된다.

오답범기 ● ㄴ. 세포 호흡 결과 방출된 에너지의 일부만 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다. **답 ④**

03

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 고분자 물질인 녹말이 저분자 물질인 포도당으로 분해되는 이화 작용으로 발열 반응이다.

ㄴ, ㄷ. 세포 호흡에 필요한 O_2 (①)은 호흡계에 의해 공급되고, 세포 호흡 결과 생성된 CO_2 (⑥)은 호흡계를 통해 배출된다. **답 ⑤**

04

알짜풀이 ● 효모는 산소가 없을 때 알코올 발효를 하여 에탄올과 이산화 탄소, 에너지를 생성한다.

⑤ KOH는 이산화 탄소를 흡수하므로, C에 KOH 수용액을 넣으면 맹관부에 모인 기체가 감소하여 수면이 높아진다.

오답범기 ● ①, ③ 발효관 B, C의 숨마개를 빼면 알코올 냄새가 나며, 맹관부에 모인 기체는 이산화 탄소이다.

② 맹관부에 모인 기체의 부피는 C가 B보다 많으므로, 포도당 용액의 농도는 Y가 X보다 높다.

④ ① 시점에 B는 포도당이 모두 소모되어 더 이상 기체가 발생하지 않는 상태이다. 따라서 포도당 용액을 공급하면 발효를 통해 기체가 발생할 것이다. **답 ⑤**

05

알짜풀이 ● (가)는 세포 호흡, (나)는 연소이다.

④ 세포 호흡은 여러 단계를 거치는 반응이므로, 반응이 한 번에 일어나는 연소보다 반응 속도가 느리다.

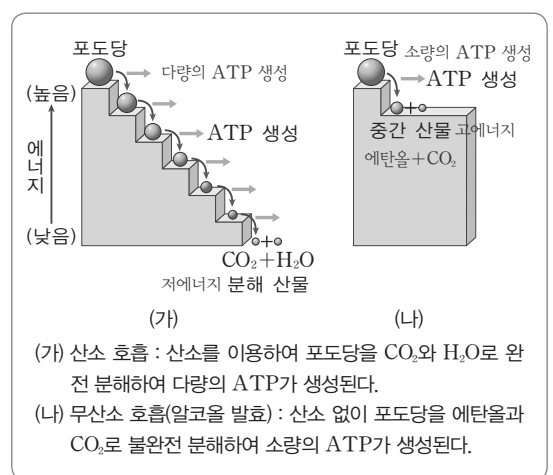
오답범기 ● ① 연소는 물질대사가 아니다.

② 세포 호흡에서는 ATP가 생성되지만, 연소에서는 포도당의 분해 결과 열에너지와 빛에너지가 방출된다.

③ 연소에는 효소가 필요하지 않다.

⑤ 이론적으로 세포 호흡과 연소에서 같은 양의 포도당이 분해될 때 생성되는 에너지량은 같다. **답 ④**

06 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● (가)는 산소 호흡, (나)는 무산소 호흡이다.

ㄴ. (가)의 결과 CO_2 와 H_2O 이 생성되고, (나)의 결과 중간 산물인 에탄올과 CO_2 가 생성된다.

ㄷ. (가)는 포도당이 CO_2 와 H_2O 로 완전 분해되지만, (나)는 포도당이 불완전 분해되기 때문에 에너지 생성량은 (나)가 (가)보다 적다.

오답탐기 ● ㄱ. 산소 호흡과 무산소 호흡 모두 에너지가 방출되는 이화 작용이다. ㉮ ④

07

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 빛에너지를 이용하여 CO_2 와 H_2O 로부터 포도당을 합성하는 광합성이고, (나)는 포도당을 CO_2 와 H_2O 로 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡이다.

ㄴ. 생명 활동에 직접 이용되는 에너지원은 ATP이고, ATP에 저장된 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.

ㄷ. 반딧불이는 ATP의 화학 에너지를 빛에너지로 전환시킬 수 있다. ㉮ ⑤

08

알짜풀이 ● ㄱ. (가), (나)에서 모두 연령이 증가할수록 에너지 소모량이 감소한다.

ㄴ. A 지역과 B 지역 주민의 에너지 섭취량이 같은데, A 지역보다 B 지역 주민의 에너지 소모량이 적으므로, A 지역보다 B 지역 주민에서 비만 발생 가능성이 높다.

오답탐기 ● ㄷ. 비만인 사람이 정상인보다 대체로 에너지 소모량이 적다. ㉮ ③

09

알짜풀이 ● 지방 소화에 관여하는 물질은 쓸개즙과 이자액인데, 지방 소화 효소는 이자액에 들어 있다. C의 경우 지방산 생성량이 0이므로 ㉠이 쓸개즙이고, ㉡이 이자액을 알 수 있다.

ㄷ. 지방의 소화는 쓸개즙과 라이페이스가 함께 작용할 때 효율적으로 일어나므로, t_1 일 때 지방 분해 속도는 B보다 D에서 빠르다.

오답탐기 ● ㄱ, ㄴ. ㉠은 쓸개즙으로 간에서 생성되며 지방을 유화시킨다. ㉡은 이자액으로 지방을 분해하는 라이페이스를 포함하고 있다. ㉮ ③

10

알짜풀이 ● A는 간정맥, B는 간문맥, C는 간동맥이다.

① 식사 후에 혈당량이 높아지면 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 작용이 촉진되어 혈당량이 낮아지므로, 간문맥보다 간정맥의 혈당량이 낮다.

오답탐기 ● ② 간동맥은 간으로 들어가는 동맥으로, 간에 영양소와 산소를 공급한다.

③, ④ 간에서 요소가 합성되므로 간동맥보다 간정맥의 요소 농도가 더 높다. 간에서 합성된 요소는 공팔을 통해 배설된다.

⑤ (나)는 알코올 분해 반응으로, 이화 작용이며 발열 반응이다. ㉮ ①

11

알짜풀이 ● ㄱ. 세포 호흡으로 방출된 에너지 중 열에너지를 제외한 나머지(㉠)는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장된다.

유공비 BOX

필수 자료

에너지의 전환과 이용

ATP에서 방출된 에너지는 기계적 에너지, 화학 에너지, 열에너지, 빛에너지 등으로 전환되어 여러 생명 활동에 이용돼요.

- 기계적 에너지 → 근육 운동
- 화학 에너지 → 물질 합성
- 열에너지 → 체온 유지
- 빛에너지 → 발광

필수 자료

X의 '배설량 = 여과량 + 분비량'이므로, '분비량 = 배설량 - 여과량'이에요.

쉽게쉽게

쓸개즙에는 소화 효소가 없어요. 따라서 ㉠만 넣은 시험관 C에서 지방산 생성량이 0이라는 것을 통해 ㉠이 쓸개즙이라는 것을 알 수 있어요.

ㄷ. (가)의 분해 결과 암모니아(NH_3)가 생성되므로, (가)는 단백질 또는 아미노산이고, B는 요소로서 모두 질소를 포함하고 있다.

오답탐기 ● ㄴ. A는 CO_2 로서 호흡계를 통해 체외로 배출된다. ㉮ ④

12

알짜풀이 ● ㄱ. 단백질은 질소(N)를 포함하므로, 단백질이 분해되면 질소 노폐물인 암모니아가 생성된다.

ㄷ. 지방은 이자에서 분비되는 라이페이스에 의해 지방산과 모노글리세리드로 분해된다.

오답탐기 ● ㄴ. 독성이 강한 암모니아가 독성이 약한 요소로 전환되는 과정은 간에서 일어난다. ㉮ ④

13

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 사구체의 혈장 성분이 보먼주머니로 여과되는 과정이다. 혈구, 분자의 크기가 큰 단백질은 혈관 벽을 통과하지 못하므로 여과되지 않는다.

ㄷ. 포도당은 세뇨관을 지나는 동안 100% 재흡수되므로 오줌에서 검출되지 않는다.

오답탐기 ● ㄴ. 요소는 물보다 재흡수율이 낮기 때문에 지점 A보다 B에서 요소 농도가 높다. ㉮ ③

14

알짜풀이 ● ㄴ. X는 재흡수율이 0이고, 배설량이 여과량보다 많으므로, 여과와 분비가 일어나는 물질이다. C_2 일 때 X는 재흡수가 되지 않고 분비는 되므로 원뇨보다 오줌 속에 더 많은 양이 들어 있다. 또 원뇨에서 오줌이 될 때 물이 99% 정도 재흡수되므로 X는 더욱 농축된다. 따라서 X의 농도는 원뇨에서보다 오줌에서 높다.

오답탐기 ● ㄱ. C_1 일 때 X의 배설량은 약 1, 여과량은 약 0.2이므로, 분비량은 약 0.8이다. C_3 일 때 X의 배설량은 약 2.8, 여과량은 약 1.8이므로, 분비량은 약 1이다. 따라서 C_1 일 때 $\frac{\text{분비량}}{\text{배설량}} = \frac{0.8}{1}$ 이고, C_3 일 때 $\frac{\text{분비량}}{\text{배설량}} = \frac{1}{2.8}$ 이다.

즉, C_1 일 때가 C_3 일 때보다 더 크다.

ㄷ. C_4 에서 Y는 배설량 = 분비량 = 0이므로 여과량 = 재흡수량이다. 혈액 1L에는 Y가 1g 들어 있고 하루 동안 여과되는 원뇨의 양은 170L이므로 하루 동안에 여과된 Y의 양 = 170g/일이다. 여과량과 재흡수량이 같으므로 하루 동안 재흡수된 Y의 양도 170g/일이다. ㉮ ②

15

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. (가)는 산소, (나)는 이산화 탄소, (다)는 포도당이다. 산소는 적혈구의 헤모글로빈에 의해 운반된다.

ㄷ. 세포 호흡 결과 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 방출된다. ㉮ ⑤

16

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. (가)는 O_2 (산소)를 흡수하고 CO_2 (이산화 탄소)를 배출하는 호흡계, (나)는 소화계, 호흡계, 배설계를 연결하는 순환계이다. ㉠은 조직 세포에서 순환계로 이동하므로 CO_2 , ㉡은 순환계에서 조직 세포로 이동하므로 O_2 이다.

ㄷ. 심장, 혈관 등은 순환계를 구성한다. ㉮ ⑤

16 장 자극의 전달

개념 확인 문제

● 본책 126쪽

- 1 뉴런 2 말미집 3 (1) 축삭돌기 (2) 가지돌기 (3) 신경 세포체 4 (1) ㉠ ㉡ ㉢ 안 (2) ㉠ Na^+ ㉣ 안 ㉤ 탈분극 5 ㉠ 전도 ㉣ 전달

문제 다지기

● 본책 127~129쪽

- 기/본 문제 01 ㉢ 02 ㉢ 03 ㉡ 04 ㉤ 05 ㉢
06 C, E
실/력/문/제 07 ㉢ 08 해설 참조 09 ㉡ 10 ㉡
11 ㉢ 12 ㉣ 13 ㉡ 14 해설 참조 15 ㉣ 16 ㉠

01

알짜풀이 ● ㉢ 말미집 신경에서 축삭돌기 곳곳에 말미집이 없어 축삭이 노출된 부분을 랑비에 결절이라고 한다.

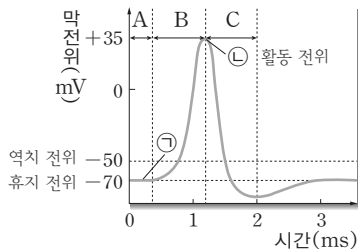
오답نب기 ● ㉠ 신경 세포체의 핵 속에 유전 물질이 들어 있다.
㉡ 말미집은 Na^+ 투과성이 거의 없어 절연체 역할을 한다.
㉣ 축삭돌기 말단에는 시냅스 소포가 존재한다. ㉤ ㉢

02

알짜풀이 ● ㉢ A는 감각 뉴런, B는 연합 뉴런, C는 운동 뉴런이다. 운동 뉴런은 원심성 뉴런이다.

오답نب기 ● ㉡ B는 말미집이 없으므로 민말미집 신경이다.
㉣ 감각 뉴런은 감각 신경을, 연합 뉴런은 중추 신경을, 운동 뉴런은 운동 신경을 구성한다.
㉤ 흥분은 감각기 → 감각 뉴런(A) → 연합 뉴런(B) → 운동 뉴런(C) → 반응기 순으로 전달된다. ㉤ ㉢

03 | 유형 ㉡ 비법 |



STEP1 막전위 변화를 통해 구간 A, B, C를 분석한다.

A는 막전위가 -70mV (휴지 전위)이다. → 분극
B는 막전위가 $+35\text{mV}$ (활동 전위)로 상승한다. → 탈분극
C는 막전위가 하강한다. → 재분극

STEP2 구간 A~C에서의 이온 이동을 알아본다.

A에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 능동 수송된다. B에서는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 유입되고, C에서는 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 유출된다.

우공비 BOX

필수 자료

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프
ATP를 소모하면서 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 능동 수송하는 막 단백질에요.

용어 알기

말미집
슈반 세포의 세포막이 길게 늘어나 축삭을 겹겹이 감아서 형성된 것으로 절연체 역할을 하기 때문에 말미집 신경은 도약 전도가 가능해요.

쉽게쉽게

구심성 뉴런과 원심성 뉴런
• 구심성 뉴런 : 감각 뉴런은 말단부에서 중심부로 흥분을 전달하므로 구심성 뉴런이라고 해요.
• 원심성 뉴런 : 운동 뉴런은 중심부에서 말단부로 흥분을 전달하므로 원심성 뉴런이라고 해요.

조심조심

한 뉴런 내에서 흥분 전도는 양방향으로 일어나지만, 뉴런과 뉴런 사이의 흥분 전달은 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체 쪽으로만 일어나요.

알짜풀이 ● ㉡ A는 자극을 받기 전 세포 안이 음(-)전하, 세포 밖이 양(+)전하를 띠는 분극 상태이다. B는 역치 이상의 자극을 받아 Na^+ 이 유입되어 세포 안이 양(+)전하, 세포 밖이 음(-)전하를 띠는 탈분극 상태이다. C는 K^+ 이 유출되어 다시 세포 안이 음(-)전하, 세포 밖이 양(+)전하를 띠는 재분극 상태이다.

오답نب기 ● ㉠ ㉠은 휴지 전위, ㉣은 활동 전위이다.

㉢ 분극 상태(A)에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 이 세포 밖으로, K^+ 이 세포 안으로 능동 수송된다.
㉣ 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산되어 탈분극(B)이 일어난다.
㉤ 탈분극 후에는 Na^+ 통로는 닫히고 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되어 재분극(C)이 일어난다. ㉤ ㉡

04

알짜풀이 ● ㉤ **말미집** 신경은 말미집이 싸고 있지 않은 랑비에 결절에서만 활동 전위가 발생하는 도약 전도가 일어나기 때문에 민말미집 신경보다 흥분 전도 속도가 빠르다.

오답نب기 ● ㉠, ㉡, ㉢, ㉣ 역치 전위나 활동 전위의 크기, 축삭의 직경, ATP 생성량은 말미집 유무에 관계없이 뉴런의 종류에 따라 다르다. ㉤ ㉤

05

알짜풀이 ● ㉢ 신경 전달 물질(B)은 시냅스 틈에서 확산에 의해 이동하며, 이때 에너지(ATP)는 소모되지 않는다.

오답نب기 ● ㉠, ㉡ 축삭돌기 말단에는 신경 전달 물질(B)을 함유한 시냅스 소포(A)가 존재한다.
㉣ 신경 전달 물질(B)이 시냅스 후 뉴런에 도달하면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산되어 활동 전위가 발생한다.
㉤ 뉴런과 뉴런 사이의 흥분 전달은 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기에서 시냅스 후 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체 쪽으로 일어난다. ㉤ ㉢

06

알짜풀이 ● 한 뉴런 내에서 흥분은 양방향으로 전도되며, 시냅스에서 흥분은 축삭돌기 말단에서 다음 뉴런으로 전달된다. 말미집은 절연체 역할을 하므로 D와 F 지점에서는 활동 전위가 발생하지 않는다. ㉤ C, E

07

알짜풀이 ● ㉢ 말미집 신경은 뉴런의 축삭을 여러 개의 슈반 세포가 감싸고 있다.

오답نب기 ● ㉠ 근육(반응기)에 연결되어 있고, 축삭돌기가 길게 발달되어 있으므로 운동 뉴런임을 알 수 있다.
㉡, ㉤ 말미집 신경은 말미집(A)이 절연체 역할을 하므로 랑비에 결절마다 활동 전위가 발생하는 도약 전도를 하여 흥분 전도 속도가 빠르다.
㉣ 운동 뉴런은 중추 신경의 명령을 반응기로 전달한다. ㉤ ㉢

08

알짜풀이 ● 세포막은 선택적 투과성을 가지고 있어서 이온을 세포 안팎의 농도가 다르게 분포시킬 수 있다.

모범답안 ● 세포막에 존재하는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 능동 수송된다. 그 결과 Na^+ 은 세포 안보다 밖의 농도가 높고, K^+ 은 세포 밖보다 안의 농도가 높다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 분포 차이만 바르게 설명한 경우	50 %
③ 분포 차이가 나는 이유만 바르게 설명한 경우	50 %

09

알짜풀이 ● ② (나)는 막전위가 -70mV 이므로 분극 상태이다. 따라서 세포 안에 고농도로 존재하는 ㉠은 K^+ , 세포 밖에 고농도로 존재하는 ㉡은 Na^+ 이다. 구간 B와 C에서는 역치 이상의 자극을 받아 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산되어 활동 전위가 발생한다.

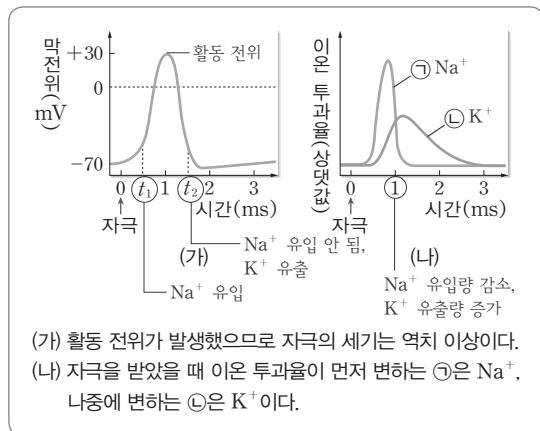
오답نب기 ● ① 분극 상태(A)에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ (㉡)이 세포 밖으로, K^+ (㉠)이 세포 안으로 능동 수송된다.

③ 탈분극 후에는 Na^+ (㉡) 통로는 닫히고 K^+ (㉠) 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되어 재분극(D)이 일어난다.

④ 구간 E에서 K^+ (㉠)이 다량 유출되면 휴지 전위 이하로 막전위가 내려가는 과분극이 일어날 수 있다.

⑤ 구간 F에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ (㉡)은 세포 밖으로, K^+ (㉠)은 세포 안으로 능동 수송되어 이온 분포가 원래 상태로 되돌아간다. **답 2**

10 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ② t_1 시기에 Na^+ 이 세포 안으로 확산되고 있으므로 Na^+ 농도는 세포 안보다 밖에서 높다.

오답نب기 ● ① 활동 전위가 발생했으므로 이 자극의 세기는 역치 이상이다.

③ t_2 시기에 K^+ 투과율이 자극을 받기 전보다 높으므로 K^+ 이 세포 밖으로 확산되고 있음을 알 수 있다.

④, ⑤ 역치 이상의 자극을 받으면 먼저 Na^+ (㉠) 투과율이 증가하여 Na^+ 이 세포 안으로 확산되면서 탈분극이 일어나고, 이어서 K^+ (㉡) 투과율이 증가하여 K^+ 이 세포 밖으로 확산되면서 재분극이 일어난다. **답 2**

우공비 BOX

필수 자료

흥분의 발생 과정과 에너지

- 분극 : Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 능동 수송돼요. \Rightarrow 에너지(ATP)가 소모돼요.
- 탈분극 : Na^+ 이 세포 안으로 확산돼요. \Rightarrow 에너지(ATP)가 소모되지 않아요.
- 재분극 : K^+ 이 세포 밖으로 확산돼요. \Rightarrow 에너지(ATP)가 소모되지 않아요.

보충 설명

실무율

뉴런은 역치 미만의 자극에서는 활동 전위가 발생하지 않고, 역치 이상의 자극에서는 자극의 세기에 관계없이 활동 전위의 크기가 일정한데, 이를 실무율(law of all-or-none)이라고 해요.

보충 설명

흥분 전도 속도

- 민말이집 신경보다 말이집 신경에서 흥분 전도 속도가 빨라요.
- 축삭의 지름이 클수록 흥분 전도 속도가 빨라요.

11

알짜풀이 ● ㄷ. 전갈 독소 처리 뉴런은 정상 뉴런보다 활동 전위가 발생하는 데 더 오랜 시간이 걸리므로 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산되는 것이 억제되었음을 알 수 있다. 또 재분극이 일어나는 데도 더 오랜 시간이 걸리므로 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되는 것도 억제되었음을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 재분극이 일어나면 흥분이 소멸하게 되는데 전갈 독소 처리 뉴런은 재분극이 일어나는 데 더 오랜 시간이 걸리므로 흥분이 정상보다 늦게 소멸됨을 알 수 있다.

ㄴ. 전갈 독소 처리 뉴런과 정상 뉴런의 활동 전위 크기는 같다. **답 3**

12

알짜풀이 ● ④ 뉴런은 역치 미만의 자극에서는 활동 전위가 발생하지 않고, 역치 이상의 자극에서는 자극의 세기에 관계없이 활동 전위의 크기(h)가 일정하다.

오답نب기 ● ① 뉴런 X는 감각기(피부)에 연결되어 있으므로 자극을 중추 신경으로 전달하는 감각 뉴런이다. 감각 뉴런은 중추와 몸의 말단을 연결하는 말초 신경계에 속한다.

② 자극 A를 주었을 때 활동 전위가 발생하지 않았으므로 A는 역치 미만의 자극이다.

③ 자극 B를 주었을 때 활동 전위가 발생했으므로 X의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비된다.

⑤ 역치 이상의 자극에서는 자극의 세기가 증가할 때 활동 전위의 발생 빈도가 증가한다. 활동 전위의 크기(h)는 자극의 세기와 관계없이 일정하다. **답 4**

13

알짜풀이 ● ㄴ. A는 B보다 축삭의 지름이 크지만 말이집이 없어 흥분 전도 속도가 느리다. 말이집이 절연체 역할을 하므로 말이집 신경은 랑비에 절절마다 도약 전도가 일어나 흥분 전도 속도가 빠르다.

오답نب기 ● ㄱ. 축삭 지름이 클수록 저항을 적게 받기 때문에 흥분 전도 속도가 빠르다. 활동 전위의 크기는 뉴런의 종류에 따라 일정한 값을 가진다.

ㄷ. A는 민말이집 신경이지만 말이집 신경인 D에 비해 축삭의 지름이 매우 크기 때문에 D보다 흥분 전도 속도가 빠르다. **답 2**

14

알짜풀이 ● 시냅스에서 흥분은 신경 전달 물질의 확산에 의해 전달된다.

모범답안 ● 흥분이 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에 도달하면 신경 전달 물질이 분비되어 시냅스 틈으로 확산된다. 신경 전달 물질이 시냅스 후 뉴런의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 Na^+ 이 세포 안으로 유입되어 탈분극이 일어나 흥분이 전달된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 신경 전달 물질이 분비된다고만 설명한 경우	30 %

15

알짜풀이 ● 나. 랭비에 결절(B)은 말미집으로 싸여 있지 않기 때문에 Na^+ 이 세포 안으로 확산되어 활동 전위를 일으킬 수 있다.

다. 축삭돌기 말단(C)에는 시냅스 소포가 있어 흥분이 전도되면 신경 전달 물질을 분비한다.

오답نب기 ● 가. 말미집은 Na^+ 투과성이 거의 없어 A에서는 Na^+ 이 세포 안으로 유입되지 못하므로 활동 전위가 발생하지 않는다. ㉠ ④

16

알짜풀이 ● ① B에 자극을 주었을 때 B에 활동 전위가 발생했으므로 주어진 자극의 세기는 역치 이상이다.

오답نب기 ● ② A에 자극을 주었을 때 B에도 활동 전위가 발생했으므로 A → B 방향으로 흥분이 전달되었음을 알 수 있다.

③ C에 자극을 주었을 때 A에도 활동 전위가 발생했으므로 C → A 방향으로 신경 전달 물질이 분비되어 흥분이 전달되었음을 알 수 있다.

④ C에 자극을 주면 흥분이 A, B로 전달되고, A에 자극을 주면 흥분이 B로만 전달되므로 뉴런의 연결 순서는 C-A-B 순임을 알 수 있다.

⑤ A에 자극을 주면 흥분이 B로 전달되지만 B에 자극을 주면 흥분이 A로 전달되지 않으므로 시냅스에서 흥분은 한 방향으로만 전달됨을 알 수 있다. ㉠ ①

17 강 근수축 운동

개념 확인 문제

● 본책 131쪽

1 ① 근육 원섬유 ㉠ 마이오신 ㉡ 액틴 필라멘트 ㉢ 근육 원섬유 마디 2 (1) ○ (2) × (3) ○

{ 문제 다지기 }

● 본책 132~133쪽

기본 문제 01 ② 02 ㉠ 액틴 필라멘트 ㉡ 마이오신
03 굽혔을 때 04 변화 없다 05 ③ 06 ㉠ 감소 ㉡ 불변 ㉢ 감소 07 ①

실력 문제 08 ⑤ 09 ① 10 해설 참조 11 ④
12 ⑤

01

알짜풀이 ● ② 골격근은 암대와 명대가 반복되어 가로무늬가 있는 가로무늬근이다.

오답نب기 ● ① 골격근의 단위 세포인 근육 섬유의 여러 개의 핵을 가진 다핵 세포이다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

말미집은 절연체 역할을 하므로 Na^+ 이 유입되지 않고, 말미집이 없는 랭비에 결절에서만 Na^+ 이 유입되어 탈분극이 일어나요.

● 보충 설명

이두박근과 삼두박근

뼈대에는 2개의 골격근이 쌍으로 붙어 있으며, 한쪽 근육이 수축하면 다른 쪽 근육은 이완해요. 팔다리를 굽힐 때 수축하는 근육을 이두박근, 펼 때 수축하는 근육을 삼두박근이라고 해요.

③ 골격근은 대뇌의 지배를 받기 때문에 의지대로 움직일 수 있는 수의근이다.

④ 골격근은 평행하게 배열된 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되어 있다.

⑤ 하나의 근육 섬유는 여러 가닥의 근육 원섬유로 구성되며, 근육 원섬유는 근수축의 기본 단위인 근육 원섬유 마디가 반복된다. ㉠ ②

02

알짜풀이 ● 근육 원섬유는 여러 가닥의 마이오신과 액틴 필라멘트로 구성되며, Z선을 기준으로 근육 원섬유 마디가 반복된다. ㉠ ㉠ 액틴 필라멘트 ㉡ 마이오신

03

알짜풀이 ● 근육 ㉠은 이두박근으로, 팔을 굽힐 때 수축하는 근육이다. ㉠ 굽혔을 때

04

알짜풀이 ● 근수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가므로, 액틴 필라멘트와 마이오신의 길이는 변하지 않는다. ㉠ 변화 없다

05

알짜풀이 ● ③ 근육 섬유가 운동 뉴런의 신호를 받아 탈분극되면 근육 원섬유 마디가 짧아져 근수축이 일어난다. 이때 마이오신의 길이는 변하지 않으므로 암대(A대)의 길이도 변하지 않는다.

오답نب기 ● ① 근육이 수축할 때 마이오신 머리가 액틴 필라멘트를 끌어당기는 과정에서 ATP가 사용된다.

② 근육이 수축할 때 암대(A대)의 길이는 변화 없고, 명대(I대)의 길이는 짧아진다.

④ 근육이 수축할 때 액틴 필라멘트와 마이오신의 길이는 변하지 않고 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부위가 늘어나 근육 원섬유 마디가 짧아진다.

⑤ 운동 뉴런의 말단에서 아세틸콜린이 분비되면 근육 섬유의 Na^+ 투과성이 증가하여 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생한다. ㉠ ③

06

알짜풀이 ● 근수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신의 길이는 변화 없고, 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부위가 늘어나 근육 원섬유 마디가 짧아진다. 따라서 암대(㉠)의 길이는 변화 없고, 명대(㉡)의 길이가 짧아져 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아진다. 근육 원섬유 마디는 Z선에서 Z선 사이이므로, 근육 원섬유 마디의 절반에 해당하는 ㉠의 길이도 짧아진다. ㉠ ㉠ 감소 ㉡ 불변 ㉢ 감소

07

알짜풀이 ● ① 격렬한 운동으로 근육에 산소가 부족해지면 포도당이 젖산으로 분해되는 젖산 발효가 일어난다. 근육에 젖산이 축적되면 근육이 붓거나 쥐가 나는 등 근육 피로를 일으킨다.

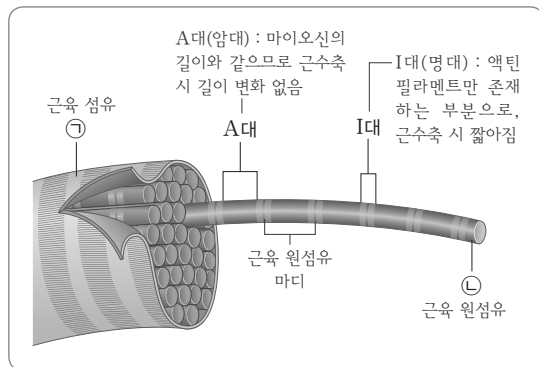
오답넘기 ● ② 근육에 저장된 ATP가 소모되면 근육 섬유에 들어 있는 크레아틴 인산이 크레아틴과 인산으로 분해되고, 인산은 ADP와 결합하여 ATP를 합성한다. 따라서 운동 중에는 크레아틴 인산의 양은 감소하고, 크레아틴의 양이 증가한다.

③ 근육에 산소가 부족하면 무산소 호흡인 젖산 발효를 통해 ATP를 생성한다. 또 크레아틴 인산을 분해하여 ATP를 합성하는 과정에도 산소가 사용되지 않는다.

④ 근수축 시 에너지를 직접 공급하는 물질은 ATP이다.

⑤ 근수축에 가장 먼저 사용되는 에너지는 근육 섬유에 저장되어 있던 ATP이다. **답 ①**

08 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ⑤ 근수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가므로 액틴 필라멘트만 존재하는 I대(명대)의 길이가 짧아진다.

오답넘기 ● ① ㉠(근육 섬유)은 1개의 세포로, 여러 개의 핵을 가진 다핵 세포이다.

② ㉡(근육 원섬유)은 근육 수축 방향과 평행하게 배열한다.

③ ㉢은 근육 섬유, ㉣은 근육 원섬유이다.

④ A대(암대)는 마이오신과 액틴 필라멘트가 함께 있어 어둡게 보인다. **답 ⑤**

09

알짜풀이 ● ㉠은 액틴 필라멘트, ㉡은 마이오신, ㉢은 근육 원섬유 마디이다.

① 근수축 시 ㉠이 ㉡ 쪽으로 미끄러져 들어간다.

오답넘기 ● ② 근수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신의 길이는 변하지 않는다.

③ ㉢은 Z선과 Z선 사이로, 근수축의 기본 단위인 근육 원섬유 마디이다.

④ 근수축 시 마이오신의 길이가 변하지 않으므로 A대(암대)의 길이도 변하지 않는다.

⑤ 근수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부위가 늘어나면서 H대와 I대(명대)의 길이가 짧아진다. **답 ①**

10

알짜풀이 ● 근육에 젖산이 축적되면 삼투에 의해 물이 흡수된다. 그 결과 근육이 부어 신경을 압박하므로 쥐가 나거나 통증을 일으킨다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

격렬한 운동을 하면 근육에 공급되는 산소가 부족해 포도당을 무산소 호흡으로 분해하여 ATP를 생성해요. 이 과정에서 부산물로 젖산이 생성되는데, 젖산이 많이 축적되면 근육이 피로해져요.

보충 설명

ATP 생성량

- 산소가 충분할 때 : 산소 호흡을 통해 포도당이 이산화 탄소와 물로 완전 분해되면서 다량의 ATP가 생성돼요.
- 산소가 부족할 때 : 무산소 호흡의 일종인 젖산 발효를 통해 포도당이 젖산으로 분해되면서 소량의 ATP가 생성돼요.

조심조심

근수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가므로, 서로 겹치는 부분이 늘어나요.

보충 설명

대뇌의 구분

- 해부학적 구분 : 좌뇌 반구, 우뇌 반구로 구분해요. 좌뇌와 우뇌는 각각 신체의 반대편을 지배해요.
- 기능에 따른 구분 : 대뇌 겉질을 감각령, 연합령, 운동령으로 구분해요.
- 위치에 따른 구분 : 대뇌 겉질을 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽으로 구분해요.

● **모범답안** ● 격렬한 운동으로 근육에 산소가 부족해지면 포도당이 젖산으로 분해되는 젖산 발효를 통해 근육에 필요한 ATP를 공급하게 된다. 그 결과 근육에 젖산이 축적되어 다리가 붓고 근육통이 발생하게 된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 젖산이 생성되기 때문이라고만 설명한 경우	30 %

11

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ, B보다 A의 근육 원섬유 마디의 길이가 짧으므로 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 더 많이 끌려 들어가 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐진 부위가 더 늘어났음을 알 수 있다.

오답넘기 ● ㄷ. 근육 원섬유 마디의 길이가 2.2~3.6 μm 일 때는 근육 원섬유 마디의 길이가 짧을수록 근육 수축 강도가 증가하나, 1.2~2.1 μm 일 때는 근육 원섬유 마디의 길이가 짧을수록 근육 수축 강도가 감소한다. **답 ④**

12

알짜풀이 ● ㄱ. (나)는 산소가 있을 때 일어나는 경로로 ㉠과 ㉡은 산소이다.

ㄴ. 근수축에 필요한 에너지를 직접 제공하는 물질인 ㉢은 ATP이다.

ㄷ. (가)는 산소 없이 ATP를 생성하는 무산소 호흡 경로이고, (나)는 산소를 이용하여 ATP를 생성하는 산소 호흡 경로이다. **답 ⑤**

18 ② 신경계

개념 확인 문제

● 본책 136쪽

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 ㉠ 체성 ㉡ 자율 3 (1) ㉠ 짧고 ㉡ 길다 (2) ㉠ 노르에피네프린 ㉡ 아세틸콜린 4 알츠하이머병

문제 다지기

● 본책 137~139쪽

기본문제 01 ① 02 ② 03 A → B → C → D → E 04 ⑤ 05 (가) 중추 신경계 (나) 말초 신경계 (다) 체성 신경계 (라) 자율 신경계 06 ④
실력문제 07 ③ 08 ⑤ 09 ③ 10 ⑤ 11 해설
참조 12 ③ 13 ④ 14 해설 참조 15 ④ 16 ④

01

알짜풀이 ● A는 대뇌, B는 간뇌, C는 중뇌, D는 소뇌, E는 연수이다.

● ① 대뇌 겉질은 기능에 따라 감각령, 연합령, 운동령으로 구분한다.

- 오답범기** ● ② 간뇌는 시상과 시상 하부로 구분된다. 시상 하부는 혈당량, 체온, 삼투압 조절의 중추이다.
- ③ 수의 운동의 중추는 대뇌이고, 소뇌는 수의 운동이 정확하게 일어날 수 있도록 조절한다.
- ④ 중뇌는 안구 운동과 동공 반사의 중추이다.
- ⑤ 연수는 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동을 조절하고, 호흡, 재채기, 침 분비의 반사 중추이다. 자율 신경의 최고 조절 중추는 간뇌의 시상 하부이다. **정답 ①**

02

- 알짜풀이** ● ② 재채기, 하품의 반사 중추는 연수이고, 무릎 반사의 중추는 척수이다.
- 오답범기** ● ① 척수는 연합 뉴런으로 이루어진 중추 신경계에 속한다.
- ③ 척수는 뇌와 척수 신경 사이에서 흥분을 중계한다.
- ④ 척수의 겹질은 축삭돌기가 모여 있어 밝은 색을 띠는 백색질이다.
- ⑤ 척수는 척추 마디마다 좌우로 한 쌍씩 신경 다발이 나와 온몸에 분포하며, 척수 신경은 총 31쌍이다. **정답 ②**

03

- 알짜풀이** ● 의식적인 반응은 대뇌가 중추가 되어 자극 → 감각기 → 감각 신경 → 대뇌 → 운동 신경 → 반응기 → 반응의 순으로 흥분이 전달된다. **정답 A → B → C → D → E**

04

- 알짜풀이** ● ⑤ (가)는 신경절 이전 뉴런이 길므로 부교감 신경, (나)는 신경절 이전 뉴런이 짧으므로 교감 신경이다.
- 오답범기** ● ① X와 Z는 아세틸콜린이다.
- ② X는 아세틸콜린, Y는 노르에피네프린(노르아드레날린)으로 동일 기관에 서로 반대 작용, 즉 길항 작용을 한다.
- ③ 교감 신경과 부교감 신경은 운동 신경이다.
- ④ (가)와 (나)는 중추와 반응기를 이어주는 말초 신경계에 속한다. **정답 ⑤**

05

- 알짜풀이** ● 사람의 신경계는 연합 뉴런으로 이루어진 중추 신경계와 감각 뉴런 및 운동 뉴런으로 이루어진 말초 신경계로 구분된다. 중추 신경계는 뇌와 척수로 구분되며, 말초 신경계는 기능에 따라 체성 신경계와 자율 신경계로 구분된다. 자율 신경계는 교감 신경과 부교감 신경으로 구성된다.
- 정답 (가) 중추 신경계 (나) 말초 신경계 (다) 체성 신경계 (라) 자율 신경계**

06

- 알짜풀이** ● ④ 척수는 뇌와 척수 신경의 흥분을 중계하므로 척수에 이상이 생기면 전신 마비나 하반신 마비와 같이 감각 기능과 운동 기능에 이상이 생기게 된다.
- 오답범기** ● ① 식물인간은 대뇌의 기능이 대부분 손상되어 감각, 수의 운동, 정신 작용이 거의 불가능하다. 그러나 뇌 줄기의 기능은 정상이므로 스스로 호흡을 할 수 있다.
- ② 파킨슨병은 뇌에서 도파민 분비가 부족하여 손발 떨림이나 자세 불균형 등의 증상을 보이는 중추 신경계 질환이다.

우공비 BOX

- **필수 자료** ●
- 신경계의 이상과 질환**
- 중추 신경계 이상 : 대뇌 기능의 저하로 알츠하이머병이, 신경 전달 물질 중 도파민의 분비 이상으로 파킨슨병이 나타나요.
 - 말초 신경계 이상 : 운동 신경이 파괴되어 루게릭병이 나타나요.

- ③ 루게릭병은 운동 신경이 점차 손상되어 운동 기능이 상실되고 호흡 운동마저 마비되는 말초 신경계 질환이다.
- ⑤ 알츠하이머병은 대뇌의 신경 세포가 파괴되어 기억 장애, 인지 기능 장애가 나타나는 중추 신경계 질환이다. **정답 ④**

07 | 자료 분석하기 |

(나) 언어 구사 청각 언어 이해 (다)

운동 겹질과 체감각 겹질에는 각각 신체의 부위별로 운동 명령을 내리는 신경 세포들과 감각 신호를 받아들이는 신경 세포들이 질서 있게 배열되어 있다.

- 알짜풀이** ● ㄱ. 운동 겹질과 체감각 겹질이 담당하는 신체 부위의 크기와 배열이 비슷하다.
- ㄴ. 질문을 듣고 의도에 맞는 대답을 하려면 청각 중추, 언어 이해 중추, 언어 구사 중추, 발성 기관의 운동 중추가 반응해야 하는데 이들은 좌반구에 존재한다.
- 오답범기** ● ㄷ. 대뇌 겹질에서 담당하는 신체 부위별 면적은 실제 신체 부위의 크기와 비례하지 않는다. **정답 ③**

08

- 알짜풀이** ● ㄱ. 대뇌 겹질은 부위에 따라 시각 중추, 청각 중추, 언어 중추 등 기능이 분업화되어 있다.
- ㄴ. 단어를 볼 때는 후두엽에 있는 시각 중추가, 단어를 들을 때는 측두엽에 있는 청각 중추가 반응한다.
- ㄷ. 단어를 보고 읽을 때와 단어를 보고 생각할 때는 언어 중추가 반응하는데, 언어 중추는 전두엽과 두정엽에 있다. **정답 ⑤**

09

- 알짜풀이** ● ㄱ. 식물인간 상태인 사람은 연수의 기능이 정상이므로 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동이 정상적으로 일어난다.
- ㄷ. 뇌사 상태인 사람은 중뇌가 손상되었으므로 안구 운동과 동공 반사가 정상적으로 일어날 수 없다.
- 오답범기** ● ㄴ. 식물인간 상태인 사람은 대뇌가 손상되었으므로 감각을 느낄 수 없고 수의 운동도 정상적으로 일어날 수 없다. **정답 ③**

10

- 알짜풀이** ● ㄱ. 시냅스 B에서 대뇌의 운동 명령이 운동 뉴런으로 전달되지 못하므로 손을 의지대로 움직일 수 없다.
- ㄴ. 시냅스 A에서 감각 뉴런의 자극 정보가 대뇌로 전달되지 못하므로 손등을 꼬집어도 아픔을 느낄 수 없다.
- ㄷ. 손등이 뜨거운 물체에 닿으면 척수의 연합 뉴런에 의해 재빨리 손을 움츠리는 척수 반사가 일어난다. **정답 ⑤**

쉽게 쉽게

교감 신경의 시냅스 이후 뉴런의 말단에서는 노르에피네프린이 분비되고, 부교감 신경의 시냅스 이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이 분비돼요.

● **보충 설명** ●

뇌사

뇌사는 임상적으로 뇌 활동이 회복 불가능하게 정지된 상태를 말해요. 뇌사 상태에서는 자발적인 호흡이 불가능하고 깊은 혼수상태에 빠지며, 동공 반사 등 기본적인 반사 활동이 일어나지 않아요.

11

알짜풀이 ● 무릎 반사, 뜨거운 물체나 뾰족한 물체에 닿았을 때 손과 발을 즉시 떼는 반사의 중추는 척수이다.

모범답안 ● 책상에 걸터앉아서 무릎 아래를 고무망치로 치자 다리가 저절로 올라갔다. 뜨거운 물체에 손이 닿자마자 손이 저절로 움츠러들었다. 뾰족한 것을 밟자마자 발이 저절로 들렸다. 중 하나

채점 기준	배점
① 무릎 반사, 회피 반사 등 척수 반사의 예 한 가지를 바르게 설명한 경우	100 %
② 척수 반사라고만 쓴 경우	30 %

12

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 뉴런 1개로 구성되어 있으므로 체성 신경이다. (나)와 (다)는 뉴런 2개가 신경절을 이루고 있으므로 자율 신경이다.

ㄴ. 골격근은 대뇌의 지배를 받는 수의근이므로 체성 신경이 연결된 반응기 A에 해당한다. 심장근은 대뇌의 지배를 받지 않는 불수의근이므로 자율 신경이 연결된 반응기 B에 해당한다.

오답نب기 ● ㄷ. 신경 전달 물질 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣은 아세틸콜린이고, 교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서 분비되는 ㉤은 노르에피네프린이다. ㉢ ㉣

13

알짜풀이 ● ④ 무서운 영화를 보고 놀랐을 때는 교감 신경이 활성화되므로 방광이 확장된다.

오답نب기 ● ① 교감 신경이 흥분하면 혈관이 수축하므로 혈압이 상승한다.

② 교감 신경은 심장 박동을 촉진하고 부교감 신경은 심장 박동을 억제하는 식으로 길항 작용을 한다.

③ 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서 아세틸콜린이 분비되면 호흡 운동이 억제된다.

⑤ 긴장을 하면 교감 신경이 활성화되므로 소화 운동이 억제된다. ㉢ ㉣

14

알짜풀이 ● 교감 신경은 소화를 억제하고 부교감 신경은 소화를 촉진한다.

모범답안 ● 달리기를 하면 교감 신경이 활성화되어 소화 운동과 소화액 분비가 억제되므로 소화에 방해가 된다. 반면, 휴식을 취하면 부교감 신경이 활성화되어 소화 운동과 소화액 분비가 촉진되므로 소화에 도움이 된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 휴식할 때가 도움이 된다고만 설명한 경우	30 %

15

알짜풀이 ● ④ E와 H는 척수에 연결되어 있는 척수 신경으로 말초 신경계이며, 한 개의 뉴런으로 구성되어 신경절이 없으므로 체성 신경계에 속한다.

우공비 BOX

필수 자료

반사 중추

- 중뇌 : 동공 반사
- 연수 : 호흡, 재채기, 침 분비
- 척수 : 무릎 반사, 회피 반사, 배변·배뇨 반사

보충 설명

PET(양전자 단층 촬영)

방사성 동위원소를 사용하여 뇌에서 물질대사가 활발한 정도를 알아낼 수 있어요. 활동이 많은 부위는 적색과 황색으로 표시되고, 활동이 적은 부위는 청색과 흑색으로 표시돼요.

쉽게쉽게

체성 신경은 감각기와 중추 신경 또는 중추 신경과 반응기가 한 개의 뉴런으로 연결되어 있어 신경절이 없지만, 자율 신경은 중추 신경과 반응기가 2개의 뉴런으로 연결되어 있어 신경절을 이뤄요.

보충 설명

K⁺ 통로

- 개방형 K⁺ 통로 : 항상 열려 있으므로 K⁺이 세포 밖으로 확산되어 분극의 한 요인이 돼요. ➔ ATP가 소모되지 않아요.
- 전압 의존형 K⁺ 통로 : 탈분극이 일어나면 열려서 K⁺이 세포 밖으로 확산되어 재분극이 일어나게 해요. ➔ ATP가 소모되지 않아요.

오답نب기 ● ① B와 F는 연합 뉴런으로 각각 뇌와 척수, 즉 중추 신경계를 구성한다.

② A는 뇌에 직접 연결되어 있는 뇌신경으로, 척수를 통하지 않고 흥분을 뇌로 직접 전달한다.

③ C는 감각 정보를 뇌로 전달하는 감각 뉴런이고, D는 뇌의 운동 명령을 전달하는 운동 뉴런이다.

⑤ 스위치를 보고 손으로 스위치를 누르는 행동은 눈 → A(뇌신경) → B(대뇌) → D → G(척수 신경) → 손의 경로로 일어난다. ㉢ ㉣

16

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. 알츠하이머 환자는 대뇌의 신경 세포가 점차 파괴되어 기억 장애와 인지 기능의 장애가 나타나지만, 척수는 정상이므로 척수 반사는 정상적으로 일어난다.

오답نب기 ● ㄷ. 알츠하이머병은 대뇌의 손상으로 인한 중추 신경계 질환이다. ㉢ ㉣

우공비

비법 특강

● 본책 141~143쪽

1 ⑤ 2 ④ 3 ④ 4 ⑤ 5 ③ 6 ② 7 ③ 8 ⑤

1

알짜풀이 ● ⑤ 호흡 억제제를 처리하면 ATP가 생성되지 않는다. 개방형 K⁺ 통로를 통한 K⁺의 유출은 ATP가 소모되지 않는 확산에 의해 일어나므로 호흡 억제제의 영향을 받지 않는다.

오답نب기 ● ① Na⁺-K⁺ 펌프에 의해 K⁺이 세포 안으로 능동 수송되므로 K⁺ 농도는 세포 내부가 외부보다 높다.

② Na⁺은 Na⁺-K⁺ 펌프에 의해 세포 밖으로 능동 수송되기 때문에 Na⁺의 유출에는 에너지(ATP)가 소모된다.

③ 세포 내부의 K⁺ 농도가 높기 때문에 개방형 K⁺ 통로를 통해 K⁺이 세포 밖으로 확산된다.

④ 뉴런 X는 현재 Na⁺ 통로와 전압 의존형 K⁺ 통로는 닫혀 있고, Na⁺-K⁺ 펌프에 의해 Na⁺은 세포 밖으로, K⁺은 세포 안으로 능동 수송되며, 개방형 K⁺ 통로를 통해서만 K⁺이 세포 밖으로 확산되고 있다. 따라서 세포 내부는 음(-)전하, 세포 외부는 양(+)전하를 띠는 분극 상태이다. ㉢ ㉣

2

알짜풀이 ● ㄱ. 구간 A는 분극 상태로, Na⁺-K⁺ 펌프에 의해 Na⁺은 세포 밖으로, K⁺은 세포 안으로 능동 수송된다. ㄴ. 구간 B는 탈분극 상태로, Na⁺ 통로를 통해 Na⁺이 세포 안쪽으로 다량 유입된다. (나)는 Na⁺이 세포 안으로 유입되고 있으므로 (가)의 구간 B의 이온 이동 상태에 해당한다.

오답نب기 ● ㄷ. 구간 C는 재분극 상태로, K⁺ 통로를 통해 K⁺이 세포 밖으로 다량 유출된다. 구간 D에서는 이온이 재배치되면서 이온 분포가 원래의 상태로 돌아간다. ㉢ ㉣

3

알짜풀이 ● ㄱ. B 지점에서 세포 내부가 양(+)전하, 세포 외부가 음(-)전하를 띠고 있으므로 탈분극되었음을 알 수 있다. 따라서 흥분이 A 지점을 지나 B 지점에 도달한 상태이므로 A 지점은 재분극(㉔), B 지점은 탈분극(㉕), C 지점은 분극(㉖) 상태이다.

ㄴ. A는 활동 전위가 발생한 이후 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되면서 막전위가 다시 낮아졌으므로 재분극 상태이다.

오답نب기 ● ㄷ. B는 탈분극 상태이다. 탈분극이 일어나면 전압 의존형 K^+ 통로가 열리기 시작하므로 K^+ 이 세포 밖으로 확산된다. 한편, 개방형 K^+ 통로는 항상 열려 있기 때문에 K^+ 의 일부는 항상 세포 밖으로 확산된다. ㉔ ④

4

알짜풀이 ● ⑤ 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 유입되면서 탈분극이 일어난다. 이후 막전위가 최고점에 이르면 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 유출되면서 재분극이 일어난다.

오답نب기 ● ① 자극을 받으면 시간 차를 두고 Na^+ (㉕) 투과성과 K^+ (㉖) 투과성이 모두 증가한다.

② t_1 시기에는 Na^+-K^+ 펌프에 의해 Na^+ (㉕)이 세포 밖으로 능동 수송된다.

③ t_2 시기에는 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산된다. 이때 Na^+-K^+ 펌프에 의한 Na^+ 유출량보다 확산에 의한 Na^+ 유입량이 많아 세포 내부의 막전위가 상승하는 탈분극이 일어난다.

④ t_3 시기에는 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되어 막전위가 다시 내려가는 재분극이 일어난다. ㉔ ⑤

5

알짜풀이 ● ㄱ. A는 말미집 신경으로, 랑비에 결절에서만 도약 전도가 일어나므로 민말미집 신경인 B보다 흥분 전도 속도가 빠르다.

ㄴ. C의 Q 지점보다 B의 Q 지점에서 활동 전위가 더 빠르게 발생했다. 흥분 전달은 신경 전달 물질의 분비 및 확산에 의해 일어나므로 흥분의 전도에 비해 속도가 느리다.

오답نب기 ● ㄷ. 흥분은 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 가지돌기 또는 신경 세포체 쪽으로만 전달된다. 따라서 D의 Q 지점에서는 활동 전위가 발생하지 않는다. ㉔ ③

6

알짜풀이 ● ② A는 흥분이 전달되지 않으므로 세포 내부가 음(-)전하, 세포 외부가 양(+)전하를 띠는 분극 상태이다.

오답نب기 ● ① 신경 전달 물질을 함유한 시냅스 소포는 축삭돌기 말단에만 존재한다. 따라서 흥분은 시냅스 전 뉴런의 축삭돌기 말단에서 시냅스 후 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체 쪽으로만 전달된다.

③ B~D에는 시냅스가 포함되어 있으므로 신경 전달 물질의 분비 및 확산에 의한 흥분의 전달 과정에서 흥분 이동 속도가 느려진다.

우공비 BOX

쉽게쉽게

A대는 마이오신과 액틴 필라멘트가 함께 있어 어둡게 보이고, A대 중 마이오신으로만 이루어져 있는 H대는 약간 밝게 보여요.

●보충 설명●

이온의 막 투과성

• Na^+ 투과성 : 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산되므로 세포 내부의 Na^+ 농도가 증가해요. → 탈분극이 일어나요.

• K^+ 투과성 : 탈분극이 일어나면 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되므로 세포 내부의 K^+ 농도가 감소해요. → 재분극이 일어나요.

용어 알기

도약 전도

말미집 신경에서 말미집은 절연체 역할을 하므로, 말미집으로 싸여 있지 않은 랑비에 결절에서만 흥분이 발생해요. 따라서 말미집 신경에서 흥분의 전도는 랑비에 결절에서 다음 랑비에 결절로 건너뛰듯이 일어나는데, 이를 도약 전도라고 해요.

●보충 설명●

뉴런이 역치 이상의 자극을 받으면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안쪽으로 들어오므로, 막전위가 상승하여 활동 전위가 형성돼요.

④ B의 흥분이 D에 도달해야 D에서 활동 전위가 발생한다.

⑤ 말미집 신경은 말미집이 싸고 있지 않은 랑비에 결절에서만 활동 전위가 발생하는 도약 전도를 한다. 따라서 말미집이 싸고 있는 C에서는 활동 전위가 발생하지 않지만, B에서 발생한 흥분은 뉴런의 양 끝까지 전도된다. ㉔ ②

7

알짜풀이 ● ㄱ. A는 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐 있는 부분이므로 ㉕의 횡단면이다. 한편 B는 액틴 필라멘트만 있으므로 ㉖의 횡단면이고, C는 마이오신만 있으므로 ㉔의 횡단면이다.

ㄴ. A와 C는 암대(A대)의 일부분이고, B는 명대(I대)의 일부분이다.

오답نب기 ● ㄷ. 근육이 수축하면 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐 있는 부분이 늘어나므로, B(㉖)나 C(㉔)가 A(㉕)와 같은 구조로 변할 수 있다. ㉔ ③

8

알짜풀이 ● ㄱ. ㉕은 가는 액틴 필라멘트, ㉔은 굵은 마이오신이다.

ㄴ. A는 액틴 필라멘트만 있는 I대의 단면이고, B는 A대 중 마이오신만 있는 H대의 단면이며, C는 마이오신과 액틴 필라멘트가 겹쳐 있는 A대의 단면이다.

ㄷ. 근수축 시 A대의 길이는 변하지 않고 H대의 길이는 짧아진다. 따라서 $\frac{H대의 길이}{A대의 길이}$ 의 값은 근이완 상태인 (가)에 서보다 근수축 시 더 작다. ㉔ ⑤

수능문제

실력 군히기

●본책 144~147쪽

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

01

알짜풀이 ● ㄴ. B 구간에서는 Na^+-K^+ 펌프에 의해 이온이 재배치된다. Na^+-K^+ 펌프에 의한 이온의 능동 수송에는 에너지(ATP)가 소모된다.

ㄷ. ㉕(Na^+ 통로)을 통해 Na^+ 이 세포 안으로 확산되거나 ㉖(K^+ 통로)을 통해 K^+ 이 세포 밖으로 확산될 때는 에너지(ATP)가 소모되지 않는다.

오답نب기 ● ㄱ. A 구간에서는 ㉕(Na^+ 통로)을 통한 Na^+ 유입량이 증가한다. ㉔ ④

02

알짜풀이 ● 자극을 주었을 때 먼저 막 투과도가 상승하는 A가 Na^+ 이고, 뒤이어 막 투과도가 상승하는 B는 K^+ 이다.

ㄴ. 구간 II에서는 K^+ 의 막 투과도가 자극을 주기 전보다 높으므로, K^+ 이 세포 밖으로 확산되고 있음을 알 수 있다. 따라서 K^+ 농도는 세포 내부가 세포 외부보다 높다.

ㄷ. 구간 III에서는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 이 세포 밖으로 능동 수송되므로 에너지(ATP)가 소모된다.

오답탐기 ● ㄱ. 구간 I에서는 역치 이상의 자극에 의해 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 이 세포 안으로 확산된다. ㉔ ④

03

알짜풀이 ● ㄴ. d_2 는 탈분극 상태로 Na^+ 이 세포 안으로 확산되고 있다. 따라서 Na^+ 농도는 세포 외부가 세포 내부보다 높음을 알 수 있다.

오답탐기 ● ㄱ. d_2 가 탈분극 상태일 때 d_3 가 과분극 상태이므로 흥분이 Y에서 X 쪽으로 전도됨을 알 수 있다.

ㄷ. d_3 는 과분극 상태로, 이때는 재분극의 연장이므로 K^+ 이 세포 밖으로 확산되는 시기이다. 이후 K^+ 통로는 서서히 닫히고 막전위가 휴지 전위를 회복한다. ㉔ ②

04

알짜풀이 ● ㄱ. 축삭의 지름이 클수록 축삭을 통한 Na^+ 의 확산이 저항을 적게 받으므로 흥분 전도 속도가 빠르다.

ㄴ. 어떤 정보를 전달하는 뉴런이냐에 따라 흥분 전도 속도가 0.5~120 m/초로 다양하다.

ㄷ. 말미집은 Na^+ 투과성이 거의 없기 때문에 절연체 역할을 한다. 따라서 말미집 신경은 말미집이 싸고 있는 부위에서는 활동 전위가 발생하지 않고 말미집이 싸고 있지 않은 랑비에 결절에서만 활동 전위가 발생하는 도약 전도를 하므로 민말미집 신경보다 흥분 전도 속도가 빠르다. ㉔ ⑤

05

알짜풀이 ● ㄴ. 화학 물질 처리 후 활동 전위 발생 빈도가 증가하였다.

오답탐기 ● ㄱ. ㄷ. 시냅스 후 뉴런의 역치가 증가하거나 시냅스 전 뉴런의 신경 전달 물질의 분비를 억제하면 같은 자극을 주었을 때 B에서 활동 전위가 발생하지 않거나 발생 빈도가 감소할 수 있다. ㉔ ②

06

알짜풀이 ● ③ ㉔ ㉕은 근육의 구성 단위인 근육 섬유로 다핵 세포이다. 근육 섬유에는 근육 원섬유가 들어 있다.

오답탐기 ● ① 근육은 여러 개의 근육 섬유 다발(⑦)로 이루어져 있다.

② ㉔은 대뇌의 명령을 골격근에 전달하는 운동 뉴런으로, 대뇌의 지배를 받는 체성 신경계에 속한다.

④ 근육 섬유(㉕)는 액틴 필라멘트와 마이오신으로 구성된 근육 원섬유 다발로 이루어져 있다.

⑤ 골격근에 분포한 운동 뉴런의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다. 근육 섬유에 아세틸콜린이 분비되면 Na^+ 투과성이 증가하여 Na^+ 이 세포 안으로 유입되면서 탈분극이 일어난다. ㉔ ③

07

알짜풀이 ● ㄱ. 골격근은 여러 개의 근육 섬유 다발로 구성되며 근육 섬유는 다핵 세포이다.

ㄴ. 근수축(⑥) 시 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹치는 부분(⑦)이 증가한다.

유공비 BOX

조심조심

Na^+ 통로와 K^+ 통로에 의한 이온의 이동은 농도 차에 의한 확산에 의해 일어나요. 따라서 탈분극 시 Na^+ 이 유입될 때 재분극 시 K^+ 이 유출될 때 Na^+ 농도는 세포 밖이, K^+ 농도는 세포 안이 항상 높답니다.

보충 설명

활주설

근수축 시 마이오신과 액틴 필라멘트의 길이는 변하지 않고, 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가 근육이 수축한다는 가설이에요.

필수 자료

근육 섬유와 근육 원섬유

- 근육 섬유 : 가로무늬를 가진 다핵 세포예요. 핵과 세포질을 가지고 있으며 물질대사를 해요.
- 근육 원섬유 : 근육 섬유 내에 존재하는 단백질이에요. 액틴 필라멘트와 마이오신으로 구성되어 있으며, 명대(I대)와 암대(A대)가 교대로 반복되어 가로무늬를 나타내요.

오답탐기 ● ㄷ. 마이오신의 길이는 ②와 ⑥에서 같으며, 근육 원섬유 마디의 길이(②) - 액틴 필라멘트만 있는 부분의 길이(㉔ + ㉕) = $2.2 - 0.6 = 1.6(\mu\text{m})$ 이다. ㉔ ③

08

알짜풀이 ● ⑤ ㉔은 액틴 필라멘트만 있어 밝게 보이는 I대의 일부분이고, ㉕은 마이오신과 액틴 필라멘트가 함께 있는 A대이다.

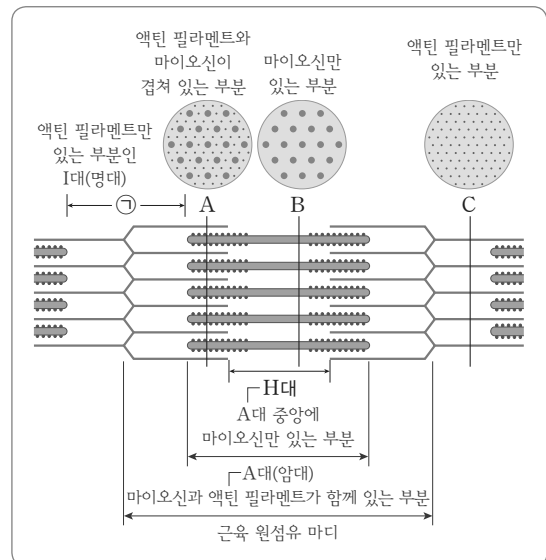
오답탐기 ● ① 무릎 반사의 중추는 척수이다.

② (가)는 감각 뉴런으로 자극을 중추로 전달한다.

③ (나)는 운동 뉴런으로 중추의 명령을 근육으로 전달한다. 골격근은 대뇌의 지배를 받는 수의근이므로 (나)는 체성 신경계에 속한다.

④ (나)가 흥분하면 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린이 분비되어 근육 섬유가 탈분극된다. 그 결과 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가 근수축이 일어난다. 이때 A대의 길이(㉔)는 변하지 않는다. ㉔ ⑤

09 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ① 근수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가므로 액틴 필라멘트만 있는 I대(명대, ㉔)의 길이가 짧아진다.

오답탐기 ● ② 근수축 시 마이오신만 있는 부분, 즉 H대의 길이가 짧아진다.

③ a는 굵은 마이오신, b는 가는 액틴 필라멘트이다.

④ B는 마이오신만 있는 부분이므로 단면은 (나)이다. (가)는 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐 있는 A의 단면이다.

⑤ 근육이 수축하면 C의 단면은 (다)에서 (가)로 변할 수 있다. ㉔ ①

10

알짜풀이 ● ㄴ. 운동 시작 후 20초 동안에는 저장된 ATP나 크레아틴 인산을 분해하여 생성된 ATP 및 젖산 발효를 통해 생성된 ATP가 주로 근수축에 이용되므로 산소를 이용하지 않고 에너지가 공급된다.

ㄷ. 운동 시작 후 40초 경에는 무산소 호흡으로 생성된 ATP가 주로 근수축에 이용된다. 근육은 산소가 부족하면 포도당을 젖산으로 분해하는 젖산 발효를 통해 ATP를 생성한다.

오답범기 ● ㄱ. 가장 먼저 소모되는 에너지원은 근육에 저장되어 있던 ATP이다. ㉠ ④

11

알짜풀이 ● ㄱ. ①은 중뇌의 명령을 홍채에 전달하는 부교감 신경으로 2개의 뉴런이 신경절을 이룬다. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린이 분비되어 동공을 축소시킨다.

ㄴ. A 부위가 절단되면 오른쪽 눈에서 오는 정보는 뇌로 전달되지 못하지만, 왼쪽 눈에서 오는 정보는 뇌로 전달된다. 중뇌에서는 좌우 시각 신경에서 오는 정보를 좌우 눈에 연결된 자율 신경에 동시에 전달하므로 왼쪽 눈에만 강한 빛을 비추어도 좌우 눈 모두 동공 반사에 의해 동공이 축소된다.

오답범기 ● ㄷ. 오른쪽 눈의 코 쪽에서 수용된 포도의 정보 ①은 시각 신경 교차에 의해 좌뇌로 전달되고, 왼쪽 눈의 귀 쪽에서 수용된 포도의 정보는 시각 신경 교차 없이 좌뇌로 전달된다. 따라서 양쪽 눈에서 오는 포도의 정보는 모두 B를 지나지 않고 좌뇌로 전달된다. ㉠ ④

12

알짜풀이 ● ㄷ. 통각 자극은 척수에서 교차되므로 다친 부위 위의 왼쪽인 A에서 수용된 통각 자극은 우뇌로 전달된다.

오답범기 ● ㄱ. 다친 부위 아래의 오른쪽에서 수용한 통각 자극은 다친 부위를 지나기 전에 왼쪽으로 교차되므로 다친 부위를 지나지 않아 좌뇌로 전달된다. 그러나 다친 부위 아래의 오른쪽에서 수용한 촉각 자극은 다친 부위를 통과하므로 자극이 좌뇌로 전달되지 못한다.

ㄴ. 통각 자극은 척수에서 교차되고, 촉각 자극은 연수에서 교차된다. ㉠ ③

13

알짜풀이 ● ① A는 뇌에 연결되어 있는 뇌신경으로, 척수를 통하지 않고 뇌로 직접 자극을 전달한다.

오답범기 ● ② B는 감각 정보를 중추로 전달하는 감각 뉴런으로 구심성 뉴런이며, 척수 신경의 후근을 이룬다.

③ C는 감각 정보를 뇌로 전달하는 감각 뉴런이고, E는 뇌의 운동 명령을 전달하는 운동 뉴런이다.

④ 대뇌 겹질과 척수 속질은 신경 세포체가 주로 분포하여 색깔이 진한 회색질이며, 대뇌 속질과 척수 겹질은 축삭돌기가 주로 분포하여 색깔이 밝은 백색질이다.

⑤ 축구공을 보고 발로 차는 행동의 반응 경로는 감각기(눈) → 감각 뉴런(시각 신경, A) → 연합 뉴런(대뇌 겹질, D) → 운동 뉴런(E) → 운동 뉴런(척수 신경, F) → 반응기(근육)의 순이다. ㉠ ①

14

알짜풀이 ● ⑤ 연수는 호흡 운동, 심장 박동, 소화 운동의 조절 중추이다.

우공비 BOX

필수 자료

교감 신경의 작용

- 촉진 : 심장 박동, 호흡 운동, 글리코겐 분해(혈당량 증가)
- 억제 : 소화 운동, 소화액 분비
- 확대 : 동공
- 수축 : 혈관

보충 설명

시각 신경의 교차

망막의 바깥쪽(귀 쪽)에 분포한 시각 신경은 교차 없이 뇌의 같은 방향으로 정보를 전달해요. 한편, 망막의 안쪽(코 쪽)에 분포한 시각 신경은 교차되어 뇌의 반대 방향으로 정보를 전달해요.

보충 설명

심장 박동의 자동성

심장은 우심방에 박동원을 가지고 있어 스스로 심장 박동을 일으키는 자동성을 나타내요. 다만 연수는 혈중 CO₂ 농도가 증가하면 교감 신경을 통해 심장 박동을 촉진하고, 혈중 CO₂ 농도가 감소하면 부교감 신경을 통해 심장 박동을 억제하는 길항 작용을 통해 심장 박동을 조절해요.

쉽게쉽게

대부분의 신경은 척수를 거쳐 뇌로 연결되지만, 얼굴에 분포한 신경은 척수를 거치지 않고 바로 뇌로 연결돼요.

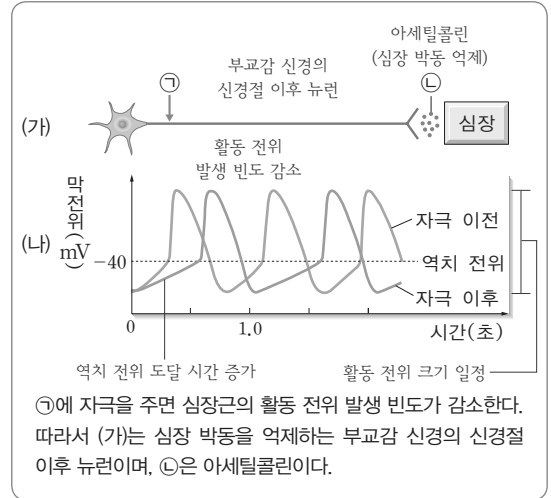
오답범기 ● ① 교감 신경은 호흡을 촉진하므로 (가)가 흥분되면 호흡 주기가 짧아진다.

② 운동을 하면 교감 신경이 활성화되어 심장 박동과 호흡 운동이 촉진된다.

③ 교감 신경의 신경 전달 물질은 신경절 이전 뉴런은 아세틸콜린, 신경절 이후 뉴런은 노르에피네프린이다.

④ 심장에 박동원이 있으므로 신경 신호가 없이도 심장 박동이 일어난다. 다만 연수는 혈중 CO₂ 농도에 따라 자율 신경을 통해 심장 박동 속도를 조절한다. ㉠ ⑤

15 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ③ (가)에 자극을 주면 자극 이전에 비해 역치 전위에 도달하는 시간이 증가하여 활동 전위 발생 빈도가 감소한다.

오답범기 ● ① ㉠ 지점에 자극을 주지 않아도 활동 전위가 발생하므로 신경 신호가 없이도 심장 박동은 일어난다.

② ㉠ 지점에 자극을 주면 활동 전위의 크기는 같고 활동 전위의 발생 빈도가 감소한다.

④ 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서 분비되는 신경 전달 물질(㉡)은 아세틸콜린이다. 아세틸콜린은 심장 박동을 억제한다.

⑤ 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런은 신경절 이후 뉴런(가)보다 길다. ㉠ ③

16

알짜풀이 ● ㄴ. 척수와 방광 사이에 신경절이 있으므로 척수에서 방광으로 나가는 신경은 자율 신경이며, B는 그 길로 보아 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런이다. 따라서 ㉡은 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서 분비되는 아세틸콜린이며 방광을 수축시킨다.

ㄷ. 그림 (나)는 Na⁺ 통로는 닫혀 있고 K⁺ 통로가 열려 있어 K⁺이 세포 밖으로 확산되고 있으므로 재분극이 일어날 때의 이온 이동을 나타낸 것이다.

오답범기 ● ㄱ. A는 자극을 전달하는 감각 뉴런이고, B는 부교감 신경의 신경절 이전 뉴런으로 운동 명령을 전달하는 운동 뉴런이다. 따라서 A와 B는 길항 작용을 하는 관계가 아니다. ㉠ ④

08

항상성과 몸의 조절 작용(2)

19장 호르몬과 항상성 조절 원리

개념 확인 문제

● 본책 149쪽

1 내분비샘 2 (1) × (2) ○ (3) ○ 3 갑상샘, 부신 결
질, 난소, 정소 4 (1) 음성 피드백 (2) 길항 작용

4

티록신 등 대부분의 호르몬 분비 조절은 어떤 과정의 결과로
그 과정을 억제하는 음성 피드백에 의해 이루어진다.

{ 문제 다지기 }

● 본책 150~151쪽

기/본/문/제 01 ④ 02 ②, ⑤ 03 ④ 04 A : 뇌하수
체, B : 갑상샘, C : 부신, D : 이자 05 ⑤ 06 ③
07 ③
실/력/문/제 08 ⑤ 09 ② 10 ① 11 ① 12 ②
13 해설 참조

01

알짜풀이 ● ④ 호르몬은 척추동물에서는 대부분 중 특이성
이 없어서 같은 호르몬이라면 다른 동물에서도 대체로 같은
기능을 나타낸다.

오답넘기 ● ① 호르몬은 특정한 세포나 기관에서만 작용하
는데, 이러한 세포나 기관을 표적 세포 또는 표적 기관이라
고 한다.

② 호르몬은 척추동물 간에는 항원으로 작용하지 않아서 항
체를 생성하지 않는다.

③ 호르몬은 내분비샘에서 생성되며, 혈액이나 조직액으로
분비된다.

⑤ 호르몬은 매우 적은 양으로 생리 작용을 조절하며, 분비
량이 많으면 과다증, 적으면 결핍증이 나타난다. ㉡ ④

02

알짜풀이 ● 티록신, 에피네프린, 성장 호르몬, 무기질 코르
티코이드는 모두 호르몬이다.

② 호르몬은 분비관이 따로 없어 혈액에 의해 표적 기관으
로 운반된다.

⑤ 체내 환경에 따라 호르몬의 분비량은 달라진다. 예를 들
어 혈당량이 증가하면 인슐린 분비가 촉진되고, 혈당량이 감
소하면 인슐린 분비가 억제된다.

오답넘기 ● ① 호르몬은 척추동물 사이에서는 다른 종의 체
내에서도 항원으로 작용하지 않는다.

③ 동일한 내분비샘에서 생성된 호르몬일지라도 호르몬의
종류가 다르다면 표적 기관도 달라진다.

④ 호르몬의 분비량이 부족하면 결핍증, 많으면 과다증이
나타난다. ㉡ ②, ⑤

우공비 BOX

● 필수 자료 ●

호르몬과 신경의 작용 비교

구분	호르몬	신경
전달 매체	혈액	뉴런
전달 속도	비교적 느림	빠름
효과의 지속성	지속적	일시적
작용 범위	넓음	좁음

● 보충 설명 ●

양성 피드백

양성 피드백은 반응의 결과
가 원인을 촉진하는 방향으
로 작용하는 거예요. 예를 들
어 옥시토신은 자궁 수축을
촉진하며, 자궁 수축이 촉진
될수록 옥시토신의 분비가
촉진되어 분만이 이루어지
게 됩니다.

조심조심

신경 전달 물질은 뉴런의 축
삭돌기 말단에서 시냅스 틈
으로 분비되어 확산을 통해
이동한 후 인접해 있는 다른
뉴런의 세포막에 있는 수용
체에 결합해요.

● 보충 설명 ●

호르몬은 특정 표적 세포나
표적 기관에만 작용하며, 이
러한 호르몬의 특성을 기관
특이성이라고 해요. 따라서
호르몬의 종류가 다르면 표
적 기관도 달라요.

03

알짜풀이 ● 호르몬은 혈액을 통해 운반되어 표적 기관에서
작용하므로 신호 전달 속도는 느리지만, 넓은 범위에 지속적
인 효과를 나타낸다. 반면 신경은 뉴런을 통해 신호를 전달
하므로 신호 전달 속도는 빠르지만, 좁은 범위에 짧은 시간
동안 효과를 나타낸다. ㉡ ④

04

알짜풀이 ● 뇌하수체는 간뇌의 시상 하부 아래쪽에 붙어 있
으며, 부신은 콩팥 위쪽에 붙어 있다.

㉡ A : 뇌하수체, B : 갑상샘, C : 부신, D : 이자

05

알짜풀이 ● ⑤ 성장 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되어
생장을 촉진한다.

오답넘기 ● ① 인슐린은 이자에서 분비된다.

② 에피네프린은 부신 속질에서 분비되어 혈당량을 증가시
킨다.

③ 갑상샘 자극 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비된다.

④ 글루카곤은 혈당량을 증가시킨다. ㉡ ⑤

06

알짜풀이 ● ③ 항상성은 대부분 결과가 원인을 억제하는 조
절인 음성 피드백에 의해 유지된다.

오답넘기 ● ① 항상성 유지의 최고 조절 중추는 간뇌의 시
상 하부이다.

② 항상성은 피드백(주로 음성 피드백)과 길항 작용에 의해
유지된다.

④ 항상성은 신경과 내분비샘에서 분비되는 호르몬의 상호
작용에 의해 유지된다.

⑤ 항상성은 외부 환경이 변해도 체온, 혈당량, 삼투압 등의
체내 환경을 일정하게 유지하는 성질이다. ㉡ ③

07

알짜풀이 ● 부신 결절이 제거되면 혈중 알도스테론(무기질
코르티코이드)의 농도가 감소하여 음성 피드백에 의한 억제
작용이 일어나지 않는다. 따라서 시상 하부와 뇌하수체의 작
용이 촉진되어 CRH와 ACTH의 분비량이 증가한다. ㉡ ③

08

알짜풀이 ● (가)는 호르몬의 작용을, (나)는 신경의 작용을
나타낸 것이다.

⑤ 호르몬(A)은 혈액에 의해 표적 세포로 운반되지만, 신경
전달 물질(B)은 확산에 의해 인접한 뉴런(신경 세포)으로 전
달된다.

오답넘기 ● ①, ② 신경은 빠르게 작용하지만 효과가 일시
적이고, 호르몬은 비교적 느리게 작용하지만 효과가 오랫동안
지속된다.

③ 호르몬은 혈액에 의해 온몸으로 이동하므로 작용 범위가
넓다. 반면 신경은 뉴런이 연결되는 곳에만 신호가 전달되므
로 작용 범위가 좁다.

④ 호르몬(A)은 혈액을 통해 이동하여 표적 세포에만 작용
한다. ㉡ ⑤

09

알짜풀이 ● ② 갑상샘종은 갑상샘 자극 호르몬에 의해 갑상샘이 계속 자극을 받았을 때 갑상샘의 세포 분열이 촉진되어 갑상샘이 비대해지는 증상이다.

오답نب기 ● ① 성장 호르몬이 결핍되면 몸이 잘 자라지 않아 표준보다 키가 훨씬 작다.

③ 항이뇨 호르몬이 부족하면 물의 재흡수량이 감소하여 오줌의 양이 증가하는 요붕증이 나타난다.

④ 티록신이 과다하게 분비되면 체중이 감소하고 체온이 증가하며 안구가 돌출되는 갑상샘 기능 항진증에 걸리게 된다.

⑤ 이자의 β 세포가 파괴되면 인슐린이 결핍되어 당뇨병이 나타난다. **답 ②**

10

알짜풀이 ● ㄱ. 갑상샘이 제거되면 갑상샘 호르몬인 티록신의 분비량이 감소한다.

오답نب기 ● ㄴ. 티록신 분비가 감소하면 세포 내에서 세포 호흡(이화 작용)이 억제된다.

ㄷ. 갑상샘이 제거되면 혈중 티록신 농도가 감소하므로, 뇌하수체의 작용이 촉진되어 갑상샘 자극 호르몬의 분비가 촉진된다. **답 ①**

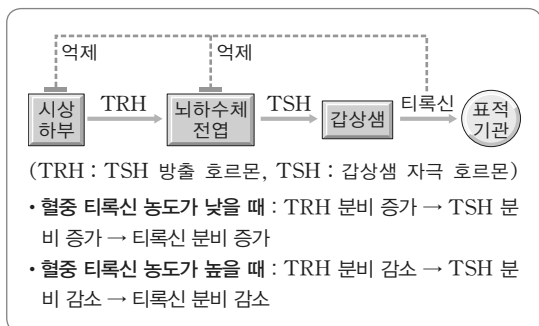
11

알짜풀이 ● ㄱ. 내분비샘 1은 내분비샘 2를 자극하는 호르몬을 분비하는 기관이므로 뇌하수체 전엽이다.

오답نب기 ● ㄴ. 내분비샘 2에 해당하는 기관에는 부신 겉질, 갑상샘, 생식샘이 있다. 시상 하부의 명령이 교감 신경을 통해 전달되면 부신 속질에서 에피네프린을 분비한다.

ㄷ. 인슐린은 이자에서 혈당량 변화를 감지하여 분비되거나 부교감 신경의 작용에 의해 분비된다. 내분비샘 2에 해당하는 기관에서 분비되는 호르몬에는 알도스테론(부신 겉질), 티록신(갑상샘), 에스트로젠과 프로게스테론(난소) 등이 있다. **답 ①**

12 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄷ. TRH의 분비가 증가하면 TSH의 분비가 촉진되어 티록신 분비가 증가한다.

오답نب기 ● ㄱ. 뇌하수체를 제거하면 TSH의 분비가 감소하여 티록신 분비가 감소한다.

ㄴ. 티록신을 주사하면 음성 피드백에 의해 TRH와 TSH의 분비가 억제된다. **답 ②**

우공비 BOX

쉽게쉽게

티록신은 세포 호흡을 촉진하는 호르몬이므로, 갑상샘이 제거되어 티록신이 분비되지 않으면 세포 내에서 이화 작용이 억제돼요.

●보충 설명●

추울 때는 교감 신경의 작용으로 피부 모세 혈관이 수축하여 피부 표면으로 흐르는 혈액의 양이 감소함으로써 피부를 통해 몸 밖으로 방출되는 열이 감소해요. 반면에 더울 때는 교감 신경의 작용 완화로 피부 모세 혈관이 확장되어 피부 표면으로 흐르는 혈액의 양이 증가함으로써 피부를 통해 몸 밖으로 방출되는 열이 증가해요.

조심조심

혈당량 조절에 관여하는 호르몬 중 혈당량을 낮추는 역할을 하는 것은 인슐린뿐이에요.

13

모범답안 ● 아이오딘이 결핍되면 티록신이 합성되지 않으므로 피드백에 의해 시상 하부와 뇌하수체가 자극을 받아 갑상샘 자극 호르몬의 분비량이 증가한다. 그 결과 갑상샘이 자극을 받는 과정이 반복되어 갑상샘이 비대해진다.

채점 기준	배점
① 네 가지 단어를 모두 사용하여 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 세 가지 단어만 사용하여 바르게 설명한 경우	70 %
③ 두 가지 단어만 사용하여 바르게 설명한 경우	40 %

20강 항상성 유지

개념 확인 문제

●본책 153쪽

1 인슐린, 글루카곤 2 (1) 교감 (2) 인슐린 3 (1) × (2) × (3) ○

{ 문제 다지기 }

●본책 154~155쪽

기/본/문/제 01 ⑤ 02 (가) 더울 때 (나) 추울 때 03 글루카곤, 에피네프린, 당질 코르티코이드 04 ③ 05 ④ 06 ② 07 ③
실/력/문/제 08 ④ 09 ③ 10 ② 11 ③ 12 해설 참조

01

알짜풀이 ● ⑤ 추울 때는 교감 신경의 작용으로 입모근이 수축하여 열 발산량이 감소한다.

오답نب기 ● ① 더울 때는 물질대사와 심장 박동이 억제되어 열 발생량이 감소한다.

② 체온 조절에는 티록신, 당질 코르티코이드, 에피네프린 등의 호르몬과 자율 신경이 작용한다.

③ 간뇌의 시상 하부는 체온, 혈당량, 삼투압 조절의 최고 중추이다.

④ 추울 때는 물질대사가 촉진되어 열 발생량이 증가하고, 피부의 모세 혈관이 수축하여 열 발산량이 감소한다. **답 ⑤**

02

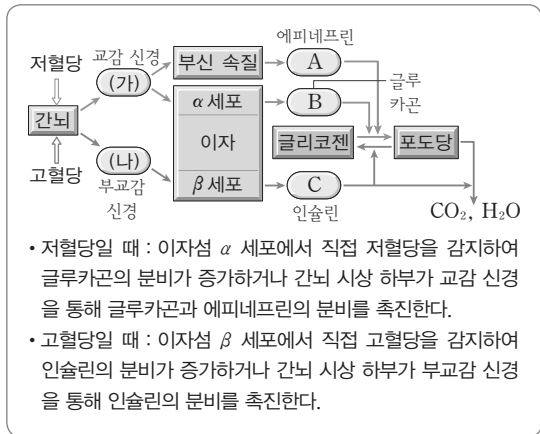
알짜풀이 ● (가)는 피부 근처 모세 혈관이 확장되어 있으므로 더울 때, (나)는 피부 근처 모세 혈관이 수축되어 있으므로 추울 때의 변화이다. **답 (가) 더울 때 (나) 추울 때**

03

알짜풀이 ● 글루카곤과 에피네프린은 간에서 글리코젠을 포도당으로 전환하여 혈액으로 방출하게 한다. 당질 코르티코이드는 단백질과 지방을 포도당으로 전환하여 혈당량을 증가시킨다. 인슐린은 혈당량을 감소시키는 호르몬이다.

답 글루카곤, 에피네프린, 당질 코르티코이드

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ③ 글리코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진하여 혈당량을 높이는 작용을 하는 것은 이자섬의 α 세포에서 분비되는 글루카곤(B)이다.

오답نب기 ● ①, ② 부신 속질에서 분비되며, 글리코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진하는 A는 에피네프린이다.

④, ⑤ 이자섬의 β 세포에서 분비되며, 포도당이 글리코젠으로 합성되는 반응을 촉진하는 C는 인슐린이다. ㉡ ③

05

알짜풀이 ● ④ 혈당량이 높아지면 포도당을 글리코젠으로 합성하는 반응을 촉진하는 인슐린의 분비가 증가하여 혈당량을 감소시킨다.

오답نب기 ● ①, ② (가)는 교감 신경, (나)는 부교감 신경이다. 혈당량이 낮을 때는 교감 신경이 흥분하여 에피네프린과 글루카곤의 분비를 촉진하고, 혈당량이 높을 때는 부교감 신경이 흥분하여 인슐린의 분비를 촉진한다.

③ 에피네프린은 간에 저장된 글리코젠이 포도당으로 전환되도록 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

⑤ 혈당량은 글루카곤과 인슐린의 길항 작용에 의해 조절된다. ㉡ ④

06

알짜풀이 ● 물을 많이 마셔 체액의 삼투압이 낮아지면 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비량이 감소하여 콩팥에서 수분의 재흡수가 억제되므로 혈액의 양이 감소하여 혈압이 낮아지고, 오줌량은 증가한다. ㉡ ②

07

알짜풀이 ● ③ 약물의 오남용으로 약물 중독이나 내성이 생길 수 있으므로 약물은 의사의 처방에 따라 치료 목적으로만 사용해야 한다.

오답نب기 ● ① 약물 중 카페인, 코카인, 알코올 등은 신경계와 내분비계에 영향을 미친다.

② 카페인과 니코틴은 중추 신경을 흥분시킨다.

④ 수면제와 진정제는 중추 신경 억제제로, 호흡과 심장 박동을 억제시킨다. ㉡ ③

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

추울 때는 피부 근처 모세혈관이 수축하여 피부 가까이 흐르는 혈액의 양이 감소하고, 입모근이 수축하여 표면적이 감소하여 열 발산량이 감소해요.

용어 알기

길항 작용

하나의 대상에 서로 반대되는 두 가지 요인이 작용하여 기관의 기능을 조절하는 것으로, 인슐린과 글루카곤의 작용이 대표적인 예입니다.

쉽게쉽게

혈당량 조절 과정에서 교감 신경은 혈당량을 증가시키고, 부교감 신경은 혈당량을 감소시켜요.

쉽게쉽게

체액의 삼투압이 높아지면 수분의 재흡수가 촉진되어야 하므로 항이뇨 호르몬의 분비가 증가하고, 체액의 삼투압이 낮아지면 수분의 재흡수가 억제되어야 하므로 항이뇨 호르몬의 분비가 감소해요.

● 보충 설명 ●

항이뇨 호르몬은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬으로 바소프레신이라고도 해요. 항이뇨 호르몬은 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하여 체액의 삼투압을 감소시킨답니다.

08

알짜풀이 ● ㄴ. 저온 자극이 주어지면 교감 신경에 의해 피부 입모근이 수축하여 열 발산량이 감소한다.

ㄷ. A는 교감 신경으로 신경절 이전 뉴런보다 신경절 이후 뉴런이 더 길다.

오답نب기 ● ㄱ. 체온 조절 중추는 간뇌 시상 하부이다. ㉡ ④

09

알짜풀이 ● ③ 혈당량이 증가하면 인슐린의 분비량이 증가하여 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성되어 저장되도록 하고, 조직 세포가 혈액 속의 포도당을 흡수하도록 하여 혈당량을 낮춘다.

오답نب기 ● ① 식사 후 1시간 정도까지는 혈당량이 증가하다가 인슐린의 작용에 의해 다시 낮아진다.

② 운동을 시작하면 에너지원으로 포도당이 소모되어 혈당량이 감소하므로, 혈당량을 증가시키기 위해 글루카곤 분비량이 증가한다.

④ 글루카곤의 분비량이 증가하면 혈당량이 증가한다.

⑤ 인슐린과 글루카곤은 같은 기관에서 서로 반대되는 작용을 하는 길항 작용을 한다. 그러나 서로의 분비량을 직접 조절하는 것은 아니다. ㉡ ③

10

알짜풀이 ● 이자섬 α 세포에서는 글루카곤이, β 세포에서는 인슐린이 분비되므로 X는 글루카곤, Y는 인슐린이다.

ㄴ. 인슐린의 부족은 당뇨병의 원인이 된다.

오답نب기 ● ㄱ. 글루카곤은 혈당량을 증가시킨다.

ㄷ. 인슐린과 글루카곤은 혈액을 통해 표적 기관인 간으로 이동한다. ㉡ ②

11

알짜풀이 ● 호르몬 A는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

ㄱ. 항이뇨 호르몬은 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하므로, 오줌의 양을 감소시킨다.

ㄴ. 짠 음식을 먹어 체액의 삼투압이 높아지면 항이뇨 호르몬의 분비가 증가하여 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진한다.

오답نب기 ● ㄷ. 체액의 삼투압이 낮아지면 호르몬 A의 분비가 억제된다. ㉡ ③

12

알짜풀이 ● 심한 운동으로 땀을 많이 흘리면 체액의 삼투압이 높아지며, 체액의 삼투압이 높아지면 항이뇨 호르몬의 분비가 촉진되어 콩팥에서 물의 재흡수량이 많아지므로 오줌량이 감소한다.

모범답안 ● 감소한다. 땀을 많이 흘려 체액의 삼투압이 높아지면 시상 하부가 자극을 받아 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬의 분비가 증가하여 콩팥에서 물의 재흡수가 촉진되기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 오줌량의 변화만 바르게 쓴 경우	30 %

우공비

비법 특강

● 본책 156~157쪽

1 ⑤ 2 ⑤ 3 ③ 4 ④

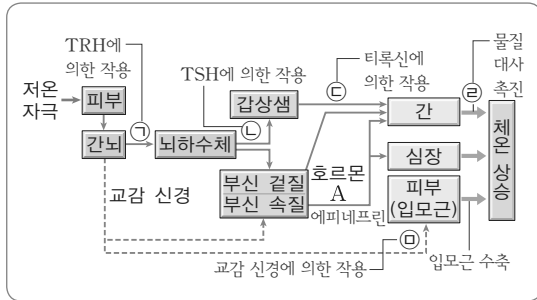
1

알짜풀이 ● 나. 호르몬 A를 주사했을 때 호르몬 B의 혈중 농도가 감소했으므로 A는 티록신, B는 TSH이다.

다. 혈중 TSH의 농도가 높아지면 갑상샘이 자극을 받아 티록신의 분비량이 증가한다.

오답نب기 ● 가. ①은 음성 피드백에 의해 호르몬 분비량이 조절되는 과정이다. ㉠ ⑤

2 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● 가. 호르몬 A는 에피네프린으로 심장 박동을 촉진시키고 간과 근육의 물질대사를 촉진하여 체내 열 발생량을 증가시킨다.

나. 저온 자극을 받으면 티록신, 당질 코르티코이드, 에피네프린에 의해 간과 근육에서의 물질대사가 촉진되어 체내 열 발생량이 증가한다.

다. ①은 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)에 의한 작용, ②는 갑상샘 자극 호르몬(TSH)에 의한 작용, ③은 티록신에 의한 작용이다. 따라서 호르몬을 통한 자극 전달(① → ② → ③)이 신경을 통한 자극 전달(④)보다 느리다. ㉠ ⑤

3

알짜풀이 ● 가. 이 환자는 식사 후 혈당량이 높아져도 인슐린이 잘 분비되지 않아 혈당량이 높은 상태를 유지하는 제1형 당뇨병을 앓고 있다. 그러므로 이 환자는 인슐린을 분비하는 이자의 β 세포에 이상이 있다고 볼 수 있다.

나. 제1형 당뇨병 환자는 인슐린을 주사하여 치료한다.

오답نب기 ● 다. 정상인에서 인슐린의 농도가 최대가 되는 시점은 혈당량이 가장 높을 때보다 조금 늦게 나타난다. ㉠ ③

4

알짜풀이 ● ADH는 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진함으로써 혈장 삼투압을 감소시키고, 혈압을 높이는 작용을 한다. 그러므로 혈장 삼투압이 증가하면 ADH의 분비량은 증가하고, 혈압이 높아지면 ADH의 분비량은 감소한다.

가. A는 혈압, B는 혈장 삼투압이다.

나. ADH는 수분의 재흡수를 촉진한다.

오답نب기 ● 다. 물을 많이 마시면 혈장 삼투압이 감소하므로 ADH의 분비량도 감소한다. ㉠ ④

우공비 BOX

조심조심

TSH는 티록신 분비를 촉진하는 호르몬이므로, 만약 호르몬 A가 TSH라면, TSH를 주사하여 TSH의 혈중 농도가 증가함에 따라 티록신의 농도도 증가해야 해요.

보충 설명

호르몬과 신경의 비교

호르몬은 혈액에 의해 운반되고, 신경은 뉴런에 의해 흥분이 전달돼요. 따라서 신호 전달 속도는 신경이 호르몬보다 빠릅니다.

보충 설명

당뇨병의 종류

제1형 당뇨병(인슐린 의존성 당뇨병)은 인슐린을 생산하지 못하는 것이 당뇨병의 원인이므로 인슐린을 주사하여 치료해요. 제2형 당뇨병(인슐린 비의존성 당뇨병)은 표적 세포의 인슐린 저항성이 증가하여 나타나는 것으로 식단 조절이나 운동, 약물 요법으로 치료해요.

쉽게쉽게

우리 몸의 호르몬 분비 조절은 대부분 음성 피드백에 의해 이루어지므로 호르몬 C의 분비량이 과다하면 시상하부와 뇌하수체 전엽의 작용이 억제되어 호르몬 A와 B의 분비가 억제돼요.

수능

실력 굳히기

● 본책 158~161쪽

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

01

알짜풀이 ● ④ D는 갑상샘에서 분비되는 티록신으로, 물질대사(세포 호흡)를 촉진한다. 티록신이 과다 분비되어 갑상샘 기능 항진증에 걸리면 체중 감소, 안구 돌출 등의 증상이 나타난다.

오답نب기 ● ① A는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 성장 호르몬이다.

② B는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 옥시토신이다. 프로락틴은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 젖 분비 자극 호르몬이다.

③ C는 인슐린으로, 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되도록 하여 혈당량을 감소시킨다. 인슐린이 부족하면 오줌에서 포도당이 검출되는 당뇨 증세가 나타난다.

⑤ E는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬이다. 항이뇨 호르몬은 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진하므로, 부족 시 많은 양의 오줌이 배출되는 요붕증에 걸린다. ㉠ ④

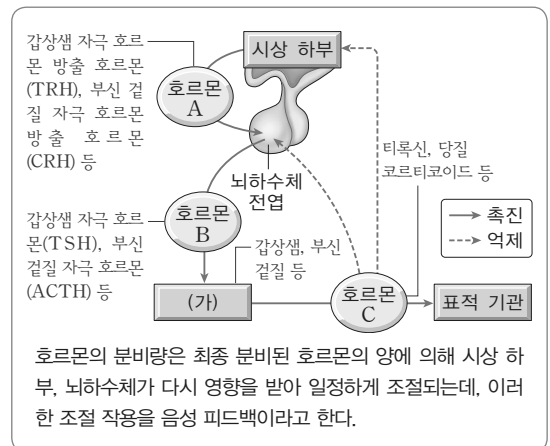
02

알짜풀이 ● 가. 호르몬 A는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 갑상샘 자극 호르몬(TSH)이고, B는 티록신이다. TSH(A)의 표적 기관은 갑상샘이고, 티록신(B)의 표적 기관은 간과 근육 등을 구성하는 체세포이다.

오답نب기 ● 나. TSH(A)는 갑상샘을 자극하여 티록신(B)의 분비를 촉진하는 호르몬이다. 따라서 TSH(A)와 티록신(B)은 길항적으로 작용하는 관계가 아니다.

다. TSH(A)의 분비량이 증가하면 갑상샘이 자극을 받으므로 티록신(B)의 분비가 촉진된다. ㉠ ①

03 | 자료 분석하기 |



호르몬의 분비량은 최종 분비된 호르몬의 양에 의해 시상하부, 뇌하수체가 다시 영향을 받아 일정하게 조절되는데, 이러한 조절 작용을 음성 피드백이라고 한다.

알짜풀이 ● 다. 호르몬 C의 혈중 농도가 높으면 음성 피드백에 의해 시상하부와 뇌하수체 전엽의 작용이 억제되므로 호르몬 A와 B의 분비는 감소한다.

오답선택기 ● ㄱ. (가)는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬에 의해 작용이 조절되는 내분비샘이다.

ㄴ. 호르몬 A는 시상 하부에서 분비되어 뇌하수체 전엽에 작용한다. 옥시토신은 시상 하부에서 분비되어 뇌하수체 후엽에 저장되었다가 분비되며, 프로락틴은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬이다. ㉮ ③

04

알짜풀이 ● A는 뇌하수체 후엽이고, B는 성장 호르몬이 분비되는 뇌하수체 전엽이다.

ㄱ. 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬은 성장 호르몬, 갑상샘 자극 호르몬, 부신 결절 자극 호르몬, 생식샘 자극 호르몬, 젖 분비 자극 호르몬(프로락틴) 등이 있으며, 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬은 항이뇨 호르몬, 옥시토신이 있다. 즉, 뇌하수체 후엽보다 전엽에서 더 많은 종류의 호르몬이 분비된다.

ㄴ. 뇌하수체 후엽에서 분비되는 옥시토신은 양성 피드백에 의해 분비량이 조절된다.

ㄷ. 뇌하수체 전엽을 제거하면 갑상샘 자극 호르몬이 분비되지 않으므로 갑상샘에서 티록신의 분비가 감소된다. ㉮ ⑤

05

알짜풀이 ● ㄱ. ㉠은 갑상샘 자극 호르몬(TSH)을 분비하는 내분비샘인 뇌하수체 전엽이다.

ㄴ. TRH의 표적 기관은 뇌하수체 전엽이고, TSH의 표적 기관은 갑상샘이다.

오답선택기 ● ㄷ. 아이오딘이 결핍되면 혈중 티록신 농도가 감소하므로 TRH와 TSH의 분비가 증가한다. ㉮ ③

06

알짜풀이 ● ㄱ. 갑상샘을 제거하면 티록신의 농도가 감소하여 물질대사도 감소한다. 티록신의 농도가 감소하면 피드백에 의해 TSH의 농도는 증가한다.

ㄷ. 집단 C에서 뇌하수체를 제거하여 TSH, 티록신의 농도가 감소하였으므로, TSH 방출 호르몬의 농도는 증가한다.

오답선택기 ● ㄴ. TSH 방출 호르몬을 주사하면 혈중 TSH와 티록신의 농도가 모두 증가한다. ㉮ ③

07

알짜풀이 ● ㄱ. A는 갑상샘 자극 호르몬에 의해 작용이 조절되는 내분비샘인 갑상샘으로, 티록신을 분비한다.

ㄷ. 저온 자극이 주어지면 피부 모세 혈관과 입모근이 수축하여 열 발산량이 감소한다.

오답선택기 ● ㄴ. (가)와 (나)는 교감 신경이 작용하는 과정이다. ㉮ ③

08

알짜풀이 ● 더울 때는 교감 신경의 작용이 완화되어 피부 근처 모세 혈관이 (나)와 같이 확장된다. 모세 혈관이 확장되면 피부 근처로 흐르는 혈액의 양이 많아지므로, 체외로의 열 발산량이 증가한다. ㉮ ②

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

원심성 신경과 구심성 신경

• 원심성 신경 : 중추 신경계의 명령을 반응기로 전달하는 운동 뉴런으로 구성돼요.

• 구심성 신경 : 감각기에서 중추 신경계로 정보를 전달하는 감각 뉴런으로 구성돼요.

● 보충 설명 ●

아이오딘(I)은 티록신의 구성 성분이므로 음식물을 통해 아이오딘을 충분히 섭취하지 못하면 티록신이 생성되지 못해요.

● 조심조심 ●

저혈당일 때는 교감 신경이 작용하여 글루카곤과 에피네프린의 분비를 촉진하고, 고혈당일 때는 부교감 신경이 작용하여 인슐린의 분비를 촉진해요.

09

알짜풀이 ● A는 티록신, B는 에피네프린이고, ㉠은 교감 신경이다.

ㄷ. 에피네프린은 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 과정을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

오답선택기 ● ㄱ. 교감 신경은 운동 신경(원심성 신경)으로 구성된다.

ㄴ. 티록신은 물질대사를 촉진하여 열 발생량을 증가시키므로 체온을 상승시킨다. ㉮ ②

10

알짜풀이 ● 포도당을 투여하면 혈당량이 증가하는데, 이때 호르몬 X의 분비량이 증가하므로, X는 혈당량을 감소시키는 인슐린이다.

ㄱ. 혈당량이 증가할 때 글루카곤의 농도는 감소한다.

ㄴ. t_2 와 t_3 사이에서 인슐린의 농도가 낮아지는 것은 혈당량이 감소하기 때문이다.

오답선택기 ● ㄷ. 인슐린은 이자의 β 세포에서 분비된다. 이자의 α 세포에서는 글루카곤이 분비된다. ㉮ ③

11

알짜풀이 ● ㄷ. (다)에서 간의 사탕(포도당)을 혈관으로 옮겼으므로 ㉠은 '혈당량 증가'에 해당한다.

오답선택기 ● ㄱ. 깃발(호르몬 X)은 이자에 있고, 깃발의 수만큼 사탕(포도당)을 간에서 혈관으로 옮겼으므로 호르몬 X는 이자에서 분비되며, 혈당량을 증가시키는 호르몬인 글루카곤이다.

ㄴ. 호르몬 X의 표적 기관은 간이다. 글루카곤은 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 반응을 촉진한다. ㉮ ②

12

알짜풀이 ● 내분비샘 A는 뇌하수체 전엽, (가)는 교감 신경에 의한 작용, 호르몬 ㉠은 당질 코르티코이드, ㉡은 에피네프린이다.

ㄱ. 뇌하수체 전엽은 부신 결절 자극 호르몬과 성장 호르몬을 분비한다.

오답선택기 ● ㄴ. 저혈당일 때는 교감 신경의 작용으로 부신 속질에서 에피네프린이 분비되므로, (가)는 교감 신경에 의한 작용이다.

ㄷ. 에피네프린은 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 작용을 촉진하지만, 당질 코르티코이드는 단백질과 지방이 포도당으로 전환되는 작용을 촉진한다. ㉮ ①

13

알짜풀이 ● 당뇨병 환자 A는 혈당량이 증가하여도 혈중 인슐린 농도가 낮은 상태를 유지하므로 인슐린 의존성 당뇨병 환자라는 것을 알 수 있고, B는 혈당량이 증가하면 혈중 인슐린 농도가 정상인과 같은 수준으로 높아지므로 인슐린 비의존성 당뇨병 환자라는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 식사 후 2시간이 지났을 때 환자 A와 B의 혈당량의 상댓값은 약 2이고, 정상인은 1 이하이다.

오답범기 ● ㄱ. 인슐린을 정기적으로 투여하여 당뇨병을 치료할 수 있는 경우는 인슐린의 혈중 농도가 낮은 상태를 유지하는 환자 A이다.

ㄴ. 혈중 인슐린 농도가 정상인과 같은 수준으로 유지되는 환자 B도 A와 같이 혈당량이 정상인보다 높게 유지되므로 혈당량 조절 작용이 정상적으로 이루어지지 않는다는 것을 알 수 있다. **정답 ③**

14

알짜풀이 ● ㄱ. 항이뇨 호르몬은 콩팥에 작용하여 수분의 재흡수를 촉진한다.

ㄴ. 휴식할 때보다 운동을 할 때 수분 배출량이 훨씬 더 많으므로, 운동을 할 때 체액의 삼투압이 증가한다.

오답범기 ● ㄷ. 운동을 할 때 수분 배출량이 많아 체액의 삼투압이 증가하므로 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가하여 수분의 재흡수가 촉진된다. **정답 ③**

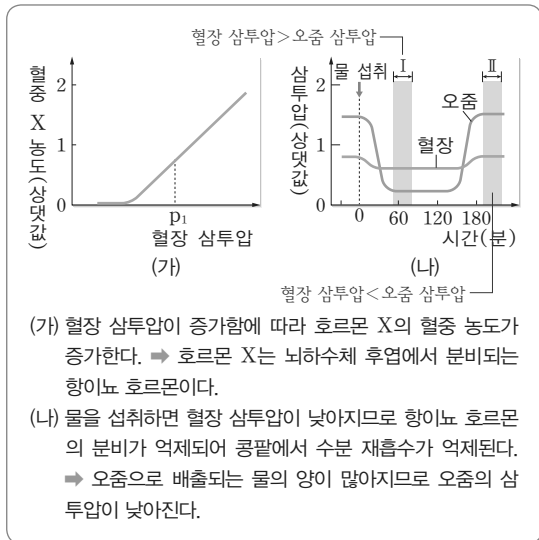
15

알짜풀이 ● ㄱ. 호르몬 A는 항이뇨 호르몬으로 콩팥에서 수분의 재흡수를 촉진한다. 땀을 많이 흘리면 혈장 삼투압이 높아지므로 항이뇨 호르몬의 분비가 촉진된다.

ㄴ. 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가하면 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되어 혈액량이 많아진다. 따라서 혈액량이 증가하면 항이뇨 호르몬의 분비가 감소한다.

오답범기 ● ㄷ. 고혈압 환자에게 항이뇨 호르몬을 주사하면 혈액량이 증가하여 혈압이 높아진다. **정답 ④**

16 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● X는 혈장 삼투압이 증가할 때 분비량이 증가하므로, 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬이다.

ㄱ. 간뇌 시상 하부의 신호에 따라 항이뇨 호르몬의 분비가 조절된다.

오답범기 ● ㄴ. 땀을 많이 흘리면 혈장 삼투압이 증가하므로 항이뇨 호르몬의 농도는 증가한다.

ㄷ. 구간 I에서보다 II에서 오줌의 삼투압이 더 높으므로, 오줌의 양은 구간 I에서보다 II에서 더 적다. **정답 ①**

쉽게쉽게

그래프 (나)에서 정상값보다 혈장 삼투압이 높아지면 혈장의 항이뇨 호르몬(호르몬 A) 농도가 높아져요. 그 결과 항이뇨 호르몬에 의해 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되어 혈장 삼투압이 다시 낮아질 수 있지요.

보충 설명

변형된 프라이온 단백질이 신경 세포에 쌓이면 신경 조직이 파괴되어 뇌에 스펀지처럼 구멍이 뚫리는 증상이 나타나요.

필수 자료

세균에 의한 질병과 바이러스에 의한 질병

• 세균에 의한 질병 : 세균성 식중독, 디프테리아, 결핵, 매독, 파상풍, 흑사병, 탄저병 등이 있어요.

• 바이러스에 의한 질병 : 바이러스성 식중독, 감기, 독감, 천연두, 수두, 광견병, 홍역, AIDS, 소아마비 등이 있어요.

09 방어 작용

21 장 질병과 병원체

개념 확인 문제

● 본책 163쪽

1 (1) ○ (2) ○ (3) × (4) × 2 병원체이다. 유전 물질을 갖는다. 3 고혈압, 당뇨병

3

결핵, 독감, 광우병, 폐렴 등은 병원체에 의해 나타나는 감염성 질병으로, 전염이 되기도 한다. 고혈압, 당뇨병 등은 병원체 없이 나타나는 비감염성 질병으로, 전염되지 않는다.

{ 문제 다지기 }

● 본책 164~165쪽

기/본/문/제 01 ⑤ 02 바이러스 03 ④ 04 ① 05 ②
06 ① 07 ⑤
실/력/문/제 08 ③ 09 ③ 10 해설 참조 11 ⑤
12 ③

01

알짜풀이 ● ⑤ 세균은 감염된 생물의 조직을 파괴하거나 독소를 분비하여 질병을 일으킨다.

오답범기 ● ① 세균은 핵이 없는 단세포 생물이다.

② 바이러스는 핵산의 종류에 따라 구분된다.

③ 신경 세포에 쌓여 신경 조직을 파괴하는 것은 변형된 프라이온의 특징이다.

④ 완전한 세포의 구조를 갖추지 못해 생물체 밖에서 결정의 형태로 존재하는 것은 바이러스의 특징이다. **정답 ⑤**

02

알짜풀이 ● 바이러스는 핵산과 단백질 껍질로 구성된 비세포 구조이며, 스스로 물질대사를 할 수 없어 숙주 세포에 기생한다. 바이러스는 세포의 특정 수용체에 결합하여 자신의 유전 물질을 주입함으로써 숙주를 감염시킨다. **정답 바이러스**

03

알짜풀이 ● 감기, 수두, 홍역, 소아마비는 바이러스에 의한 질병이지만, 탄저병은 세균에 의한 질병이다. **정답 ④**

04

알짜풀이 ● ㄱ. 폐결핵은 호흡기를 통해 감염된다. 폐결핵 환자가 기침이나 재채기를 하면 결핵균이 공기 중에 퍼지게 되는데, 이 결핵균이 호흡기를 통해 다른 사람의 체내로 들어가면 그 사람도 폐결핵에 걸릴 수 있다.

오답범기 ● ㄴ. 결핵균과 같은 세균은 효소를 가지고 있어 스스로 물질대사가 가능하므로 독립적인 생활이 가능하다. 공기 중에서 결정체로 존재하며 생물체 내에서만 증식할 수 있는 것은 바이러스이다.

ㄷ. 폐결핵은 세균성 감염 질환으로서 결핵균에 의해 발생한다. ㉑ ①

05

알짜풀이 ● (가)는 변형된 프라이온, (나)는 세균, (다)는 바이러스에 의한 질병이다.

② 항생제는 세균의 발육을 억제하거나 사멸시키는 물질로, 세균에 의한 질병은 항생제(페니실린, 테트라사이클린 등)를 이용하여 치료한다.

오답탐기 ● ① 스크래피, 크로이츠펔트-야코프병은 변형된 프라이온에 의한 질병으로 전염될 수 있다.

③ 감기나 독감은 바이러스에 의해 유발되는 질병이므로, (다)로 분류할 수 있다.

⑤ 바이러스는 자체 효소가 없어서 스스로 물질대사를 할 수 없다. ㉑ ②

06

알짜풀이 ● ㄱ. 원생동물에 의해 나타나는 질병은 대부분 매개 곤충에 의해 발생하는데, 수면병은 체체파리에 의해, 말라리아는 모기에 의해 매개된다.

오답탐기 ● ㄴ. 무좀은 접촉을 통해 다른 사람에게 전염될 수 있다.

ㄷ. 당뇨병은 전염되지 않는 비감염성 질병이다. ㉑ ①

07

알짜풀이 ● ⑤ 냉장고에 보관하더라도 오랜 시간이 지나면 음식에 세균이나 곰팡이가 증식하여 이 음식을 섭취하였을 경우 질병이 발생할 수 있다.

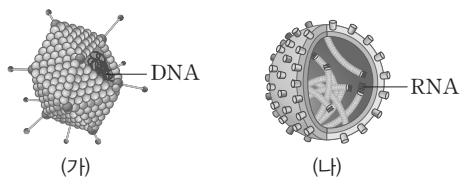
오답탐기 ● ① 음식을 익히는 과정에서 많은 병원체가 파괴된다.

② 손에는 세균과 같은 병원체가 묻어 있으므로 손을 자주 씻으면 병원체의 감염을 줄일 수 있다.

③ 마스크를 쓰면 호흡기를 통한 병원체의 감염을 줄일 수 있다.

④ 질병은 치료하는 것보다 질병이 발생하기 전에 예방하는 것이 더 중요하다. ㉑ ⑤

08 | 자료 분석하기 |



(가) 아데노 바이러스 : 핵산으로 DNA를 가지는 DNA 바이러스로, 감기를 유발한다.
(나) 인플루엔자 바이러스 : 핵산으로 RNA를 가지는 RNA 바이러스로, 독감을 유발한다.

알짜풀이 ● ㄷ. 인플루엔자 바이러스(나)는 호흡기를 통해 전염되며 독감을 일으킨다.

오답탐기 ● ㄱ. (가)는 유전 물질로 DNA를, (나)는 유전 물질로 RNA를 가진다.

우공비 BOX

조심조심

감염된 생물의 조직을 파괴하거나 독소를 분비하여 질병을 일으키는 병원체는 세균이에요.

보충 설명

세균의 종류

세균은 모양에 따라 등균 모양인 구균, 막대 모양인 간균, 나선 모양인 나선균으로 구분돼요. 식중독균과 폐렴균은 구균이고, 결핵균과 이질균은 간균, 위궤양을 일으키는 헬리코박터파이로리균은 나선균입니다.

필수 자료

감염성 질병과 비감염성 질병

• 감염성 질병 : 병원체에 감염되어 발생하는 질병이에요. ㉑ 감기, 식중독, 무좀 등
• 비감염성 질병 : 병원체 없이 나타나는 질병으로, 생활 방식, 환경, 유전 등의 원인으로 발생해요. ㉑ 고혈압, 당뇨병 등

ㄴ. (가)는 감기를 일으키는 아데노 바이러스로, 인체에 침입하면 세포 내에서 증식한 후 방출될 때 정상 세포를 파괴하여 질병을 일으킨다. ㉑ ③

09

알짜풀이 ● ㄱ. 세균은 모양에 따라 구균, 간균, 나선균으로 분류할 수 있다. (가)는 동그란 모양이므로 구균, (나)는 길쭉한 막대 모양이므로 간균이다.

ㄴ. 세균은 효소를 가지고 있어 스스로 물질대사를 할 수 있다.

오답탐기 ● ㄷ. 항생제는 세균의 증식을 억제하므로, 세균에 의한 질병은 항생제를 이용하여 치료한다. ㉑ ③

10

알짜풀이 ● 세균과 바이러스는 구조와 물질대사 가능 여부 등에서 차이가 있다.

모범답안 ● 세균은 세포 구조이지만, 바이러스는 비세포 구조이다. 세균은 효소가 있어서 스스로 물질대사를 할 수 있지만, 바이러스는 효소가 없어서 스스로 물질대사를 하지 못한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 세포와 바이러스의 차이점을 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

11

알짜풀이 ● ㄴ. 변형된 프라이온 단백질은 뇌 등의 신경 세포에 쌓여 신경 조직을 파괴한다.

ㄷ. 변형된 프라이온 단백질은 정상 프라이온 단백질과 접촉하여 정상 프라이온 단백질을 비정상적인 형태로 변형시키며 매우 빠른 속도로 증가한다.

오답탐기 ● ㄱ. 변형된 프라이온 단백질은 뇌세포에 존재하던 정상 프라이온 단백질이 변형된 것이다. ㉑ ⑤

12

알짜풀이 ● ㄱ. (가)의 병원체는 원생동물이다.

ㄴ. (나)의 병원체인 변형된 프라이온은 비세포 구조이며, 핵산이 없는 단백질성 감염 인자이다.

오답탐기 ● ㄷ. (다)는 병원체 없이 나타나는 비감염성 질병으로 전염되지 않는다. ㉑ ③

22 ㉑ 우리 몸의 방어 작용 (1)

개념 확인 문제

● 본책 167쪽

1 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ (5) × 2 (다) → (나) → (가)

3 인터페론

1

2차 방어 작용에서 백혈구는 항원의 종류를 인식하고 항체를 생성하는 데 관여한다.

{ 문제 다지기 }

● 본책 168~169쪽

기/본/문/제 01 ⑤ 02 ④ 03 ⑤ 04 ④ 05 ③

06 ⑤

실/력/문/제 07 ⑤ 08 ③ 09 해설 참조 10 ① 11 ③

01

알짜풀이 ● ⑤ 2차 방어 작용은 특이적 면역 작용으로, 병원체에 따라 다른 방법으로 대응하여 몸을 방어한다.

오답نب기 ● ① 항체는 2차 방어 작용 중 체액성 면역에만 관여한다.

② 1차 방어 작용은 선천성 면역 반응이다.

③ 피부와 점막 등은 비특이적 면역 작용(1차 방어 작용)에 관여한다.

④ 2차 방어 작용은 특이적 면역 작용에 해당한다. ㉡ ⑤

02

알짜풀이 ● (가)는 1차 방어 작용, (나)는 2차 방어 작용이다. ㉡

ㄱ. 1차 방어 작용은 선천성 면역이며, 비특이적 면역이다.

ㄴ. 2차 방어 작용은 후천성 면역이며, 병원체의 종류를 인식하여 제거하는 특이적 면역이다.

오답نب기 ● ㄴ. 1차 방어 작용은 감염 즉시 신속하게 일어나지만, 2차 방어 작용은 반응이 일어나기까지 어느 정도 시간이 걸린다. ㉡ ④

03

알짜풀이 ● ㄱ. 피부는 우리 몸을 병원체로부터 가장 먼저 방어하는 1차적인 방어벽이다.

ㄴ. 각질층은 죽은 표피 세포가 쌓여 있는 것으로, 병원체가 몸속으로 침입하는 것을 물리적으로 차단하는 방어벽 역할을 한다.

ㄷ. 피부에서 분비되는 지방과 땀의 산성 성분은 세균의 증식을 억제한다. ㉡ ⑤

04

알짜풀이 ● 눈, 소화기, 호흡기 등 피부로 덮여 있지 않은 부위를 보호하는 세포층을 점막이라고 한다. 점막의 표면은 라이소자임 등의 항균 물질을 포함한 점액으로 덮여 있어 병원체의 침입을 막을 수 있다. ㉡ ④

05

알짜풀이 ● ③ 항원에 의해 활성화된 B 림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화된 후 형질 세포에서 항체가 생산되며, 항체에 의해 항원이 무력화되는 항원 항체 반응은 체액성 면역으로서 2차 방어 작용이다.

오답نب기 ● ①, ② 1차 방어 작용은 병원체의 종류나 감염 경험의 유무와 관계없이 우리 몸이 병원체에 감염되었을 때 수 시간 내에 신속하게 일어나는 선천성 면역이다.

④, ⑤ 호흡기, 소화기, 배설기 등을 덮고 있는 점막, 눈물과 침 속에 포함된 라이소자임은 병원체의 침입을 막아 주는 역할을 하며, 1차 방어 작용에 해당한다. ㉡ ③

우공비 BOX

● 필수 자료 ●

염증 반응 과정

세균 침입 → 비만 세포에서 히스타민 분비 → 모세 혈관 확장 및 혈관 벽의 투과성 증가 → 백혈구와 혈장이 혈관을 빠져나옴 → 백혈구의 식균 작용

● 필수 자료 ●

면역의 종류

- 1차 방어 작용 : 선천성 면역, 비특이적 면역 ㉡ 피부, 점막, 염증 반응 등
- 2차 방어 작용 : 후천성 면역, 특이적 면역 ㉡ 체액성 면역, 세포성 면역

● 보충 설명 ●

1차 방어 작용의 특징

- 병원체에 공통으로 존재하는 특징을 인식하여 폭넓게 병원체를 감지해요.
- 병원체가 이전에 침입한 적이 있었는지의 여부에 관계없이 이미 방어 체계가 존재하여 감염 발생 시 신속하게 반응이 일어나요.

쉽게쉽게

각질층은 피부 표피의 가장 바깥쪽에 있는 층으로, 죽은 표피 세포가 겹겹이 쌓여 있는 거예요. 따라서 각질층을 이루는 세포에서는 물질대사가 일어나지 않아요.

06

알짜풀이 ● 피부 조직이 손상되어 병원체가 체내로 들어오면 비만 세포에서 히스타민을 분비한다. 히스타민은 모세 혈관을 확장시키고 혈관 벽의 투과성을 높인다. 그 결과 혈류량이 증가하여 피부에서 열이 나고 붉어지며, 혈장이 혈관 밖으로 나가 상처 부위가 부어오르면서 통증을 유발한다. 또 백혈구가 혈관을 빠져나와 상처 부위로 모여 식균 작용을 통해 병원체를 제거한다. 이때 죽은 백혈구와 세포 등이 섞여 고름이 형성된다. ㉡ ⑤

07

알짜풀이 ● (가)는 병원체의 종류를 인식하고 이에 따라 반응하므로 특이적 면역이다. (나)는 병원체의 공통적인 특성을 인식하여 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나므로 비특이적 면역이다. 특이적 면역은 2차 방어 작용이며, 후천성 면역이다. 비특이적 면역은 1차 방어 작용이며, 선천성 면역이다.

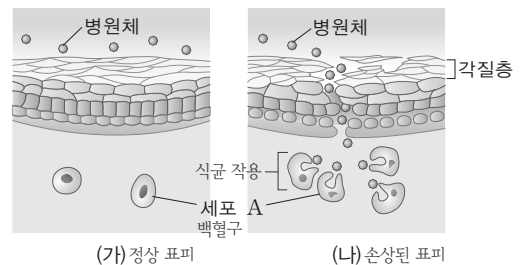
⑤ 1차 방어 작용은 감염 즉시 일어나지만, 2차 방어 작용은 방어 작용이 일어나기까지 어느 정도 시간이 걸린다.

오답نب기 ● ① 식균 작용과 염증 반응은 (나)의 예에 해당한다.

②, ④ 기억 세포에 의한 기억 작용이 있어 동일한 병원체가 재침입하였을 때 효과적으로 작용하는 면역은 2차 방어 작용(후천성 면역)으로 (가)에 해당한다.

③ (가)는 세포성 면역과 체액성 면역으로 구분된다. ㉡ ⑤

08 | 자료 분석하기 |



(가) 죽은 표피 세포가 겹겹이 쌓여 이루어진 각질층이 병원체 침입을 차단한다.

(나) 손상된 표피로 병원체가 들어오면 염증 반응이 일어난다.

알짜풀이 ● ㄱ, ㄷ. (가)와 같이 피부가 손상되지 않았을 때는 피부의 각질층에 의해 병원체가 체내로 침입하는 것을 막을 수 있다. 그러나 (나)와 같이 피부가 물리적으로 손상되어 병원체가 침입했을 때는 백혈구(세포 A)의 식균 작용에 의해 병원체를 제거한다.

오답نب기 ● ㄴ. 각질층을 이루는 세포는 죽은 세포이므로 물질대사가 일어나지 않는다. ㉡ ③

09

알짜풀이 ● 병원체에 달라붙어 백혈구의 기능을 도와 병원체를 파괴하거나 식균 작용을 유도하는 물질을 항균 단백질이라고 한다. 항균 단백질에는 인터페론과 보체 단백질이 있다.

모범답안 ● 인터페론은 바이러스에 감염된 세포에 의해 생성되는 단백질로, 건강한 세포를 자극하여 바이러스의 증식을 억제하는 물질을 생산하도록 함으로써 바이러스가 다른 세포로 확산되는 것을 막는다.

채점 기준	배점
① 인터페론의 작용을 바르게 설명한 경우	100 %
② 바이러스가 다른 세포로 확산되는 것을 막는다고만 설명한 경우	50 %

10

알짜풀이 ● (가)는 1차 방어 작용이고, (나)는 표면의 방어벽을 이용한 방어 작용이며, (다)는 내부 방어 작용이다.

ㄱ. 1차 방어 작용은 병원체에 공통적으로 존재하는 특징을 인식하여 일어나므로, 폭넓게 병원체를 감지하는 비특이적 면역이다.

오답탐기 ● ㄴ. 혈액의 응집 반응은 일종의 항원 항체 반응이다.

ㄷ. B 림프구가 항체를 생성하는 것은 2차 방어 작용에 해당한다. **답 ①**

11

알짜풀이 ● ㄱ. 세포 (가)는 손상된 조직에 있는 비만 세포로 히스타민을 분비하는 백혈구이고, 세포 (나)는 식균 작용으로 병원체를 제거하는 백혈구이다.

ㄴ. 물질 ㉠은 히스타민으로, 히스타민은 모세 혈관을 확장시켜 혈류량이 증가하도록 한다. 그 결과 상처 부위가 붉어지고 열이 난다.

오답탐기 ● ㄷ. 염증 반응에서 부종은 히스타민에 의해 모세 혈관 벽의 투과성이 증가되어 혈장이 혈관 밖으로 빠져나갔기 때문에 나타난다. **답 ③**

23 ㉠ 우리 몸의 방어 작용 (2)

개념 확인 문제

● 본책 171쪽

1 (1) ○ (2) ○ (3) × 2 세포성 면역 3 백신 4 응집원 : A, 응집소 : β

{ 문제 다지기 }

● 본책 172~173쪽

기본문제 01 ⑤ 02 ① 03 ① 04 ② 05 Rh⁻ B형 06 ④
심/적/문제 07 ⑤ 08 ② 09 ⑤ 10 ⑤ 11 해설 참조

01

알짜풀이 ● ⑤ 백신은 질병을 일으키지 않을 정도로 약화시킨 병원체를 이용하여 만든 인공 항원이다.

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

대식 세포는 병원체의 종류를 구분하지 않고 1차적으로 병원체를 제거해요. 대식 세포는 병원체를 세포 내로 끌어들여 분해하고 병원체의 일부를 자신의 세포 표면으로 이동시켜 드러내는데, 이 과정을 항원 제시라고 해요.

● 보충 설명 ●

혈구 중 아메바 운동으로 혈관을 빠져나올 수 있는 것은 백혈구뿐입니다. 백혈구 중 염증 반응이 일어날 때 식균 작용을 할 수 있는 것은 호중성 백혈구와 대식 세포예요.

쉽게쉽게

1차 면역 반응에서는 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화되지만, 2차 면역 반응에서는 기억 세포가 형질 세포와 기억 세포로 빠르게 분화되므로, 반응이 신속하게 일어나요.

쉽게쉽게

ABO식 혈액형의 수혈 관계 같은 혈액형끼리 수혈하는 것이 일반적이며, 이론적으로 혈액을 주는 사람의 응집원과 받는 사람의 응집소 사이에 응집 반응이 일어나지 않으면 다른 혈액형이라도 소량 수혈이 가능해요. 따라서 AB형인 사람은 모든 혈액형으로부터 소량 수혈받을 수 있고, O형인 사람은 모든 혈액형에게 소량 수혈할 수 있어요.

오답탐기 ● ①, ④ B 림프구에서 혈장 단백질인 γ -글로불린을 재료로 항체를 생성한다. **답 ⑤**

02

알짜풀이 ● ㄱ. 세포성 면역는 대식 세포가 병원체를 삼킨 후 항원을 제시하고, 보조 T 림프구가 이를 인식하여 활성화되면서 시작된다. 이후 보조 T 림프구에 의해 활성화된 세포 독성 T 림프구가 감염된 세포를 직접 제거한다.

오답탐기 ● ㄴ. B 림프구가 항체를 생성하여 일어나는 면역 반응은 체액성 면역에 해당한다.

ㄷ. 항원을 기억하였다가 항원의 재침입 시 형질 세포로 바로 분화되는 것은 기억 세포이다. **답 ①**

03

알짜풀이 ● ㄱ. 세포 (가)는 B 림프구, (나)는 형질 세포, (다)는 기억 세포이다.

오답탐기 ● ㄴ. 항체가 홍역 바이러스와만 항원 항체 반응을 하므로, 형질 세포 (나)는 홍역 바이러스에 대한 항체를 생성한다.

ㄷ. 기억 세포 (다)는 홍역 바이러스가 체내에 1차 침입하였을 때부터 생성된다. **답 ①**

04

알짜풀이 ● ② 항원이 2차 침입하면 기억 세포가 형질 세포와 기억 세포로 분화되고, 형질 세포에서 항체가 생성된다.

오답탐기 ● ① (가)는 1차 면역 반응, (나)는 2차 면역 반응이다.

③, ④ (나)는 (가)보다 형질 세포가 더 많기 때문에 항체 생성 속도가 더 빠르고, 항체 생성량도 더 많다.

⑤ 항원 Y가 투여될 때 항원 Y에 대한 1차 면역 반응이 일어난 것을 통해 혈액에 항원 Y에 대한 기억 세포가 없었음을 알 수 있다. **답 ②**

05

알짜풀이 ● 항 A 혈청에는 응집하지 않고, 항 B 혈청에만 응집했으므로, 응집원 B만 가지고 있다. 또 항 Rh 혈청에 응집하지 않았으므로 Rh 응집원을 가지고 있지 않다. 즉 이 사람의 ABO식 혈액형은 B형이며, Rh식 혈액형은 Rh⁻형이다. **답 Rh⁻ B형**

06

알짜풀이 ● AB형의 혈액에는 응집소가 없으므로, AB형은 A형, B형, O형에게 소량 수혈받을 수 있다. Rh식 혈액형에서는 같은 혈액형끼리 수혈 가능하며, Rh 응집원에 노출되지 않은 Rh⁻형은 Rh⁺형에게 수혈할 수 있다. **답 ④**

07

알짜풀이 ● ㄱ. 항원 A의 1차 투여 시 2차 면역 반응이 일어났으므로 이 쥐는 이전에 항원 A에 노출된 적이 있다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 항원 B를 2차 투여했을 때 2차 면역 반응이 일어났으므로 항원 B를 2차 투여하는 시점에 이 쥐의 체내에는 항원 B에 대한 기억 세포가 있다.

ㄷ. 같은 항원이 다시 침입하면 기억 세포가 형질 세포로 빠르게 분화하므로, 항체의 생성 속도가 빨라지고 항체 생성량도 많아진다. ㉑ ⑤

08

알짜풀이 ● ② 항체는 B 림프구에서 분화된 형질 세포에서 생성된다.

오답نب기 ● ① 감염 후 1년 동안 항체의 농도가 빠르게 증가하는 것은 B 림프구가 형질 세포로 활발하게 분화되었기 때문이다.

③ HIV 수가 증가하면서 보조 T 림프구의 농도가 감소하므로 세포 독성 T 림프구의 활성화가 잘 일어나지 못해 세포성 면역이 억제된다.

④ 보조 T 림프구의 농도가 낮아지면 세포성 면역과 체액성 면역이 모두 억제된다.

⑤ 바이러스의 변이가 증가하면 바이러스가 항체에 의해 잘 제거되지 않는다. ㉑ ②

09

알짜풀이 ● 꽃가루에 노출되면 꽃가루에 대한 항체가 생성되어 비만 세포에 결합한다. 이후 같은 꽃가루가 다시 침입하여 항체와 결합된 비만 세포를 자극하면 비만 세포에서 히스타민이 분비됨으로써 알레르기 증상이 나타난다.

ㄱ. A는 백혈구의 일종인 B 림프구에서 분화된 형질 세포이다. B 림프구는 골수에서 생성되고 성숙한다. 비만 세포도 백혈구의 일종이다.

ㄴ. 비만 세포에서 분비된 히스타민에 의해 알레르기 증상이 나타나는 것이므로, 히스타민을 제거하면 알레르기 증상을 약화시킬 수 있다.

ㄷ. 꽃가루에 처음 노출되었을 때는 항체만 생성되고, 히스타민이 분비되지 않으므로 알레르기 증상은 나타나지 않는다. ㉑ ⑤

10

알짜풀이 ● ㄱ. 철수의 혈액형은 AB형이므로, 적혈구에 응집원 A와 B가 있고 혈장에 응집소가 없다.

ㄴ. 영희의 혈액형은 B형이므로 적혈구에 응집원 B가 있다.

ㄷ. 철수의 혈장에는 응집소가 없다. 따라서 철수의 혈장과 영희의 혈구를 혼합하면 응집 반응이 일어나지 않는다. ㉑ ⑤

11

알짜풀이 ● O형인 사람의 혈액에는 응집원이 없고 응집소 α와 β가 있다. A형, B형, AB형인 사람은 응집원 A 또는 B를 가지고 있으므로, 이들의 혈액과 O형 혈액을 섞으면 응집 반응이 일어난다.

모범답안 ● O형인 사람의 혈장에는 응집소 α와 β가 모두 있어 혈액형이 다른 혈액을 수혈받으면 응집 반응이 일어난기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② O형인 사람의 혈장에는 응집소 α와 β가 있기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

우공비 BOX

●보충 설명●
기억 세포는 항원이 제거된 이후에도 면역계에 남아 있다가 같은 항원이 다시 침입했을 때 빠르게 분열하여 다량의 형질 세포를 만들어요.

용어 알기

알레르기
항원 항체 반응의 일종으로, 외부 이물질(항원)에 대해 면역계가 과도하게 반응하여 두드러기, 가려움, 콧물 등 불필요한 면역 반응을 나타내는 것을 말해요.

●필수 자료●

혈액의 응집 반응

응집원 A와 응집소 α 사이에서 응집 반응이 일어나고, 응집원 B와 응집소 β 사이에서 응집 반응이 일어나요.

쉽게 쉽게

ABO식 혈액형 판정

항 A 혈청에 응집하는 혈액은 응집원 A를, 항 B 혈청에 응집하는 혈액은 응집원 B를 가져요. A형은 응집원 A를, B형은 응집원 B를, AB형은 응집원 A와 B를 가지고 있고, O형은 응집원을 갖지 않는답니다. 이것만 기억해도 혈액형을 쉽게 판정할 수 있겠죠?

우공비 비법 특강

●본책 174~175쪽

1 ① 2 ⑤ 3 ③ 4 ④

1

알짜풀이 ● ㄱ. 구간 A는 항원 X에 대한 1차 면역 반응이, 구간 C는 항원 X에 대한 2차 면역 반응이 일어난다. 1차 면역 반응보다 2차 면역 반응에서 항체 X의 생성 속도가 더 빠르다.

오답نب기 ● ㄴ. 구간 B에서 항체 X의 농도가 감소하는 것은 기억 세포와 관련이 없으며, 항체 수명 및 형질 세포의 수 감소와 관련이 있다.

ㄷ. 구간 C에서 항원 Y에 대한 1차 면역 반응이 일어나므로, 항원 Y를 인식한 보조 T림프구는 B 림프구에 작용한다. ㉑ ①

2

알짜풀이 ● ㄴ. 세균 X는 항원 A와 B를 가지고 있으므로, 세균 X가 침입하면 항체 A와 B가 만들어진다.

ㄷ. 세균 X의 침입 시 항체 A는 빠르게 많은 양이 생성되므로 2차 면역 반응이 일어난 것이다. 따라서 세균 X의 침입 전에 항원 A에 대한 기억 세포가 형성되어 있었음을 알 수 있다. 항체 B는 1차 면역 반응에 의해 생성되므로, 세균 X의 침입 전에 항원 B에 대한 기억 세포는 존재하지 않는다.

오답نب기 ● ㄱ. 항체 A와 항체 B는 서로 다른 항원에 의해 생성되므로 서로의 생성에 영향을 주지 않는다. ㉑ ⑤

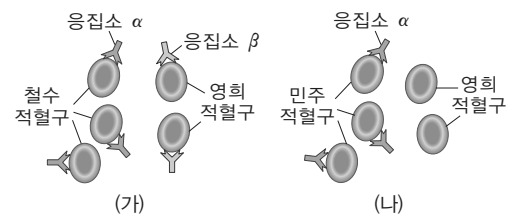
3

알짜풀이 ● 혈액형 판정 결과 항 A 혈청에서만 응집 반응이 일어났으므로, 이 사람의 혈액형은 A형이고, 응집원 A와 응집소 β를 가진다.

ㄷ. B형의 혈액에는 응집원 B가 있으므로 응집소 β가 들어 있는 X와 섞으면 응집 반응이 일어난다.

오답نب기 ● ㄱ. ㄴ. X는 혈장, Y는 혈구이다. 따라서 X에는 응집소 β가, Y에는 응집원 A가 들어 있다. ㉑ ③

4 | 자료 분석하기 |



- (가) 철수의 적혈구가 응집소 α와 응집했으므로 철수의 적혈구 표면에는 응집원 A가 있다. 또 영희의 적혈구와 응집한 응집소 β는 철수의 혈장 성분이다. ⇒ 철수의 혈액에는 응집원 A와 응집소 β가 있으므로, 혈액형은 A형이다.
- (나) 민주의 적혈구가 응집소 α와 응집했으므로 민주의 적혈구 표면에는 응집원 A가 있으며, 민주의 혈장과 영희의 적혈구가 응집하지 않았으므로 민주의 혈장에는 응집소 β가 없다. ⇒ 민주의 혈액형은 AB형이다.

알짜풀이 ● ㄱ. 철수의 혈액에는 응집소 α 와 응집하는 응집원 A가 있고, 영희의 적혈구에 있는 응집원 B와 응집하는 응집소 β 가 있으므로 철수의 혈액형은 A형이다.

ㄴ. 민주의 혈액에는 응집소 α 와 응집하는 응집원 A가 있고, 영희의 적혈구에 있는 응집원 B와 응집하는 응집소 β 가 없으므로 민주의 혈액형은 AB형이다.

오답نب기 ● ㄷ. 철수의 혈장에는 응집소 β 가 있고, 민주의 적혈구에는 응집원 A, B가 있으므로 철수의 혈장과 민주의 혈구를 섞으면 응집 반응이 일어난다. ㉡ ④

수능 문제

실력 굳히기

● 본책 176~179쪽

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

01

알짜풀이 ● A는 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)을 일으키는 HIV(사람 면역 결핍 바이러스)이고, B는 파상풍을 일으키는 파상풍균이다. C는 신경계의 퇴행성 질병을 일으키는 단백질성 감염 입자인 변형된 프라이온이고, D는 무좀균이다.

ㄴ. A는 바이러스, B는 세균, C는 단백질 입자, D는 곰팡이의 일종이므로 세포의 구조를 가지고 있는 병원체는 B와 D이다.

오답نب기 ● ㄱ. 항생제는 세균의 증식을 억제하는 물질인데, A는 바이러스이므로 항생제에 의해 증식이 억제되지 않는다. ㄷ. 정상 프라이온 단백질이 변형된 프라이온 단백질과 접촉하면 변형된 프라이온 단백질로 구조가 변하며, 변형된 프라이온 단백질이 신경 세포에 축적되면 신경 조직이 파괴되어 뇌에 스펀지처럼 구멍이 뚫리는 크로이츠펠트-야코프병에 걸리게 된다. 곤충을 매개로 감염되는 병원체에는 말라리아를 일으키는 말라리아 원충 등이 있다. ㉡ ②

02

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 비감염성 질병이고, (나)의 병원체는 바이러스, (다)의 병원체는 세균이다.

오답نب기 ● ㄴ. 바이러스는 핵산과 단백질 껍질로 구성된 비세포 구조이다.

ㄷ. 곰팡이에 의해 일어나는 질병에는 무좀, 만성 폐질환 등이 있다. ㉡ ①

03

알짜풀이 ● (가)는 세균(결핵균), (나)는 바이러스(인플루엔자 바이러스)이다.

ㄱ. 세균은 자체 효소가 있어서 스스로 물질대사를 할 수 있으며, 바이러스는 효소가 없어 살아 있는 숙주 세포 내에서 숙주의 효소를 이용하여 물질대사를 한다.

ㄷ. 세균과 바이러스는 모두 유전 물질인 핵산을 가지고 있다. ㉡ ④

오답نب기 ● ㄴ. 바이러스는 비세포 구조이다. ㉡ ④

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

모세 혈관을 빠져나올 수 있는 혈액 성분은 혈장과 백혈구뿐이요.

조심조심

바이러스 X의 농도가 증가함에 따라 즉각적으로 면역 단백질의 농도가 증가하므로, 구간 I에서 일어나는 방어 작용은 감염 즉시 신속하게 일어나는 1차 방어 작용에 해당해요.

조심조심

바이러스는 항바이러스제를 이용하여 치료해요. 항바이러스제는 체내에 침입한 바이러스의 작용을 약하게 하거나 제거하는 작용을 해요.

● 보충 설명 ●

바이러스는 유전 물질로 DNA나 RNA 중 한 가지만을 가지므로 핵산의 종류에 따라 DNA 바이러스, RNA 바이러스로 구분하기도 해요.

04

알짜풀이 ● ㄱ. 세포 A는 히스타민을 분비하는 비만 세포, 세포 B는 식균 작용을 담당하는 호중성 백혈구 또는 대식 세포이다. 따라서 세포 A와 B는 백혈구의 일종이다.

ㄴ. 비만 세포(A)에서 화학 물질(히스타민)이 분비되면 혈관 벽의 투과성이 증가하여 혈장이 새어나오기 때문에 상처 부위가 부어오르고 통증이 동반된다.

오답نب기 ● ㄷ. 적혈구는 모세 혈관 밖으로 빠져나오지 않으며, 상처 부위가 붙어지는 것은 모세 혈관이 확장되어 혈류량이 증가하기 때문이다. ㉡ ③

05

알짜풀이 ● (가)는 1차 방어 작용(염증 반응), (나)는 2차 방어 작용(체액성 면역)이다.

ㄱ. 1차 방어 작용은 태어날 때부터 가지는 선천성 면역이며, 비특이적 면역이다.

ㄷ. 형질 세포에서 만들어진 항체는 항원과 결합하여 항원을 무력화시킨다. 이를 항원 항체 반응이라고 한다.

오답نب기 ● ㄴ. 세포성 면역는 활성화된 세포 독성 T 림프구가 병원체에 감염된 세포나 돌연변이가 일어나 손상된 세포를 직접 파괴하는 면역이다. ㉡ ③

06

알짜풀이 ● ㄷ. 구간 II에서 항바이러스 X 항체의 농도가 증가한 것은 체액성 면역에 의한 2차 방어 작용이 일어났기 때문이다.

오답نب기 ● ㄱ. 구간 I에서 X의 수가 감소한 것은 면역 단백질 Y에 의한 것으로, 면역 단백질은 1차 방어 작용(비특이적 면역 반응)을 담당한다.

ㄴ. X에 대한 형질 세포에서는 2차 방어 작용에 관여하는 항바이러스 X 항체가 만들어진다. ㉡ ③

07

알짜풀이 ● ㄴ. X에 대한 항체와 세균 X가 있으면 호중성 백혈구의 식균 작용이 활발히 진행되지만, Y에 대한 항체와 세균 X가 있으면 식균 작용이 활발하지 않다. 이를 통해 항체는 항원 특이적으로 호중성 백혈구의 식균 작용을 도와준다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 호중성 백혈구는 항체가 없고 세균 X 또는 Y가 있을 때에도 식균 작용을 한다. 따라서 호중성 백혈구가 세균의 종류에 관계없이 식균 작용을 한다는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 항체가 없어도 호중성 백혈구에 의한 식균 작용이 일어난다. ㉡ ④

08

알짜풀이 ● ㉠은 기억 세포, ㉡는 형질 세포이다.

ㄱ. 세균이 인체에 침입했을 때 대식 세포가 세균을 잡아먹은 후 분해하여 표면에 항원을 제시하면 보조 T 림프구가 항원의 종류를 인식함으로써 2차 방어 작용이 시작된다.

오답نب기 ● ㄴ. 구간 I에서 항체 농도가 감소하는 것은 항체의 수명 및 형질 세포의 수 감소와 관련이 있다.

ㄷ. 구간 II에서는 2차 면역 반응이 일어나는데, 이때 기억 세포(㉠)가 형질 세포(㉡)로 분화된다. ㉡ ①

09

알짜풀이 ● ㄱ. (가)의 경우 토끼의 혈청에는 병원체에 대한 항체가 들어 있고, (나)의 경우 토끼의 혈청에는 병원체에 대한 항체가 들어 있지 않다.

오답نب기 ● ㄴ. (가)의 경우 쥐의 체내에 병원체에 대한 항체의 양을 증가시키기 위해 토끼의 혈청을 이용한 것이다.

ㄷ. (나)의 경우 토끼의 혈청에는 항체가 들어 있지 않으므로, 토끼의 혈청과 병원체 사이에서 항원 항체 반응이 일어나지 않는다. ㉮ ①

10

알짜풀이 ● ㄱ. A에서는 1차 면역 반응이 일어나 항원 X에 대한 항체가 생성된다. A의 혈청에는 항원 X에 대한 항체가 있어 A의 혈청을 주사한 B₁에는 항원 X에 대한 항체는 있지만 기억 세포는 없다. 따라서 항원 X를 주사한 B₂에서는 1차 면역 반응이 일어나 항원 X에 대한 항체가 소량 생성된다.

ㄷ. C₂에서는 기억 세포로부터 다량의 형질 세포가 만들어져 항원 X에 대한 항체가 다량으로 만들어지는 2차 면역 반응이 일어난다. 따라서 실험에 이용한 모든 생쥐 중 항원 X에 대한 항체의 최고 농도가 가장 높은 것은 C₂이다.

오답نب기 ● ㄴ. B₁과 C₁은 각각 혈청과 기억 세포를 주사 받았고 항원 X는 주사 받지 않았다. 따라서 항원 X가 없으므로 항원 X에 대한 1차 면역 반응이 일어나지 않는다. ㉮ ④

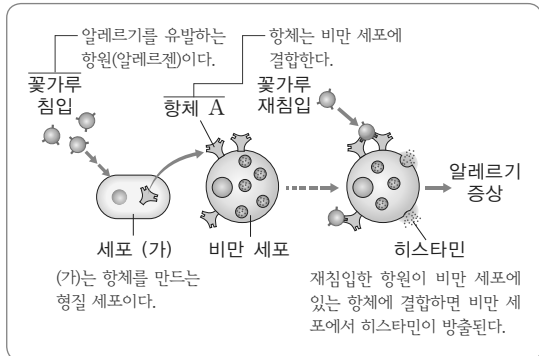
11

알짜풀이 ● ㄱ. (가)에서는 1차 면역 반응이 일어났고, (나)에서는 1차 면역 반응과 2차 면역 반응이 일어났다. 그러므로 (가)보다 (나)에서 더 많은 양의 항체가 생성된 것은 1차 접종 때 생긴 기억 세포의 작용 때문이다.

ㄷ. 가슴샘이 제거된 쥐는 T 림프구를 만들지 못한다. (마)에서 어릴 때 가슴샘이 제거된 생쥐에게 T 림프구를 주입한 후 1차와 2차 접종을 하면 항체가 많이 생성된다. 이를 통해 많은 양의 항체 합성을 위해서는 T 림프구의 도움이 필요하다는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. (나), (라), (마)의 비교로부터 가슴샘에서는 T 림프구가 성숙·분화된다는 것을 알 수 있다. ㉮ ③

12 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄴ. 항체 A는 꽃가루의 항원에 의해 생성된 것이다.

우공비 BOX

● 필수 자료 ●

혈액형의 응집원과 응집소

구분	응집원 (적혈구)	응집소 (혈장)
A형	A	β
B형	B	α
AB형	A, B	없음
O형	없음	α, β
Rh ⁺ 형	D	없음
Rh ⁻ 형	없음	항원에 노출되면 생성(δ)

ㄷ. 알레르기 증상은 꽃가루의 재침입 시 비만 세포에서 히스타민이 분비되어 나타난다.

오답نب기 ● ㄱ. (가)는 항체를 만드는 형질 세포이다. ㉮ ④

13

알짜풀이 ● 어머니는 Rh⁺ B형, 아버지는 Rh⁻ A형, 영희는 Rh⁺ AB형, 남동생은 Rh⁻ O형이다.

ㄱ. 남동생은 Rh⁻ O형으로 응집원이 없기 때문에 Rh⁺ AB형인 영희에게 소량 수혈할 수 있다.

ㄷ. 아버지의 혈액에는 응집원 A가 있고 O형의 혈액에는 응집소 α 가 있으므로 아버지의 혈액을 O형의 혈액과 섞으면 응집 반응이 일어난다.

오답نب기 ● ㄴ. 응집소 α 를 가지고 있는 사람은 어머니와 남동생이다. ㉮ ③

14

알짜풀이 ● ㄱ. 아버지와 누나의 혈액과 혈청을 서로 섞었을 때 모두 응집 반응이 일어나지 않으므로 아버지와 누나는 서로 수혈할 수 있다. 이처럼 서로 혈액을 주고받을 수 있는 것은 혈액형이 같은 경우에 가능하다.

ㄷ. 철수의 혈액(응집원 포함)을 나머지 가족의 혈청(응집소 포함)과 섞었을 때 응집 반응이 일어나지 않으므로 철수는 가족 모두에게 소량이라도 수혈할 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 어머니의 혈청과 아버지와 누나의 혈액 사이에 응집 반응이 일어나므로 어머니는 아버지와 누나로부터 수혈받을 수 없다. ㉮ ④

15

알짜풀이 ● 철수의 적혈구에는 응집원이 없으므로 철수의 혈액형은 O형이다. 영희의 적혈구에는 응집원이 1개 있으므로 영희의 혈액형은 A형 또는 B형이다. (라)는 영희의 혈구, 혈장과 모두 응집하지 않았으므로 영희의 혈액형과 같다. 영희의 혈구와 응집하고 혈장과 응집하지 않은 (나)는 O형, 반대로 영희의 혈장과 응집하고, 혈구와 응집하지 않은 (다)는 AB형이다. 그리고 영희가 A형이라면 (가)는 B형, 영희가 B형이라면 (가)는 A형이다.

ㄱ. 철수의 혈액형은 O형이다.

ㄴ. ㉠은 영희 혈장에 없는 응집소로, O형(나)인 사람과 (가) 혈액형인 사람의 혈액에 존재한다.

ㄷ. 영희에게 수혈할 수 있는 사람은 O형(나)인 사람과 영희의 혈액형과 같은 혈액형(라)을 갖는 사람이다. ㉮ ⑤

16

알짜풀이 ● 아버지는 응집원과 응집소를 모두 가지므로 AB형이나 O형이 될 수 없고, A형이나 B형 중의 하나이다. 그리고 가족의 혈액형이 모두 다르므로 아버지와 어머니가 각각 A형(AO)과 B형(BO) 중의 하나이고, 누나는 응집원이 있으므로 AB형, 민수는 O형이다.

ㄱ. 아버지와 어머니는 각각 A형과 B형 중의 하나이고, 혈액형이 다르므로 아버지의 적혈구와 어머니의 혈청을 섞으면 응집 반응이 일어난다.

ㄴ. 민수는 O형이므로 응집소 α 와 β 를 모두 가진다. ㉮ ⑤

● 쉽게 쉽게

T 림프구와 B 림프구는 모두 골수에서 생성되지만, T 림프구는 가슴샘에서 성숙하고, B 림프구는 골수에서 성숙해요. 따라서 가슴샘이 제거된 생쥐는 T 림프구를 가질 수 없답니다.

● 조심조심

아버지의 혈액형이 A형 또는 B형일 때 어머니의 혈액형이 AB형이라면 O형이 나올 수 없고, 어머니의 혈액형이 O형이라면 AB형이 나올 수 없어요. 따라서 가족의 혈액형이 모두 다르려면 아버지와 어머니의 혈액형이 A형(유전자형 AO) 또는 B형(유전자형 BO)이어야 합니다.

대단원
마무리

핵심 요약 노트

● 본책 180~181쪽

- ① 동화 작용 ② 이화 작용 ③ ATP ④ 탈분극 ⑤ 축삭돌기 ⑥ 마이오신 ⑦ A대 ⑧ 체성 ⑨ 자율 ⑩ 티록신 ⑪ 글루카곤 ⑫ 인슐린 ⑬ 음성 피드백 ⑭ 수축 ⑮ 확장 ⑯ 인슐린 ⑰ 글루카곤 ⑱ 에피네프린 ⑲ 증가 ⑳ 감소 ㉑ 피부 ㉒ 기억 세포 ㉓ A ㉔ B ㉕ α, β ㉖ 응집됨 ㉗ 응집됨

대단원
마무리

단원 평가 문제

● 본책 182~187쪽

- 01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ③ 06 ④ 07 ②
08 ① 09 ② 10 ① 11 ④ 12 ④ 13 ⑤ 14 ④
15 ⑤ 16 ① 17 ④ 18 ② 19 ④ 20 ⑤ 21 ⑤
22 ⑤ 23 ③ 24 해설 참조 25 해설 참조 26 해설 참
조 27 피드백 28 ㄱ, ㄷ 29 (가) 대식 세포 (나) 보조 T
림프구 (다) B 림프구 30 영희

01

알짜풀이 ● ④ 물질대사는 생물체 내에서 일어나는 모든 화학 반응으로, 동화 작용과 이화 작용이 있다. 동화 작용은 에너지를 흡수하는 흡열 반응이며, 이화 작용은 에너지를 방출하는 발열 반응이다. 따라서 물질대사는 반드시 에너지의 출입이 따른다.

오답넘기 ● ① 생물체 내에서 지방이 산화되는 반응은 물질 대사이며, 물질대사는 단계적으로 일어나므로 에너지도 단계별로 조금씩 방출된다.

② 아미노산으로부터 단백질을 합성하는 과정은 동화 작용으로 에너지가 흡수되는 흡열 반응이다.

③ 조직 세포에서 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 과정은 이화 작용이다.

⑤ 세포에서 포도당이 분해될 때 방출된 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지의 형태로 저장되며, 나머지는 열에너지의 형태로 방출된다. ㉔ ④

02

알짜풀이 ● ㄱ. 영양소(포도당)를 산화·분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡은 주로 미토콘드리아에서 일어난다.

ㄷ. 세포 호흡에 필요한 영양소와 산소는 심장, 혈관 등의 순환계를 통해 조직 세포에 공급된다.

오답넘기 ● ㄴ. 세포 호흡 결과 방출된 에너지의 일부만 ATP에 저장되고(약 40%), 나머지는 열에너지로 방출된다(약 60%). ㉔ ④

03

알짜풀이 ● ㄱ. ①은 아데닌으로, DNA를 구성하는 4가지 염기 중 하나이다.

ㄴ. (가) 과정은 ATP 생성 과정으로, 에너지가 흡수되는 흡열 반응이다.

우공비 BOX

조심조심

최종적으로 소화된 영양소는 주로 소장에서 흡수돼요. 대장은 소장에서 흡수되고 남은 물의 일부를 흡수하고 소화·흡수되지 않은 음식을 찌꺼기를 배출하는 역할을 해요.

필수 자료

물질대사

- 동화 작용 : 저분자 물질 → 고분자 물질(에너지 흡수)
- 이화 작용 : 고분자 물질 → 저분자 물질(에너지 방출)

쉽게쉽게

축삭의 굵기가 같으므로, 흥분 전도 속도는 말미집의 유무에 따라 달라져요. 말미집 신경은 람비에 결절에서만 흥분이 발생하는 도약 전도가 일어나므로 말미집 신경보다 흥분 전도 속도가 빨라요.

ㄷ. (나) 과정은 ATP의 고에너지 인산 결합 하나가 끊어져 ADP와 무기 인산(P_i)으로 분해되는 과정으로, (나) 과정에서 고에너지 인산 결합의 수가 감소한다. ㉔ ⑤

04

알짜풀이 ● A는 입, B는 위, C는 소장, D는 대장이며, (가)는 녹말의 기계적 소화 과정, (나)는 녹말의 화학적 소화 과정이다.

⑤ 최종적으로 소화된 영양소는 대부분 소장에서 흡수된 후 혈액을 통해 이동한다.

오답넘기 ● ① 입에서는 음식물을 씹는 운동에 의해 녹말의 기계적 소화가 일어나고, 침 속의 아밀레이스에 의해 녹말의 화학적 소화가 일어난다.

② 위에서는 펩신에 의해 단백질이 최초로 분해된다.

③ 소장으로 분비되는 이자액은 아밀레이스가 들어 있다. 따라서 소장에서는 녹말이 엿당으로 분해된다.

④ 소장으로 분비되는 이자액, 장액, 췌관액에 의해 소장에서는 단백질, 지방, 탄수화물이 모두 분해된다. 즉, 소장에서는 3대 영양소가 모두 소화된다. ㉔ ⑤

05

알짜풀이 ● A는 동맥혈, B는 정맥혈이 흐른다.

ㄱ. 폐포에서 O_2 를 공급받은 동맥혈은 조직 세포보다 O_2 의 분압이 높으므로 O_2 는 A에서 조직 세포로 이동한다.

ㄷ. 폐와 조직에서 기체는 분압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산에 의해 이동한다.

오답넘기 ● ㄴ. 폐에서 CO_2 는 모세 혈관에서 폐포로 이동하므로, B의 CO_2 분압은 폐포보다 높아야 한다. 한편, B는 조직 세포에서 CO_2 를 받으므로 CO_2 분압이 46 mmHg 미만이어야 한다. ㉔ ③

06

알짜풀이 ● 오줌의 생성 과정에서 A는 여과, B는 재흡수, C는 분비이다.

ㄴ. 혈액 속 포도당의 일부는 여과된 후 세뇨관을 지나는 동안 모세 혈관으로 100% 재흡수된다.

ㄷ. 혈액 속에 남아 있던 요산과 크레아틴은 C 과정을 통해 분비된 후 오줌에 포함되어 몸 밖으로 배출된다.

오답넘기 ● ㄱ. 단백질, 혈구 등은 혈관 벽을 통과하지 못하므로 여과되지 않는다. ㉔ ④

07

알짜풀이 ● ㄴ. (나)는 연합 뉴런으로 중추 신경인 뇌와 척수를 구성한다.

오답넘기 ● ㄱ. 흥분은 축삭돌기 말단에서 다음 뉴런의 가지돌기나 신경 세포체 방향으로 전달된다. 따라서 A에 자극을 주면 흥분의 전도는 양방향으로 이루어지지만 신경 전달 물질은 (가)의 축삭돌기 말단에서만 분비된다.

ㄷ. 축삭이 말미집으로 싸여 있으면 도약 전도를 하므로 흥분 전도 속도가 빨라진다. 따라서 말미집으로 싸여 있지 않은 (나)에서의 흥분 전도 속도가 가장 느리다. ㉔ ②

08

알짜풀이 ● ㄱ. 뉴런의 B 지점에 자극 ①을 주었을 때 C 지점에서 활동 전위가 발생한 것을 통해 자극 ①의 세기는 역치 이상임을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 가지돌기의 말단에는 시냅스 소포가 없으므로 가지돌기 말단에서 인접한 뉴런의 축삭돌기 쪽으로는 흥분이 전달되지 않는다. 따라서 B 지점에 자극 ①을 주어도 A 지점에서는 탈분극이 일어나지 않으므로 활동 전위도 발생하지 않는다.

ㄷ. 활동 전위의 크기(h 값)는 자극의 세기에 관계없이 일정하므로 자극 ①보다 세기가 큰 자극을 주어도 h 값은 변하지 않는다. **답 ①**

09

알짜풀이 ● ② 근수축 시 마이오신이 ATP를 사용하여 액틴 필라멘트를 근육 원섬유 마디의 중심 쪽으로 끌어당긴다.

오답نب기 ● ① 근육이 수축해도 A대의 길이는 변화 없다.

③ A대는 어둡게 보이고, I대는 밝게 보인다.

④ ①은 굵은 마이오신, ②는 가는 액틴 필라멘트이다.

⑤ 근수축이 일어날 때 I대, H대, 근육 원섬유 마디의 길이는 짧아진다. **답 ②**

10

알짜풀이 ● A는 대뇌, B는 간뇌, C는 중뇌, D는 연수, E는 소뇌이다.

① 대뇌는 좌우 2개의 반구로 나누어져 있으며, 고등 정신 활동과 감각, 수의 운동의 중추이다.

오답نب기 ● ② 재채기, 하품, 소화액 분비의 중추는 연수이다.

③ 체온 조절 중추는 간뇌의 시상 하부이다. 중뇌가 손상되면 안구 운동에 이상이 생긴다.

④ 연수가 손상되면 호흡 운동, 심장 박동, 소화 운동 등에 이상이 생긴다.

⑤ 소뇌는 평형 감각 중추로, 몸의 자세와 균형을 유지하는 역할을 한다. 체온과 혈당량을 일정하게 유지하는 데에는 간뇌가 관여한다. **답 ①**

11

알짜풀이 ● ㄴ. B가 손상되면 피부에서 수용한 자극이 뇌로 전달되지 못하므로 아픔은 느낄 수 없지만 대뇌의 명령이 D를 통해 전달되어 발가락은 움직일 수 있다.

ㄷ. 뾰족한 물체를 밟자마자 자신도 모르게 발을 들어 올리는 것은 척수 반사로, A → F → E의 경로를 거쳐 일어난다.

오답نب기 ● ㄱ. 뾰족한 물체를 밟았을 때 피부에서 받아들인 자극이 대뇌로도 전달되므로 아픔을 느낄 수 있다. **답 ④**

12

알짜풀이 ● (가)는 부교감 신경, (나)는 교감 신경이다.

ㄱ. 부교감 신경과 교감 신경 모두 신경절 이전 뉴런의 말단에서는 아세틸콜린(①, ②)이 분비된다.

ㄷ. 부교감 신경(가)이 흥분하면 위액의 분비가 촉진되어 소화 작용이 촉진된다.

우공비 BOX

●보충 설명●

역치 미만의 자극이 주어졌을 때도 막전위가 상승하지만, 막전위가 +35 mV에 도달하는 활동 전위는 역치 이상의 자극이 주어졌을 때만 발생해요.

●필수 자료●

뇌의 기능

- 대뇌 : 감각, 수의 운동, 고등 정신 활동의 중추
- 간뇌 : 체온 조절, 혈당량 조절, 삼투압 조절
- 중뇌 : 안구 운동, 홍채 운동 조절
- 소뇌 : 몸의 평형 유지
- 연수 : 호흡, 심장 박동, 소화 운동 조절
- 척수 : 흥분 전달 통로, 회피 반사, 무릎 반사 등의 중추

●보충 설명●

인슐린과 글루카곤의 작용
이자에서 분비되는 인슐린은 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 작용을 촉진하고, 글루카곤은 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 작용을 촉진해요.

쉽게쉽게

혈장 삼투압이 높아지면 ADH의 분비량 증가로 혈액량이 늘어나기 때문에 혈압이 높아져요. 따라서 고혈압 환자는 짠 음식을 먹지 않도록 주의해야 해요.

오답نب기 ● ㄴ. 부교감 신경과 교감 신경은 자율 신경계에 속한다. **답 ④**

13

알짜풀이 ● ㄱ. 티록신의 구성 성분인 아이오딘이 결핍되면 티록신의 농도는 감소하고, 피드백에 의해 TSH의 분비가 증가한다.

ㄴ. 티록신을 주사하면 티록신의 농도가 증가하고, 피드백에 의해 뇌하수체의 작용이 억제되어 TSH의 분비는 감소한다.

ㄷ. 뇌하수체의 기능이 떨어지면 TSH의 분비가 감소하고, 그 결과 티록신의 분비도 감소한다. **답 ⑤**

14

알짜풀이 ● ④ 신경의 작용에 의한 효과는 일시적이지만, 호르몬의 작용에 의한 효과는 비교적 오랫동안 유지된다.

오답نب기 ● ① 신경은 신호 전달 속도가 빠르고, 호르몬은 신호 전달 속도가 비교적 느리다.

② 신경은 작용 범위가 좁고, 호르몬은 작용 범위가 넓다.

③ 호르몬과 신경은 항상성 유지를 위해 상호 보완적으로 작용한다.

⑤ 신경은 뉴런을 통해 자극을 전달하고, 호르몬은 혈액을 통해 표적 기관까지 운반되어 작용한다. **답 ④**

15

알짜풀이 ● ⑤ 더울 때는 피부의 모세 혈관이 확장되고 입 모근이 이완되어 체외로의 열 발산량이 증가된다.

오답نب기 ● ② 더울 때는 에피네프린의 분비가 억제된다.

③ 더울 때는 티록신의 분비가 억제된다.

④ 포도당의 산화가 촉진되어 산소 소비량이 증가하면 체내 열 발생량이 증가하므로, 이러한 조절 과정은 추울 때 일어난다. **답 ⑤**

16

알짜풀이 ● ㄱ. A는 인슐린, B는 글루카곤이다. 고혈당일 때는 인슐린의 작용으로 혈당량이 감소하고, 저혈당일 때는 글루카곤의 작용으로 혈당량이 증가한다. 즉, 인슐린과 글루카곤은 길항 작용을 하여 혈당량을 일정하게 조절한다.

오답نب기 ● ㄴ. 이자에서 혈당량의 변화를 감지하여 인슐린이 분비되거나 부교감 신경의 작용으로 인슐린의 분비가 촉진된다.

ㄷ. 당뇨병 환자에게 투여해야 할 호르몬은 인슐린이다.

답 ①

17

알짜풀이 ● ㄱ. 혈장 삼투압이 증가하면 ADH(항이뇨 호르몬)의 분비량이 증가하여 콩팥에서의 수분 재흡수가 촉진되므로 오줌의 양이 줄어든다.

ㄷ. 짠 음식을 많이 먹으면 혈장 삼투압이 증가하므로 ADH의 분비량이 증가한다. 그 결과 콩팥에서의 수분 재흡수량이 많아지므로 혈압이 높아진다.

오답نب기 ● ㄴ. 혈액량이 감소하면 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가한다. **답 ④**

18

알짜풀이 ● (가)는 세균, (나)는 바이러스이다. ○

ㄷ. 세균과 바이러스는 공통적으로 유전 물질(DNA 또는 RNA)을 갖는다.

오답نب기 ● ㄱ, ㄴ. 세균(가)은 모양에 따라 구균, 간균, 나선균으로 분류한다. 바이러스(나)는 핵산의 종류에 따라 DNA 바이러스와 RNA 바이러스로 분류하고, 숙주의 종류에 따라 동물성 바이러스, 식물성 바이러스, 세균성 바이러스로 분류한다. ㉮ ②

19

알짜풀이 ● 감염된 상처 부위에서 분비되는 화학 물질 A는 히스타민이고, 상처 부위에 모여 식균 작용을 하는 세포 B는 백혈구의 일종인 호중성 백혈구 또는 대식 세포이다. ㉮ ④

20

알짜풀이 ● ⑤ 후천성 면역는 특이적 면역이다. 즉, 병원체의 종류를 인식하고, 병원체에 따라 다르게 대응한다.

오답نب기 ① 체액성 면역는 B 림프구에 의해 생산된 항체가 ○ 관련하는 방어 작용이다.

② 우리 몸의 첫 번째 방어 작용은 피부와 점막에 의해 병원체의 침입을 차단하는 것이다.

③ 염증 반응에는 비만 세포, 대식 세포나 호중성 백혈구가 관여한다.

④ 기억 세포의 작용에 의해 병원체가 제거되는 방어 작용은 체액성 면역이다. ㉮ ⑤

21

알짜풀이 ● ⑤ 항체는 특정 항원에만 작용하고 다른 항원과 반응하지 않는 항원 항체 반응의 특이성이 있기 때문에 풍진 백신과 파상풍 백신을 각각 접종해야 풍진과 파상풍을 모두 예방할 수 있다.

오답نب기 ● ① 감기는 다양한 감기 바이러스에 의해, 독감은 인플루엔자 바이러스에 의해 발생한다. 따라서 독감 백신을 접종해도 감기는 예방할 수 없다.

② 백신은 질병을 일으키지 않을 정도로 독성이 약화된 인공 항원이다.

③ 백신을 주사하면 1차 면역 반응이 일어나 기억 세포가 만들어진다.

④ 광견병 백신은 광견병을 예방하기 위한 것이지만 광견병 환자의 치료제는 아니다. ㉮ ⑤

22

알짜풀이 ● ㄱ. 항체는 형질 세포에서 만들어진다. 따라서 ○ 항체의 생성량이 증가한 후 감소하는 것은 형질 세포의 양이 감소하기 때문이다.

ㄴ. 항원 A에 대한 2차 면역 반응이 1차 면역 반응과 다른 것은 기억 세포의 작용으로 많은 양의 항체가 신속하게 만들어졌기 때문이다.

ㄷ. 항원 B를 1차 주입하였을 때와 2차 주입하였을 때 항체 농도 변화가 같다. 따라서 항원 B를 1차 주입한 이후 기억 세포가 남아 있지 않다는 것을 알 수 있다. ㉮ ⑤

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

바이러스의 분류

• 핵산의 종류에 따른 분류

DNA 바이러스	아데노 바이러스, 천연두 바이러스, 박테리오파지 등
RNA 바이러스	HIV, 담배모자이크 바이러스, 인플루엔자 바이러스 등

• 숙주의 종류에 따른 분류

동물성 바이러스	천연두 바이러스 등
식물성 바이러스	담배모자이크 바이러스 등
세균성 바이러스	박테리오파지

● 중심조심 ●

호중성 백혈구에 의한 식균 작용은 1차 방어 작용에 해당함.

● 보충 설명 ●

형질 세포는 수명이 길지 않아 항원 침입 후 10일 정도 지나면 항체 농도가 최고가 되었다가 이후에는 형질 세포의 감소로 항체 농도가 감소함.

23

알짜풀이 ● ㄱ. 철수는 B형, 영희는 O형이다.

ㄷ. 영희는 응집원이 없으므로 철수에게 소량 수혈할 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 철수는 B형이므로 응집원 B를 가지고 있고, 영희는 O형이므로 응집원을 갖고 있지 않다. ㉮ ③

24

모범답안 ● 연소는 고온에서 일어나며, 반응이 한 번에 진행되므로 에너지가 한꺼번에 다량으로 방출된다. 세포 호흡은 효소가 관여하여 저온에서 일어나며, 반응이 여러 단계로 진행되므로 에너지가 단계적으로 소량씩 방출된다.

채점 기준	배점
① 차이점 두 가지를 바르게 설명한 경우	100 %
② 차이점을 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

25

모범답안 ● 흥분 전달은 신경 전달 물질에 의해 이루어지는데, 축삭돌기 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있지만, 가지돌기나 신경 세포체에는 시냅스 소포가 없기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 흥분은 한 방향으로만 전달되기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

26

모범답안 ● A는 혈당량이 증가할 때 농도가 높아지므로 혈당량을 감소시키는 기능을 하는 인슐린이고, B는 혈당량이 증가할 때 농도가 낮아지므로 혈당량을 증가시키는 기능을 하는 글루카곤이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② A와 B 중 하나의 이름과 기능만 바르게 설명한 경우	50 %

27

알짜풀이 ● 어떤 원인에 의해 나타나는 결과가 다시 그 원인에 영향을 주는 작용을 피드백이라고 한다. ㉮ 피드백

28

알짜풀이 ● 특정 항원이 체내에 침입하면 이 항원과 결합하는 부위를 가진 항체가 만들어진다. 병원체에는 네모, 세모 모양의 항원이 존재하므로 이 항원들에 결합하는 부위를 가진 항체 ㄱ, ㄷ이 생성된다. ㉮ ㄱ, ㄷ

29

알짜풀이 ● 대식 세포가 항원을 제시하면 보조 T 림프구가 이를 인식하여 B 림프구를 활성화시킨다.

㉮ (가) 대식 세포 (나) 보조 T 림프구 (다) B 림프구

30

알짜풀이 ● 철수는 A형, 영희는 O형, 길동은 AB형, 영수는 B형이다. 따라서 위급한 상황에서 철수와 길동, 영수에게 소량 수혈할 수 있는 사람은 영희이다. ㉮ 영희

IV. 자연 속의 인간

10

생태계의 구성과 기능(1)

24 ㉠ 생물과 환경의 상호 관계(1)

개념 확인 문제

● 본책 191쪽

- 1 생태계 2 생산자 3 반작용 4 빛의 세기 5 (1) ○
(2) × (3) × (4) ○

{ 문제 다지기 }

● 본책 192~193쪽

- 기본 문제** 01 ② 02 생산자 03 ③ 04 ⑤ 05 ④
06 ② 07 ④
실력 문제 08 ② 09 ② 10 ④ 11 ③ 12 해설 참조
13 ①

01

알짜풀이 ● ② 광합성을 하는 **식물성 플랑크톤**은 생산자에 해당하고, 동물성 플랑크톤은 식물성 플랑크톤을 먹이로 하는 소비자에 해당한다. 분해자는 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻는 생물적 요인이다.

오답نب기 ● ①, ③, ④ 생태계는 생산자, 소비자, 분해자로 구분되는 생물적 요인과 토양, 물, 공기, 빛, 온도 등의 비생물적 요인으로 구성된다.

⑤ 분해자는 동식물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 필요한 에너지를 얻는 생물이다. ㉠ ②

02

알짜풀이 ● 빛에너지를 이용하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물을 생산자라고 하며, 녹색 식물과 식물성 플랑크톤이 생산자에 해당한다. ㉠ 생산자

03

알짜풀이 ● ③ 소비자는 광합성으로 합성된 유기물을 먹고 사는 생물이다. 초식 동물(1차 소비자)인 사슴과 토끼, 육식 동물(2차 소비자)인 여우가 소비자에 해당한다.

오답نب기 ● ①, ② 보리와 돌말, 미역은 광합성을 하므로 생산자에 해당한다.

④ 세균, 버섯, 곰팡이는 사체를 분해하여 에너지를 얻는 분해자에 해당한다. ㉠ ③

04

알짜풀이 ● ㄱ. 생물들은 서로 상호 작용을 한다. 생물들 사이의 상호 작용은 같은 종으로 구성된 개체군 내에서도 일어나고, 다른 종들 사이에도 일어난다.

ㄴ. 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 것을 반작용이라고 하며, 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 것을 작용이라고 한다.

ㄷ. 가을에 기온이 낮아져 단풍 잎이 붉게 물드는 것은 비생물적 요인이 생물에 영향을 주는 작용에 해당한다. ㉠ ⑤

우공비 BOX

쉽게쉽게

광합성량과 호흡량이 같을 때의 빛의 세기가 보상점이 지요.

● 보충 설명 ●

음엽의 특징

음엽이 양엽보다 넓고 얇은 이유는 잎이 받는 빛의 양과 빛 투과율을 높이기 위해서 예요.

용어 알기

식물성 플랑크톤

엽록소를 가지고 광합성을 하는 단세포 조류의 총칭으로, 바다에서 일어나는 광합성의 많은 부분을 담당해요.

● 보충 설명 ●

상호 작용

생물끼리는 포식과 피식, 경쟁, 기생을 하며 서로 영향을 주고받아요.

05

알짜풀이 ● 빛의 세기가 강할 때 광합성량이 더 많은 식물이 양지 식물이다. 그러므로 양지 식물의 광포화점은 D, 음지 식물의 광포화점은 C이고, 양지 식물의 보상점은 B, 음지 식물의 보상점은 A이다. ㉠ ④

06

알짜풀이 ● ㄷ. 양엽은 율타리 조직이 음엽보다 많이 발달하여 음엽보다 두껍다.

오답نب기 ● ㄱ. (가)는 잎의 두께가 얇아서 빛의 세기가 약해도 잘 자라는 음엽이다.

ㄴ. 양엽과 음엽의 두께가 차이를 보이는 것은 빛의 세기에 적응한 결과이다. 빛을 많이 받는 곳의 잎은 (나)와 같이 두껍고, 빛을 적게 받는 곳의 잎은 (가)와 같이 얇다. ㉠ ②

07

알짜풀이 ● 수심에 따라 해조류의 분포가 다른 것은 수심에 따라 투과되는 빛의 파장이 다르기 때문이다. 얇은 곳에는 파장이 긴 적색광을 주로 이용하는 녹조류가 많이 분포하고, 깊은 곳에는 파장이 짧은 청색광을 주로 이용하는 홍조류가 많이 분포한다. ㉠ ④

08

알짜풀이 ● ㄴ. 생태계의 구성 요소는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 나누어진다. 온도와 물은 비생물적 요인, 식물성 플랑크톤은 생산자, 물벼룩과 송사리는 소비자, 물곰팡이는 분해자에 속한다. 따라서 생태계의 구성 요소를 모두 갖추고 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 호수 생태계에서 분해자 역할을 하는 요소는 물곰팡이이고, 물벼룩은 1차 소비자이다.

ㄷ. 온도와 같은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 미치는 것은 작용이다. ㉠ ②

09

알짜풀이 ● ② 생태계의 구성 요소 중 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 분해하는 것은 분해자이며, 세균이나 곰팡이가 속한다.

오답نب기 ● ①, ④ 공기와 토양은 비생물적 요인이다.

③, ⑤ 토끼와 민들레는 생물적 요인이다. 토끼는 소비자, 민들레는 생산자에 해당한다. ㉠ ②

10

알짜풀이 ● (가)는 반작용, (나)는 작용, (다)는 상호 작용이다. ㄱ. 생물적 요인인 식물의 뿌리가 비생물적 요인인 암석을 갈라지게 하여 토양을 만드는 과정은 반작용이다.

ㄴ. 산의 높은 곳으로 갈수록 온도가 낮아지므로 식물 군락의 종류가 달라지는데, 이를 군집의 수직 분포라고 한다. 이와 같이 환경 요인이 생물에 영향을 주는 것을 작용이라고 한다.

오답نب기 ● ㄷ. 울창한 숲은 식물 군집이며, 이로 인해 만들어진 낮은 온도와 높은 습도는 무기 환경이다. 이는 반작용의 예에 해당한다. ㉠ ④

11

알짜풀이 ● ③ 빛이 없을 때는 광합성을 하지 못하고 호흡만 하므로 빛의 세기가 0일 때 CO₂ 방출량을 보면 각 식물의 호흡량을 알 수 있다. 빛이 없을 때 음지 식물에 비해 양지 식물의 CO₂ 방출량이 더 많다.

오답نب기 ● ① 양지 식물이 음지 식물보다 잎이 두껍다.

② 음지 식물의 보상점이 양지 식물보다 낮다.

④ 양지 식물은 빛의 세기가 강한 곳에서 잘 자란다.

⑤ 광합성량과 호흡량이 같은 빛의 세기를 보상점이라고 한다. 양지 식물의 보상점은 800 lx이고, 10,000 lx는 양지 식물의 광포화점이다. **답 ③**

12

알짜풀이 ● 적색광은 수심이 얇은 곳까지만 투과되고, 청색광은 수심이 깊은 곳까지 투과되므로 바다의 깊이에 따라 해조류의 분포가 다르다.

모범답안 ● 바다의 깊이에 따라 투과되는 빛의 파장이 다르기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 빛의 파장 때문이라고만 설명한 경우	50 %

13

알짜풀이 ● ㄱ. 8시간 암기가 지속되었을 때 개화하지 않고, 9시간 암기가 지속되었을 때 개화하였다. 따라서 9시간 이상 암기가 지속되면 개화한다는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 암기가 9시간 지속되고, 명기가 15시간일 때 개화하였다. 따라서 암기가 명기보다 짧아도 개화한다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 암기의 중간에 빛을 비추면 암기의 길이가 9시간 이상이어도 개화하지 않는다. **답 ①**

우공비 BOX

쉽게쉽게

추운 지방에 사는 동물은 열 방출량을 줄이기 위해 몸의 크기가 커지고, 말단 부위가 작아져요.

●보충 설명●

춘화 처리

가을보리는 싹이 틈 후 일정 기간 저온 상태가 유지되어야 꽃을 피우고 결실을 맺는데, 이러한 현상을 춘화 현상이라고 해요.

쉽게쉽게

식물의 개화에는 명기의 길이보다 지속적인 암기의 길이가 중요하답니다.

●보충 설명●

호기성 세균과 혐기성 세균

산소가 있는 곳에서 정상적으로 자라는 세균이 호기성 세균이고, 산소가 없는 곳에서 주로 사는 세균이 혐기성 세균이에요.

01

알짜풀이 ● 펭귄은 두꺼운 피하 지방층을 가지고 있어 체로의 열 방출을 막아 추운 환경에 적응한 것이고, 사막여우는 체외로의 열 방출량을 늘리기 위해 몸집이 작고 몸의 말단 부위가 커졌으므로 더운 환경에 적응한 것이다. **답 온도**

02

알짜풀이 ● ③ 곰은 겨울이 되면 먹이가 부족하므로 에너지를 절약하기 위해 동면(겨울잠)을 한다.

오답نب기 ● ① 추운 지방에 사는 동물일수록 열 방출량을 줄이기 위해 몸의 크기가 커지는 경향이 있다.

② 물질대사에는 효소가 관여하며, 효소는 온도의 영향을 받는다. 따라서 생물이 서식하는 환경의 온도는 생물의 물질대사에 영향을 미친다.

④ 극지방으로 갈수록 포유동물은 체외로의 열 방출량을 줄이기 위해 몸의 말단 부위가 작아지는 경향이 있다.

⑤ 가을보리는 개화와 결실을 위해 인위적으로 일정 기간 저온 상태를 유지해 주어야 한다. **답 ③**

03

알짜풀이 ● 고산 지대는 산소가 부족하기 때문에 효율적인 산소 이용을 위해 고산 지대 사람들의 혈액에는 적혈구가 평지 사람들보다 많다. 이것은 산소 분압이 낮은 공기에 적응한 사례이다. **답 ③**

04

알짜풀이 ● ⑤ 건생 식물은 수분이 적은 곳에서 생활하는 식물이다. 건생 식물인 선인장은 수분 손실을 줄이기 위해 잎이 가시로 변하였다.

오답نب기 ● ① 수생 식물은 물속에 살거나 물 위에 떠서 사는 식물로 몸체가 유연하고 부드럽으며, 뿌리가 잘 발달해 있지 않다.

② 대부분의 육상 식물은 중생 식물에 포함된다.

③ 갈대나 부들, 벼 등은 연못이나 늪 주위의 습한 곳에서 식하는 습생 식물이다.

④ 건조한 환경에 적응한 식물은 건생 식물이고, 잎, 줄기, 뿌리가 잘 발달해 있는 식물은 중생 식물이다. **답 ⑤**

05

알짜풀이 ● ⑤ 토양의 깊은 곳에는 공기의 양이 적으므로 산소가 없는 곳에서 주로 사는 혐기성 세균이 많이 분포하고, 공기의 양이 많은 토양 표면에는 호기성 세균이 많이 분포한다.

오답نب기 ● ③ 대부분의 식물은 모래와 진흙이 알맞게 섞이고, 부식질이 적당히 포함된 중성 토양에서 잘 자란다.

④ 토양 속 미생물은 분해자이다. **답 ⑤**

06

알짜풀이 ● 라운키에르는 겨울눈이 지상에서 어느 정도 높이에 위치하는지에 따라 식물의 생활형을 지상 식물, 지표 식물, 반지중 식물, 지중 식물, 1년생 식물, 수생 식물로 나누었다. **답 ②**

25 **강** 생물과 환경의 상호 관계(2)

★ 개념 확인 문제

● 본책 195쪽

1 (1) ㉠ 커지는 ㉡ 커지는 (2) ㉠ 저수 ㉡ 통기

2 (1) 온도 (2) 공기 (3) 물

● 본책 196~197쪽

{ 문제 다지기 }

기/본/문/제 01 온도 02 ③ 03 ③ 04 ⑤ 05 ⑤

06 ②

실/력/문/제 07 ③ 08 해설 참조 09 ⑤ 10 ④

11 ④

07

알짜풀이 ● 물벼룩은 몸의 크기는 여름에는 커지고 겨울에는 다시 작아진다. 이를 통해 물벼룩의 몸 크기 변화는 계절에 따른 온도 변화 때문에 나타나는 것을 알 수 있다. ㉡ ③

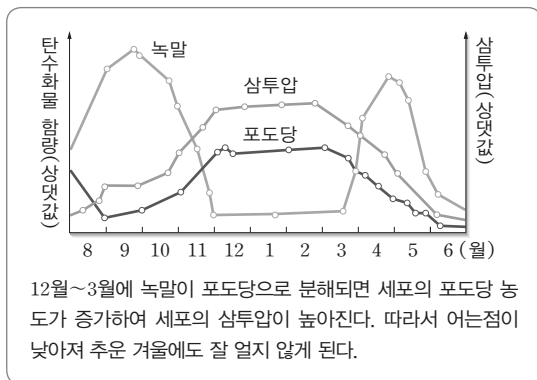
08

알짜풀이 ● 추운 지역에 사는 곰일수록 몸의 표면을 통한 열 발산량을 줄이기 위해 몸집이 커진다. A는 북극 지역, B는 아시아 남부, C는 동남 아시아에 사는 곰이다.

모범답안 ● A. 추운 지역에 사는 동물일수록 몸의 표면을 통한 열 발산량을 줄이기 위해 몸집이 커지기 때문이다.

채점 기준	배점
① 가장 추운 지역에 사는 곰의 기호를 쓰고, 그렇게 판단한 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 가장 추운 지역에 사는 곰의 기호만 바르게 쓴 경우	30 %

09 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ⑤ 추운 겨울에 세포 내 포도당의 함량을 증가시켜 삼투압이 높아지도록 함으로써 얼지 않도록 하는 것은 온도에 대한 적응 현상이다.

오답نب기 ● ①, ② 기온이 내려가면 녹말이 포도당으로 분해되어 세포 내 포도당 함량이 증가하며, 그 결과 세포의 삼투압이 높아진다.

③ 8월~9월에 세포 내 녹말 함량이 증가하면 포도당 함량은 감소한다.

④ 세포의 삼투압이 높아지면 어는점이 낮아지기 때문에 상록수는 얼지 않고 겨울을 날 수 있다. ㉡ ⑤

10

알짜풀이 ● 수국은 토양의 산성도에 따라 꽃색이 달라지고, 지렁이는 흙에 구멍을 뚫어 토양의 통기성을 높인다.

④ 토양 입자의 크기가 크면 통기성은 좋으나 물을 함유하는 힘이 약하여 토양이 쉽게 건조된다. 따라서 식물의 뿌리가 깊게 자란다.

오답نب기 ● ①, ②는 물, ③, ⑤는 온도의 영향을 받아 나타나는 현상이다. ㉡ ④

11

알짜풀이 ● A는 지상 식물, B는 지표 식물, C는 반지중 식물, D는 지중 식물, E는 1년생 식물, F는 수생 식물이다.

우공비 BOX

●보충 설명●

몸집이 커질수록 부피에 대한 표면적의 비가 작아져 외부로 방출되는 열의 양이 적어진다.

ㄱ. 기온이 높고 강우량이 많은 열대 지역에는 겨울눈이 지표 위로 30 cm 이상에 위치하는 지상 식물(A)이 많이 분포한다.

ㄴ. 겨울눈은 목본이나 다년생 초본이 겨울을 지내기 위해 만드는 눈으로, 겨울을 넘기고 이듬해 봄이 되면 꽃이나 잎이 된다. 이러한 겨울눈을 만드는 것은 겨울의 저온과 건조라는 환경에 견디기 위해서이고, 라운키에르는 이러한 겨울눈의 위치에 따라 식물의 생활형을 분류하였다.

오답نب기 ● ㄴ. 기온이 낮은 한대 지방에는 겨울눈이 지표면에 위치하는 반지중 식물(C)과 겨울눈이 땅속에 위치하는 지중 식물(D)이 많다. ㉡ ④

우공비

비법 특강

●본책 198~199쪽

1 작용 2 반작용 3 상호 작용

1 ③ 2 ③ 3 ① 4 ②

1

알짜풀이 ● A는 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 작용이고, B는 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 반작용이다.

ㄱ. 식물이 고도에 따라 다른 분포를 보이는 것은 온도의 영향 때문이므로 A에 해당한다.

ㄴ. 계절에 따라 호랑나비의 몸 크기가 다른 것은 온도의 영향 때문이므로 A에 해당한다.

오답نب기 ● ㄴ. 겨울에 뽕나무 잎은 포도당 농도를 높여 삼투압이 높아진다. 삼투압이 높아지면 낮은 온도에서도 잘 얼지 않게 된다. 이는 비생물적 환경 요인이 생물에 영향을 주는 것이므로 A에 해당한다. ㉡ ③

2

알짜풀이 ● ㄱ. 생물에 의해 대기 중의 질소의 양이 변한 것은 생물이 환경에 영향을 주는 것이므로 반작용이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 모두 생물 군집 내 개체군 간의 상호 작용이다.

오답نب기 ● ㄴ. 풀과 세균 및 곰팡이는 서로 다른 종이므로 다른 개체군이다. 그러므로 (나)는 개체군 간의 상호 작용에 해당한다. ㉡ ③

3

알짜풀이 ● (가)는 반작용이고, (나)는 개체군 간의 상호 작용이다.

ㄱ. 숲의 온도가 낮은 것은 생물적 요인인 식물에 의한 것이므로, (가) 반작용이다.

오답نب기 ● ㄴ. 한 마리의 기러기가 앞에서 이끄는 것은 기러기 개체군 내에서의 상호 작용이므로, (나) 개체군 간의 상호 작용이 아니다.

ㄴ. 생산자, 소비자, 분해자는 생물 군집이며, 생태계는 생물 군집과 비생물적 환경 요인을 모두 포함한다. ㉡ ①

●쉽게쉽게

녹말은 불용성이고, 포도당은 수용성이예요. 또 삼투압은 용액의 농도에 비례해요.

●조심조심

같은 종의 개체들로 이루어진 집단을 개체군이라고 하고, 여러 개체군들이 모인 집단을 군집이라고 해요. 상호 작용은 개체군 내, 개체군 사이에서 모두 일어나요.

4

알짜풀이 ● (가)는 환경 요인이 생물 군집에 영향을 주는 작용이며, (나)는 반작용이다.

② 장마가 끝난 후 바뀐 환경이 토양의 생물 군집에 해당하는 미생물 수를 증가시켰으므로 (가)인 작용이다.

오답نب기 ● ① 개체군은 일정 지역에 사는 같은 종의 개체들이 모인 집단을 말하므로 개체군 A, B, C는 각각 한 종으로 구성된다.

③ 분해자의 물질대사를 나타낸 것이므로 구성 요소 사이의 관계가 아니다.

④ 피식과 포식은 개체군 사이에 서로 영향을 주고받는 것이므로 상호 작용이다.

⑤ 온도의 영향을 받아 펭귄의 몸집이 달라지므로 (가) 작용에 해당한다. ㉮ ②

수능문제를

실력 굳히기

● 본책 200~203쪽

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

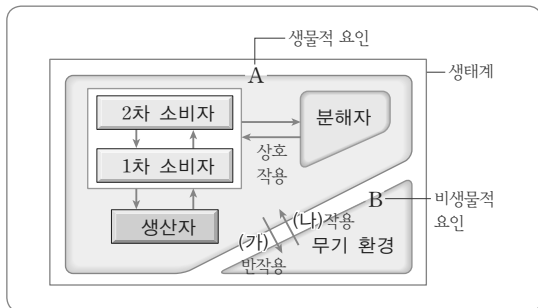
01

알짜풀이 ● ㄴ. 세균과 곰팡이는 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하여 필요한 에너지를 얻는 생물이므로 분해자에 해당한다.

ㄷ. 빛에너지를 화학 에너지(포도당)로 전환시키는 과정은 광합성이며, 식물성 플랑크톤과 식물은 광합성을 하는 생산자이다.

오답نب기 ● ㄱ. 1차 소비자는 생산자를 먹고 사는 초식 동물이다. ㉮ ④

02 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. A는 생산자, 소비자, 분해자를 포함하므로 생물적 요인, B는 무기 환경을 포함하므로 비생물적 요인이다. 생태계를 구성하는 요소는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구분한다.

오답نب기 ● ㄴ. 가을에 기온이 낮아져 은행나무 잎이 노랗게 변하는 현상은 온도(비생물적 요인)가 은행나무(생물적 요인)에 영향을 미치는 것이므로 작용(나)의 예이다.

우공비 BOX

● 보충 설명 ●

총광합성량 = 순광합성량 + 호흡량

- 총광합성량 > 호흡량 : 순 광합성량 > 0이므로 식물의 생장이 일어나요.
- 총광합성량 < 호흡량 : 순 광합성량 < 0이므로 식물은 생장하지 못해요.

● 조심조심 ●

1차 소비자는 생산자(식물)를 먹는 초식 동물이고, 2차 소비자는 1차 소비자를, 3차 소비자는 2차 소비자를 먹는 육식 동물이에요.

용어 알기

한계 암기

개화에 필요한 최소한의 암기를 말해요. 단일 식물인 도꼬마리뿐 아니라 많은 식물에 대해서도 개화의 조건은 암기의 길이예요.

ㄷ. 낙엽이 쌓여 토양이 비옥해지는 것은 생물이 비생물적 요인인 토양에 영향을 미치는 것이므로 반작용(가)의 예이다. ㉮ ①

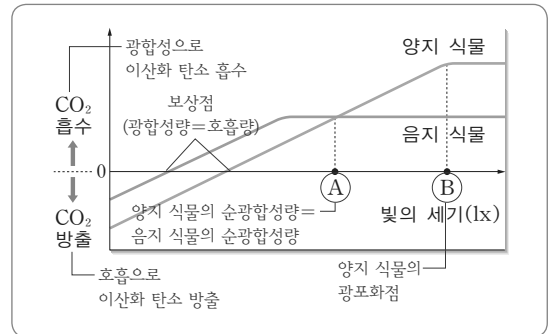
03

알짜풀이 ● ㄱ. 빛의 파장은 비생물적 환경 요인에 해당하며, 해조류는 생물 군집에 해당한다. 비생물적 환경 요인이 생물 군집에 영향을 주는 것은 ㉮인 작용에 해당한다.

ㄴ. 지렁이는 생물 군집이며, 지렁이에 의해 비생물적 환경 요인인 토양의 통기성이 달라지는 것은 ㉮인 반작용에 해당한다.

ㄷ. 개체군 사이의 상호 작용은 서로 다른 종들 간의 상호 작용을 말하는 것으로 경쟁, 분서, 공생, 기생, 포식과 피식 등이 있다. ㉮ ⑤

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄷ. B는 양지 식물의 광합성량이 최대가 되는 최소한의 빛의 세기로서, 광포화점이다.

오답نب기 ● ㄱ. 광합성량과 호흡량이 같을 때의 빛의 세기는 보상점으로, A일 때는 광합성량이 호흡량보다 커서 CO₂가 흡수된다.

ㄴ. A일 때 양지 식물과 음지 식물의 순광합성량(총광합성량 - 호흡량)이 같다. ㉮ ③

05

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 한계 암기 이하의 암기가 주어졌을 때 개화하므로 주로 봄, 여름에 꽃이 피는 장일 식물이다.

ㄷ. (나)는 한계 암기 이상의 암기가 지속될 때 개화하는 단일 식물이며, V의 경우와 같이 한계 암기 이상의 암기만 주어지면 암기 중 빛이 들어와도 개화한다.

오답نب기 ● ㄴ. I과 III을 비교해 볼 때, III에서 명기를 방해하더라도 개화 여부가 변하지 않는 것으로 보아 명기의 길이는 개화에 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. ㉮ ③

06

알짜풀이 ● ㄱ. ㄷ. 광주기성이란 일조 시간에 따라 생물의 행동이 변하는 것을 의미한다. 송어가 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식하거나 동물성 플랑크톤이 밤에는 수면 가까이 떠오르고 낮에는 수면 아래 깊은 곳으로 내려가는 것은 모두 일조 시간과 관련이 깊다.

오답نب기 ● 나. 녹조류와 홍조류의 수직 분포가 다른 것은 빛의 파장의 영향 때문이다.

르. 식물이 햇빛이 비치는 곳을 향해 굽어 자라는 것은 빛의 방향의 영향 때문이다. ㉔ ②

07

알짜풀이 ● 나. 해조류의 분포 범위가 다른 것은 수심에 따라 투과되는 빛의 파장이 다르기 때문이다. 청색광만 투과되는 깊은 바다에는 홍조류가 주로 분포한다.

다. 홍조류는 적색광은 도달하지 못하고 청색광이 도달하는 깊은 바다에도 분포하며, 청색과 보색 관계인 붉은 색소를 가지고 있어 청색광을 주로 이용하여 광합성을 한다.

오답نب기 ● 가. 긴 파장의 빛은 바다 깊은 곳까지 도달하지 못하므로 수심에 따라 해조류의 분포가 다르게 나타난다. 이와 같이 빛의 파장이라는 환경 요인이 생물 요인인 해조류의 분포에 영향을 주는 것은 작용에 해당한다. ㉔ ④

08

알짜풀이 ● 북미남방날다람쥐는 낮의 길이가 짧은 겨울에는 활동 개시 시간이 빠르고, 낮의 길이가 긴 여름에는 활동 개시 시간이 늦다. 이것은 계절에 따른 낮과 밤의 길이 변화, 즉 일조 시간에 영향을 받기 때문이다.

① 코스모스의 경우도 계절에 따른 일조 시간이 개화에 영향을 미친다.

오답نب기 ● ② 선인장에 저수 조직이 발달되어 있는 것은 건조한 환경에 적응한 것으로 물과 관련이 있다.

③ 바다의 깊이에 따라 해조류의 분포 범위가 다른 것은 빛의 파장과 관련이 있다.

④ 춘화 처리한 가을보리를 봄에 뿌리면 결실을 맺을 수 있는 것은 온도와 관련이 있다.

⑤ 고산 지대에 사는 사람이 평지에 사는 사람보다 적혈구 수가 많은 것은 공기(산소)와 관련이 있다. ㉔ ①

09

알짜풀이 ● 나. 자엽초 끝에 생장 물질(옥신)이 있기 때문에 한천을 올린 자엽초가 생장한 것이다.

다. (가)에서 빛이 비치는 반대쪽 아래에 있던 한천을 올린 자엽초가 더 많이 생장한 것을 통해 자엽초 끝의 물질은 빛이 비치는 반대쪽으로 이동하여 그곳의 생장을 촉진한다고 볼 수 있다.

오답نب기 ● 가. 한천 조각을 올려놓았을 때 생장이 일어난 것을 통해 한천 조각으로 자엽초 끝 물질이 이동했음을 알 수 있다. ㉔ ⑤

10

알짜풀이 ● 가, 나. 곰은 추워지면 먹이가 부족해져 충분한 에너지 얻을 수 없기 때문에 체온을 유지하기가 힘들어 겨울잠을 잔다. 가을보리는 싹이 틈 후 일정 기간 저온 상태가 유지되어야 꽃을 피우고 결실을 맺는데, 이러한 현상을 춘화 현상이라고 한다. 이와 같이 곰의 겨울잠과 가을보리의 춘화 현상은 온도에 대한 생물의 적응 현상이다.

우공비 BOX

보충 설명

북미남방날다람쥐는 야행성 이므로 해질 녘에 활동을 시작해요. 여름에는 낮의 길이가 길어서 늦게 활동을 시작하고, 겨울에는 낮의 길이가 짧으므로 일찍 활동을 시작해요. 따라서 겨울에서 여름으로 갈수록 활동을 시작하는 시간이 조금씩 늦어지게 되는 것입니다.

보충 설명

굴광성이 나타나는 이유

식물 호르몬인 옥신이 빛이 비치는 반대 방향으로 이동하여 중력에 의해 아래로 흘러 내리게 되면 식물은 빛이 비치는 반대쪽이 상대적으로 빨리 자라게 되므로 빛이 비치는 쪽으로 굽어지게 됩니다.

쉽게 쉽게

온도에 대한 식물의 적응에는 온대 지방의 낙엽수가 기온이 낮아지면 단풍이 드는 현상과 춘화 현상이 있어요.

오답نب기 ● 다. 캥거루쥐가 공팔에서 수분을 최대한 흡수하고 농축된 오줌을 배설하는 것은 건조한 환경에 대한 적응 현상이다. ㉔ ③

11

알짜풀이 ● ④ 빛이 비치지 않는 경우의 CO₂ 방출량을 통해 각 식물의 호흡량을 측정할 수 있는데, 양지 식물의 CO₂ 방출량이 더 많은 것을 통해 양지 식물이 음지 식물보다 호흡량이 더 많음을 알 수 있다.

오답نب기 ● ① 보상점은 광합성량과 호흡량이 같을 때의 빛의 세기를 말하므로 외관상 기체 출입이 없는 것 같이 보일 때인 a가 양지 식물의 보상점이며, 음지 식물의 보상점보다 높다.

② 음지 식물은 b의 빛의 세기 이전에 광포화점이 있다. 총 광합성량이 최고가 되기 시작하는 광포화점 이후에는 최대 생장을 보이게 된다.

③ 광포화점은 광합성량이 최대가 되는 최소한의 빛의 세기를 말하므로 b는 양지 식물의 광포화점이다. 음지 식물은 b보다 낮은 빛의 세기에서 광합성량이 최대가 된다.

⑤ 양엽은 빛의 세기가 강한 환경에 적응하여 광합성이 활발하게 일어날 수 있게 율타리 조직이 발달되어 있다. 따라서 잎이 두껍다. ㉔ ④

12

알짜풀이 ● ① 초원 (가)보다 삼림 (나)에서 반사되는 빛의 양이 더 적으므로 총광합성량은 (가)보다 (나)가 많을 것이다.

오답نب기 ● ② (가)에서는 상층으로 들어오는 빛의 양이 5로서, 중층과 하층보다 적다. 따라서 상층의 광합성량이 가장 적을 것이다.

③ (가)의 지표면에 도달하는 빛의 양이 (나)보다 많기 때문에 (나)보다 (가)의 토양에서 수분의 증발 속도가 더 클 것이다.

④ (나)에서는 하층으로 갈수록 빛의 양이 줄어들기 때문에 광합성량이 감소할 것이다.

⑤ (나)에서 상층의 식물을 제거하면 하층으로 들어오는 빛의 양이 많아지므로 양지 식물의 생장이 유리해질 것이다. ㉔ ①

13

알짜풀이 ● 추운 지방에 사는 동물일수록 체열의 손실을 막기 위해 몸집이 커지고 몸의 말단 부위가 작아진다. 따라서 (가)는 북극여우, (나)는 온대여우, (다)는 사막여우이다.

④ (가)는 추운 극지방에 사는 북극여우이고, (나)는 중위도 온대 지방에 사는 온대여우이다. 따라서 (가)가 (나)보다 온도가 낮은 지역에 서식한다.

오답نب기 ● ① 몸집이 가장 큰 여우는 북극여우(가)이다.

② 추운 지방에 사는 동물일수록 체외로의 열 방출량을 줄이기 위해 몸의 말단 부위가 작아진다. 따라서 몸의 말단 부위는 사막여우(다)보다 북극여우(가)가 작다.

③ 가장 더운 지방에 사는 여우는 몸의 말단 부위인 귀가 크고 몸집이 작은 사막여우(다)이다.

⑤ 세 여우의 몸집이 서로 다른 것은 온도에 적응하기 위한 것이다. ㉔ ④

14 | 자료 분석하기 |

우공비 BOX



나비의 계절형		물벼룩의 한살이
봄형	여름형	
• 번데기 시절의 기온이 낮다.	• 번데기 시절의 기온이 높다.	• 1월에는 물벼룩의 크기가 작고, 7월에는 물벼룩의 크기가 크다.
• 물 질대사가 활발하지 못하다.	• 물 질대사가 활발하다.	• 물벼룩은 따뜻한 여름에 크기가 크고, 추운 겨울에 크기가 작다.
• 색깔이 연하고 크기가 작다.	• 색깔이 진하고 크기가 크다.	

알짜풀이 ● ㄱ. 물벼룩의 몸 크기가 계절에 따라 달라지는 것은 온도에 따른 적응 현상이다. 물벼룩은 겨울에 몸을 작게 하여 비중을 크게 함으로써 수면 아래에 머물러 있을 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 호랑나비와 같이 계절에 따라 몸의 크기, 형태, 색깔이 달라지는 것을 계절형이라고 한다. 광주기성은 일조 시간에 따라 생물의 생활이나 행동이 주기적으로 변하는 것을 말한다.

ㄷ. 봄형 호랑나비가 여름형에 비해 색깔이 연한 것은 번데기 시절의 기온이 낮기 때문이다. [답] ①

15

알짜풀이 ● ㄴ. 겨울철에는 세포 내 포도당의 함량이 증가하여 삼투압이 높아지기 때문에 세포의 어는점이 낮아져 잘 얼지 않는다.

오답نب기 ● ㄱ. (가)는 녹말이며, (나)는 포도당이다. 포도당의 함량이 높을수록 삼투압이 높아지는데, 겨울에는 포도당의 함량이 높아지므로 삼투압이 높아진다.

ㄷ. 겨울에 포도당의 함량이 증가하는 것은 추운 겨울에 세포의 어는점을 낮춰 겨울을 무사히 넘기기 위한 온도에 대한 상록수의 적응이라고 볼 수 있다. [답] ②

16

알짜풀이 ● 조류와 파충류의 알이 단단한 껍데기로 싸여 있는 것은 건조한 육상 생활에 적응하기 위한 것이며, 이러한 적응과 관련된 환경 요인은 물이다.

② 은행나무가 단풍이 들고 낙엽이 지는 것은 겨울을 대비하기 위한 것으로, 이와 관련이 깊은 환경 요인은 온도이다.

오답نب기 ● ①, ③ 도마뱀의 몸 표면이 비늘로, 풍뎡이의 몸 표면이 키틴질의 껍데기로 덮여 있어 수분 증발을 막는다.

④ 수련에서 통기 조직이 발달한 것은 물 위에 떠서 살기 위한 것으로 이와 관련된 환경 요인은 물이다.

⑤ 낙타가 땀을 잘 흘리지 않고 농도가 진한 오줌을 배설하는 것은 건조한 환경에 적응하기 위한 것이다. [답] ②

● 보충 설명 ●

겨울에는 수면 아래쪽의 온도가 높아요. 따라서 물벼룩은 겨울에 몸의 크기를 작게 하여 비중을 크게 함으로써 수면 아래로 내려가지요.

조심조심

개체군과 군집

개체군은 같은 종인 개체들의 집단이고, 군집은 여러 종의 개체군이 어떤 지역에 모여 있는 것을 말해요.

● 보충 설명 ●

A형의 경우 어릴 때 부모의 보호를 받지 못하고, 자기 방어 능력도 없으므로 초기 사망률이 높아요. 따라서 이런 유형에 해당하는 굴은 약 1억 개, 어류는 종에 따라 수만 개 이상의 많은 알을 낳아 종족을 유지해요.

● 보충 설명 ●

키틴질이란 곤충류나 갑각류의 외골격을 이루는 물질이에요.

● 보충 설명 ●

연령 피라미드

연령 분포는 개체군에서 연령별로 개체수를 나타낸 것이고, 연령 피라미드는 연령 분포를 적은 연령부터 차례로 쌓아올린 것입니다.

11 생태계의 구성과 기능 (2)

26 개체군의 구조와 특징

개념 확인 문제

● 본책 205쪽

1 ㄱ, ㄷ 2 (1) 순위제 (2) 가족생활 (3) 리더제

1

환경 저항은 개체군의 밀도 상승에 따른 생활 공간의 부족, 먹이 부족, 노폐물의 증가와 같은 생활 환경의 저항이다.

{ 문제 다지기 }

● 본책 206~207쪽

기/본/문/제 01 ⑤ 02 ③ 03 A형: 굴, 어류 등, B형: 사람, 대형 포유류 등 04 ③ 05 포식과 피식(먹이사슬) 06 ④

실/력/문/제 07 ③ 08 ④ 09 해설 참조 10 ④ 11 ③

01

알짜풀이 ● ⑤ 개체군은 일정한 공간 내에서 생활하는 같은 종의 집단을 말한다.

오답نب기 ● ① 실제 생장 곡선은 환경 저항의 영향으로 S자형을 이룬다.

② 개체수가 증가할수록 생활 공간이 부족해지고, 먹이가 부족해지는 등 환경 저항이 점차 증가한다.

③ 개체군의 밀도는 출생과 이입에 의해 증가하고, 사망과 이출에 의해 감소한다.

④ 개체군의 밀도(D) = $\frac{\text{개체군을 구성하는 개체수}(N)}{\text{개체군이 생활하는 공간의 면적}(S)}$ 이다. [답] ⑤

02

알짜풀이 ● (나)가 (가)와 차이를 보이는 것은 개체수가 증가하면서 환경 저항도 증가하기 때문이다. 공간 부족, 먹이 부족, 환경오염, 노폐물 증가는 환경 저항에 해당하며, 천적이 감소하면 개체수가 증가한다. [답] ③

03

알짜풀이 ● A형(Ⅲ형)의 생존 곡선을 보이는 생물은 산란수가 많은 어류나 굴 등이며, B형(Ⅱ형)의 생존 곡선을 보이는 생물은 새끼를 적게 낳는 대형 포유류나 사람 등이다. 이들의 초기 생존율이 차이를 보이는 가장 큰 이유는 부모의 보호를 받는 정도가 다르기 때문이다.

[답] A형: 굴, 어류 등, B형: 사람, 대형 포유류 등

04

알짜풀이 ● ㄷ. 최근 우리나라는 저출산의 영향으로 생식 전 연령층이 급격히 감소된 상태이며, 생식 연령층의 인구가 더 많으므로 쇠퇴형에 해당한다.

오답범기 ● ㄱ. (가)는 생식 전 연령층의 비율이 상대적으로 높아 개체수가 점차 증가할 것으로 예상되는 발전형이다.
 ㄴ. (나)는 생식 전 연령층과 생식 연령층의 비율이 비슷하므로 종 모양을 나타내며, 현재의 개체수를 유지할 것으로 예상되는 안정형이다. ㉑ ③

05

알짜풀이 ● 동물 개체군은 포식과 피식의 관계와 같은 생물적 요인에 의해서도 주기적 변동을 나타낸다. 상대적으로 먼저 변하고 변화의 폭이 큰 A가 피식자에 해당하고, 상대적으로 나중에 변하고 변화의 폭이 작은 B가 포식자에 해당한다. 따라서 포식자인 B는 피식자 A의 천적이다.

㉑ 포식과 피식(먹이 사슬)

06

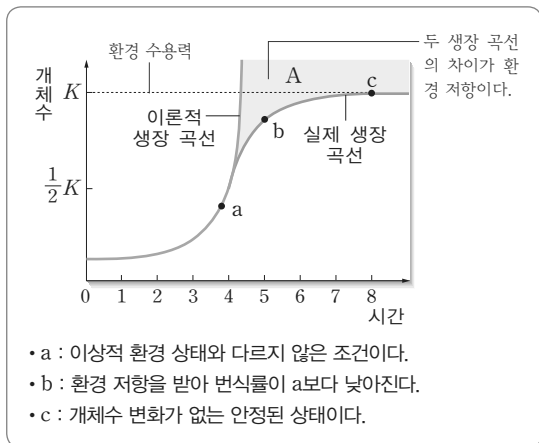
알짜풀이 ● ④ 은어는 세력권을 형성하여 다른 개체의 접근을 막는다(territory).

오답범기 ● ① 기러기는 개체군 내의 모든 개체의 순위가 정해지는 순위제와 달리 우두머리 한 마리가 전체를 이끌며, 우두머리를 제외한 서열이 없는 리더제의 예이다.
 ② 개미는 각자의 특정 역할이 있는 분업화된 사회생활을 한다. 그러므로 개체군을 해체하면 개체군의 상호 작용이 깨져 각 개체도 살 수 없게 된다.
 ③ 호랑이나 사자는 새끼가 성장하여 독립할 때까지 어미와 새끼가 무리지어 생활하는 가족생활을 한다.
 ⑤ 개체군 내의 모든 개체에서 힘의 서열에 따라 순위가 정해지는 것을 순위제라고 한다. ㉑ ④

07

알짜풀이 ● ㄱ. 개체군의 밀도는 일정한 공간을 차지하며 생활하는 개체군의 개체수를 의미한다.
 ㄴ. 개체군의 밀도가 증가함에 따라 생활 공간과 먹이의 부족, 노폐물의 증가 등이 개체군의 생장을 방해하는 환경 저항으로 작용한다.
오답범기 ● ㄷ. 개체의 사망과 이출은 개체의 수를 줄여 개체군의 밀도를 감소시키며, 개체의 출생과 이입이 개체군의 밀도를 증가시킨다. ㉑ ③

08 | 자료 분석하기 |



우공비 BOX

쉽게쉽게

피식자의 개체수가 증가하면 포식자의 개체수도 증가하고, 피식자의 개체수가 감소하면 포식자의 개체수도 감소해요.

보충 설명

territory

일정한 생활 공간을 차지하고 다른 개체의 침입을 적극적으로 막는 것으로, 한 개체가 차지한 생활 공간을 세력권이라고 해요.

쉽게쉽게

개체군의 생존 곡선 중 I형은 어릴 때 부모의 보호를 받으므로 초기 사망률이 낮고 대부분의 개체가 수명을 다하고 죽어요.

알짜풀이 ● ④ c는 환경 저항이 가장 커서 개체군의 생장률이 0인 시점이다.

오답범기 ● ① 생장 곡선은 개체수의 증가 그래프이고, a일 때는 b일 때에 비해 접선의 기울기는 번식률을 의미한다. 접선의 기울기가 큰데, 이것은 a일 때가 b일 때보다 번식률이 높다는 것을 의미한다.
 ② t_1 일 때 N_2 는 이론적인 J자형 생장 곡선의 개체수이고, N_1 은 실제 생장 곡선의 개체수이다. 이들이 서로 다른 것은 환경 저항 때문이다.
 ③ 개체 간 경쟁은 환경 저항에 해당한다. 개체수가 b에서 c로 증가함에 따라 개체 간 경쟁이 심해져 개체수 증가율이 낮아진다.
 ⑤ 실제 생장 곡선에서 개체수가 더 이상 증가하지 못하고 최대로 유지되는 상태의 개체수를 환경 수용력이라고 한다. ㉑ ④

09

알짜풀이 ● A는 개체군의 생장을 억제하는 환경 요인인 환경 저항이다. 개체군의 생장은 서식 공간의 부족, 먹이의 부족, 경쟁의 증가, 노폐물의 증가, 천적의 증가, 환경오염과 같은 환경 저항에 의해 방해받는다.
모범답안 ● 환경 저항, 환경 저항에는 서식 공간 부족, 먹이 부족, 노폐물의 증가 등이 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 환경 저항 세 가지를 바르게 설명한 경우	70 %
③ 환경 저항이라고만 쓴 경우	30 %

10

알짜풀이 ● A는 초기 사망률이 높은 III형, B는 사망률이 일정한 II형, C는 수명을 다하고 죽는 개체가 많은 I형 생존 곡선이다.
 ㄴ. 어릴 때 사망률이 높은 동물은 부모의 보호를 받는 정도가 가장 낮은 어류와 양서류이며, 이 동물들은 한번에 많은 자손을 낳는다.
 ㄷ. 새끼를 낳는 동물인 포유류는 알을 낳는 다른 동물에 비해 한번에 출생하는 자손 수가 적고 부모의 보호를 대단히 많이 받는다.
오답범기 ● ㄱ. 부모의 보호를 많이 받는 포유류의 생존 곡선은 C이다. ㉑ ④

11

알짜풀이 ● (가)는 리더제, (나)는 순위제이다.
 ㄱ. 리더제는 리더가 개체군의 행동을 지휘하므로 적으로부터 도망치거나 질서를 유지하는 데 유리하며, 리더를 제외한 나머지 개체들 간에는 서열이 없다.
 ㄴ. 순위제는 힘의 서열에 따라 일정한 순위를 결정하여 집단 내 질서를 유지하므로 불필요한 경쟁으로 인한 상처나 에너지 소모를 줄이는 데 효과가 있다.
오답범기 ● ㄷ. 리더제는 순위제와는 달리 리더를 제외한 나머지 개체들 간에 서열이 없다. ㉑ ③

27 ㉔ 군집의 구조와 특징

개념 확인 문제

● 본책 209쪽

1 (1) ㄷ (2) ㄴ (3) ㄱ 2 (마) → (나) → (가) → (바) → (라) → (다)

{ 문제 다지기 }

● 본책 210~211쪽

기/본/문/제 01 ⑤ 02 우점종 03 ② 04 ④ 05 ②

06 ④

실/력/문/제 07 ② 08 ② 09 ③ 10 ⑤ 11 해설

참조

01

알짜풀이 ● ㄱ. 해감과 규조류는 무기물을 유기물로 합성하는 독립 영양 생물이므로 이 하천의 생산자에 해당한다.

ㄴ. 송어가 증가하면 단기적으로 송어의 먹이인 각다귀 유충은 감소하고, 각다귀 유충을 먹는 거머리도 감소하게 된다.

ㄷ. 등에 유충과 하루살이 유충은 모두 규조류를 먹이로 하고 있으므로 서로 먹이를 두고 경쟁한다. ㉔ ⑤

02

알짜풀이 ● 우점종은 그 군집을 대표하는 종이며, 희소종은 군집에서 중요도가 낮은 종이다. 지표종은 특정 군집에만 있어 다른 군집과 구별해 주는 지표가 되는 종이다. ㉔ 우점종

03

알짜풀이 ● 기온이 높고 강수량이 많은 지역에는 육상 군집 중 삼림 군집이 발달하며, 삼림에 해당하는 것은 열대 지방의 열대 우림 군집이다.

오답نب기 ● 열대 초원(사바나)과 온대 초원(스텝)은 초원 군집에 해당하므로 삼림보다는 강수량이 적고 건조한 지역에 발달하며, 열대 사막과 툰드라는 황원 군집에 해당하므로 강수량이 매우 적거나 기온이 매우 낮은 지역에 발달한다. ㉔ ②

04

알짜풀이 ● ㄴ. 사막 군집의 경우 연평균 기온이 높으며, 강수량이 적은 곳에서 형성된다.

ㄷ. 수직 분포의 경우 고도가 낮은 곳일수록 온도가 높으므로 높은 온도에서 잘 자라는 식물이 군집을 이룬다.

오답نب기 ● ㄱ. 수직 분포를 결정하는 주요인은 기온이다. 수직 분포는 높이에 따른 분포이므로 강수량의 차이는 적다. ㉔ ④

05

알짜풀이 ● 화산이 폭발한 후 진행되는 천이는 1차 천이이다. 1차 천이의 개척자는 지의류이며, 이후 이끼류와 초본이 형성된다. 작은 목본류인 관목림이 형성된 이후 빛의 세기가 강한 곳에서 잘 자라는 양수림이 자라고, 가장 안정적인 극상을 이루는 것은 음수림이다. ㉔ ②

우공비 BOX

조심조심

개체군과 군집은 생물적 요인으로만 이루어져 있고, 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성되어 있어요.

용어 알기

우점종

상대 밀도, 상대 빈도, 상대 피도의 합인 중요도가 가장 큰 종으로, 군집을 대표하는 종이에요.

보충 설명

수평 분포는 위도에 따른 분포이고, 수직 분포는 고도에 따른 분포예요.

쉽게쉽게

서식하고 있는 지역의 기온, 강수량 등 환경 요인에 따라 군집의 분포가 달라져요.

조심조심

강수량, 온도 등의 기후 요인에 따라 초원이나 양수림에서 더 이상 천이가 진행되지 않고 안정되기도 하지요.

06

알짜풀이 ● ④ 앞에 올타리 조식이 발달하는 것은 양수림이다. 천이의 가장 안정된 상태인 극상을 이루는 것은 음수림이다.

오답نب기 ● ① 천이를 시작하는 생물을 개척자라고 하며, 마지막의 안정된 상태를 극상이라고 한다.

② 천이는 볼모지에서 시작되지만, 천이가 진행되면서 풀과 나무가 형성되며 동물 군집의 개체수도 증가하게 된다. 따라서 천이가 진행될수록 먹이 사슬이 복잡해진다.

③ 최근 사람에 의해 생태계가 파괴되거나 새로 조성되는 등 군집의 천이에 인간의 영향이 커지고 있다.

⑤ 천이가 진행되는 과정에서는 식물과 동물의 종 수가 늘어난다. 그러나 음수가 많아지는 극상에서는 지표면까지 도달하는 빛의 양이 현저히 떨어지므로 종 다양성은 오히려 줄어들게 된다. ㉔ ④

07

알짜풀이 ● ② 개체군은 일정한 지역에 사는 같은 종의 무리를 말하며, 군집은 여러 개체군이 모여 형성된 것이다. 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성된 것은 생태계이다.

오답نب기 ● ① 생태계는 군집과 환경 요인이, 군집은 여러 개체군이, 개체군은 개체가 모여서 형성된다.

③ 군집을 이루는 개체들은 복잡한 먹이 사슬을 이루어 안정된 생태계를 형성하게 된다. 먹이 사슬은 먹이를 통해 에너지를 흡수하려는 과정이므로 먹이 사슬의 방향은 에너지의 이동 경로와 같다.

④ 군집은 안정성을 유지하는 능력이 있어 환경 변화에 저항하여 원래의 상태로 복귀할 수 있다.

⑤ 생태계는 생산자, 소비자, 분해자인 생물적 요인과 비생물적 요인인 무기 환경이 모여서 이루어진다. ㉔ ②

08

알짜풀이 ● ㄷ. 안정된 생태계라면 일반적으로 먹이 사슬의 가장 상위 단계에 해당하는 생물의 개체수가 가장 적다.

오답نب기 ● ㄱ. B는 송충이를 먹는 생물이면서 동시에 작은 새도 먹을 수 있는 생물이어야 한다. 곤충이 새를 먹는 것은 불가능하므로 B는 곤충이 아니다.

ㄴ. 식물 1이 많아지면 송충이의 개체수는 증가하고, 송충이를 먹는 B와 C의 개체수가 증가하므로 작은 새의 개체수는 감소한다. 작은 새의 개체수가 감소하면 먹이인 A의 개체수는 증가한다. ㉔ ②

09

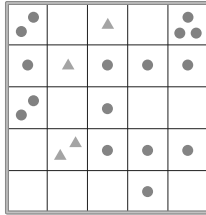
알짜풀이 ● ③ 침엽수림은 강수량이 적으며 기온이 낮은 북미나 유라시아~극지방의 경계와 같이 겨울이 춥고 긴 지역에 주로 발달한다.

오답نب기 ● ① 사막을 나타낸 것이다. 강수량이 가장 적으며, 계절과 시간에 따라 변이가 심한 군집이다.

② 사바나(열대 초원)를 나타낸 것이다. 건기를 잘 견디는 초본류가 주를 이룬다.

- ④ 삼림 군집인 상록활엽수림 지역이며, 강수량과 기온이 높은 아열대와 난대 지방에 분포한다.
 ⑤ 삼림 군집인 낙엽활엽수림 지역이며, 강수량과 기온이 높다. **답 ③**

10 | 자료 분석하기 |



● 질경이
 ▲ 민들레
 ■ 강아지풀

• 질경이의 상대 밀도 = $\frac{\text{질경이 개체수}}{\text{전체 개체수}} \times 100$
 $= \frac{10}{20} \times 100 = 50\%$

• 질경이가 출현한 방형구 수는 6개, 강아지풀이 출현한 방형구 수는 6개이다. → 방형구 수가 같으므로 상대 빈도가 같다.

알짜풀이 ● ㄱ. 상대 밀도는 조사한 모든 종의 개체수에 대한 특정 종 개체수의 비율이다. 전체 종의 개체수는 질경이가 10개체, 민들레가 4개체, 강아지풀이 6개체이므로 총 20개체이다. 이 중 질경이는 10개체이므로 질경이의 상대 밀도는 50%이다.

나. 상대 빈도 = $\frac{\text{특정한 종의 빈도}}{\text{조사한 모든 종의 빈도의 합}} \times 100$ 이다.

강아지풀은 6개체가 6개의 방형구에 나타났고, 질경이는 10개체가 6개의 방형구에 나타났다. 빈도와 상대 빈도는 개체수가 아닌 방형구 수를 비교하는 것이므로 두 종의 빈도와 상대 빈도는 같다.

ㄷ. 빈도는 전체 방형구 수에 대해 특정 종이 나타난 방형구 수의 비율을 말한다. 전체 방형구 수는 25개이며, 이 중 질경이가 나타난 방형구 수는 6개이고, 민들레가 나타난 방형구 수는 3개이다. 따라서 질경이의 빈도가 민들레의 빈도의 2배이다. **답 ⑤**

11

알짜풀이 ● 천이의 초기 단계에는 토양의 형성 속도와 토양의 수분량이 천이의 주요 요인이 된다. 초원이 형성되기까지는 태양의 빛에너지가 충분하게 공급되므로 빛의 세기는 천이에 크게 영향을 주지 않지만 관목림 이후 음수림까지는 빛의 세기가 천이의 주요 요인이 된다.

모범답안 ● 초원이 형성되기까지는 빛이 충분히 도달하므로 토양과 토양 내의 수분이 주요 환경 요인이 되며, 그 이후에는 빛의 양으로 인해 양수보다 음수가 더 번성하게 되므로 빛의 양이 주요 환경 요인이 된다.

채점 기준	배점
① 천이의 초기 단계와 후기 단계에 영향을 미치는 환경 요인을 모두 바르게 설명한 경우	100%
② 천이의 초기 단계와 후기 단계에 영향을 미치는 환경 요인 중 하나만 바르게 설명한 경우	50%

우공비 BOX

보충 설명

분서(서식지 분리)와 텃세
 분서와 텃세는 공통점도 있지만 차이점도 있어요. 공통점은 같은 활동 공간에서 구역을 나눠 생활한다는 것이고, 차이점은 분서가 다른 종 간의 상호 작용이라면 텃세는 같은 종 간의 상호 작용이라는 거예요.

쉽게쉽게

빈도는 개체수가 아닌 방형구의 수를 비교하는 것이므로 출현한 방형구 수가 같으면 빈도와 상대 빈도가 같아요.

필수 자료

상리 공생의 예
 흰동가리와 말미잘, 콩과식물과 뿌리혹박테리아, 개미와 진딧물, 악어와 악어새 등이 있어요.

28 장 군집 내 개체군의 상호 작용

개념 확인 문제

● 본책 213쪽

- 1 (1) ㄷ (2) ㄱ (3) ㄴ (4) ㄹ 2 경쟁 배타 원리 3 분서
 4 (1) ㄱ, ㄴ, ㄹ (2) ㄴ, ㄷ, ㄹ

문제 다지기

● 본책 214~215쪽

기본문제 01 ② 02 ① 03 ㄱ, ㄴ, ㄷ 04 ⑤

실력문제 05 ② 06 해설 참조 07 ③ 08 ④

01

알짜풀이 ● 같은 먹이를 먹는 두 종이 같은 공간에 있을 경우 두 종은 서로 경쟁을 하며, 그 결과 한 종이 사라지는 경쟁 배타 원리가 적용된다. **답 ②**

02

알짜풀이 ● ㄱ. 같은 먹이를 먹는 두 개체군이 같은 지역에 살게 될 경우 서로 먹이와 서식지를 두고 경쟁하게 되는데, 유럽쇠가마우지와 민물가마우지는 먹이를 나누는 분서를 통해 경쟁을 줄인다.

오답넘기 ● ㄴ. 분서를 통해 먹이의 종류가 달라지는 것이지 먹이의 양을 늘릴 수 있는 것은 아니다.

ㄷ. 분서를 해도 같은 지역에서 위치만 달리할 뿐이므로 천적의 공격을 피하는 데 도움을 받는 것은 아니다. **답 ①**

03

알짜풀이 ● ㄱ. A 종이 증가한 후 B 종이 증가하는 것을 통해 A 종이 피식자, B 종이 포식자임을 알 수 있다.

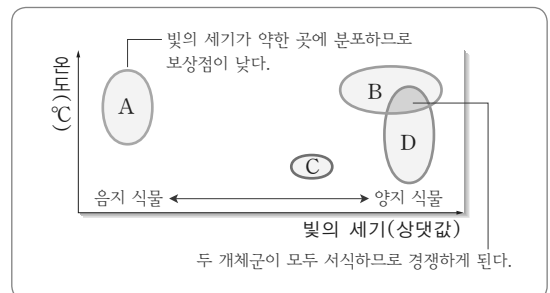
ㄴ. 포식자가 피식자에 비해 먹이 사슬의 상위 단계에 해당하므로 B 종은 A 종보다 상위 영양 단계의 생물이다.

ㄷ. t 이후 피식자인 A 종이 급격히 증가하면 포식자인 B 종도 뒤이어 급격히 증가한다. **답 ㄱ, ㄴ, ㄷ**

04

알짜풀이 ● (가)는 흰동가리는 말미잘로부터 이익을 얻지만 말미잘은 흰동가리로부터 이익을 얻지도 손해를 입지도 않는다는 것이므로 편리 공생으로 본 것이다. (나)는 흰동가리가 말미잘로부터 이익을 얻고, 말미잘도 흰동가리로부터 이익을 얻는다는 것이므로 상리 공생으로 본 것이다. **답 ⑤**

05 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. A는 B에 비해 약한 빛의 세기에서 분포하므로 보상점이 낮게 나타난다.

ㄷ. B와 D는 같은 빛의 세기와 온도에서 생활하므로 생태적 지위가 일부 중복된다. 따라서 중복이 일어난 부분에서 경쟁을 하게 된다.

오답نب기 ● ㄴ. 분포 상태를 조건에 따라 나타낸 자료이므로 이 자료로 서식 범위는 알 수 없다. A는 빛의 세기가 낮고 온도가 높은 곳에 사는 종이며, C는 빛의 세기가 A보다 높고, 온도는 A보다 낮은 곳에서 산다는 것은 알 수 있지만 이 정보만으로 서식 범위의 크기는 알 수 없다.

ㄹ. B와 D는 일부 생태적 지위가 중복되어 경쟁이 일어나지만, 모든 부분에서 중복되는 것은 아니다. 따라서 경쟁으로 인해 한 종이 살지 못하고 멸종하는 경쟁 배타 원리는 적용되지 않는다. **답 ②**

06

알짜풀이 ● 두 종류의 파개비를 골고루 섞어 **조간대**에 방류했을 때 서로 작소를 달리하여 사는 것은 경쟁을 피하기 위한 것이라고 볼 수 있다. 또한, 크타마루스 종을 제거하였을 때 바라누스 종이 조간대 상부로 가거나, 바라누스 종을 제거하였을 때 크타마루스 종이 조간대 하부로 가는 실험 결과를 통해 경쟁을 피하기 위한 분서라는 것을 확인할 수 있다.

모범답안 ● 분서, 생활 공간을 달리하여 경쟁을 피하기 위해서이다.

채점 기준	배점
① 상호 작용과 원인을 모두 바르게 쓴 경우	100 %
② 상호 작용이나 원인 중 한 가지만 바르게 쓴 경우	50 %

07

알짜풀이 ● ㄱ. 개체수가 주기적인 변동을 보이는 것이 포식과 피식의 그래프와 유사하다.

ㄴ. 기생 생물은 숙주 생물의 체내나 체외에 붙어 살면서 이익을 얻는 생물이므로 기생 생물의 개체수가 증가하면 해를 입는 숙주 생물의 개체수가 감소한다.

오답نب기 ● ㄷ. 숙주 생물은 기생 생물에게 사는 곳과 먹을 것을 제공해 주는 역할을 한다. 그러므로 숙주 생물의 개체수가 감소하면 기생 생물의 개체수도 감소하게 된다. **답 ③**

08

알짜풀이 ● (가)는 포식과 피식, (나)는 상리 공생, (다)는 순위제, (라)는 텃새이다.

ㄴ. (가)와 (나)는 이종 개체군 간의 상호 작용을 나타낸 것이며, (다)와 (라)는 개체군 내의 상호 작용을 나타낸 것이다.

ㄷ. (다)는 순위제의 예이다. 큰뿔양은 뿔치기를 통해 순위를 가린 후 순위에 따라 행동하므로 불필요한 싸움이나 경쟁을 피할 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 경쟁 배타 원리가 적용되는 것은 개체군 간의 상호 작용에서 경쟁 관계인 경우에 볼 수 있다. (가)는 포식과 피식의 관계이므로 경쟁 배타 원리가 적용되지 않는다. **답 ④**

우공비 BOX

용어 알기

조간대

만조 때의 해안선과 간조 때의 해안선 사이의 부분으로, 여러 생물 종이 서식해요.

쉽게쉽게

생존 개체수의 그래프 기울기가 클 때 사망률이 크답니다. 따라서 I 형은 후기에, II 형은 초기에 사망률이 크지요.

조심조심

분서와 순위제는 경쟁을 피하기 위한 것이라는 공통점이 있지만, 분서는 서로 다른 종, 순위제는 같은 종 간의 관계에서 볼 수 있어요.

쉽게쉽게

i 종은 구멍을 파는 능력이 발달하고, 저산소에 대한 높은 내성이 있으므로 v 종보다 진흙에 적응하기 쉬워요.

우공비

비법 특강

● 본책 216~217쪽

1 ② 2 ② 3 ⑤ 4 ⑤

1

알짜풀이 ● ㄴ. B는 개체수의 증가율이 0이 될 때이므로 개체수가 더 이상 증가하지 않기 시작했을 때이다. (가)에서 개체수가 더 이상 증가하지 않기 시작하는 시기는 ㉠이다.

오답نب기 ● ㄱ. 환경 저항이 가장 클 때는 환경 저항으로 인해 개체수가 더 이상 증가하지 못하는 때이므로 개체수의 증가율이 0인 B이다. A일 때는 개체수의 증가율이 가장 클 때이므로 환경 저항이 크지 않다.

ㄷ. A는 개체수의 증가율이 가장 클 때이다. 이때는 개체수가 가장 급격히 증가할 때이므로 (가)에서 ㉠에 해당한다. **답 ②**

2

알짜풀이 ● ㄷ. C 종의 생존 곡선은 산란수가 많지만 초기 사망률이 높은 II형으로, 굴이나 어류에서 볼 수 있다. 초기에 사망률이 낮은 종은 나이가 들어가면서 사망률이 서서히 감소하는 것을 볼 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. A 종의 성장 곡선을 나타내는 생물은 대부분 자손을 적게 낳는다.

ㄴ. B 종은 상대 연령에 관계없이 사망률이 일정하다. **답 ②**

3

알짜풀이 ● ⑤ 개체수의 증가나 감소가 없는 상태를 안정 상태라고 한다. (가)에서 약 12일쯤 지나면 3종의 개체수가 모두 변화가 없는 안정 상태를 이룬다.

오답نب기 ● ① (나)에서 a 종은 S자형 곡선을 이루는 반면, c 종은 개체수가 급격히 줄어드는 형태를 띤다. 이것은 a 종과 c 종이 서로 경쟁하여 c 종이 졌기 때문이다. 포식과 피식의 관계라면 8일까지 두 개체수가 급격히 증가하는 곡선이 나오기 어렵고, c 종이 줄어들면 a 종도 따라서 줄어드는 주기적 변동이 일어나야 한다.

② 상리 공생 관계라면 단독 배양했을 때보다 두 종의 개체수가 모두 증가해야 한다. 그러나 b 종과 c 종 모두 단독 배양했을 때보다 개체수가 줄어들었다.

③ 단독 배양할 때 약 12일 후 개체수가 더 이상 증가하지 않게 되는 것은 환경 저항 때문이다.

④ a 종과 b 종을 혼합 배양하는 실험은 실시하지 않았으므로 b 종이 멸종할지는 알 수 없다. **답 ⑤**

4

알짜풀이 ● ㄱ. v 종과 i 종이 공존할 경우 v 종은 암석 쪽에 살고, i 종은 진흙 쪽에 살면서 서식지를 분리한다.

ㄴ. 두 종이 같은 먹이를 먹고, 같은 장소에 살 경우 서로 먹이와 장소를 두고 경쟁을 할 것이며, 가장 많은 개체가 함께 공존하는 자갈에서 경쟁이 가장 치열할 것이다.

ㄷ. i 종은 v 종과 공존할 경우 진흙 쪽에 많이 사는 것으로부터 진흙에 점차 적응함을 알 수 있다. **답 ⑤**

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

01

알짜풀이 ● 나. A 구간과 B 구간에서 개체군의 크기가 더 이상 증가하지 못하는데, 이것은 환경 저항이 크기 때문이다. A 구간과 B 구간의 생장률은 모두 0이지만, B에서 개체군의 크기가 더 작은 것은 환경 저항이 더 크기 때문이다.

오답نب기 ● 가. A 구간이나 B 구간 모두 개체군 크기가 일정하므로 번식률은 0으로 같다.

다. A 구간에서 개체군의 크기가 커지지 않는 이유는 환경 저항인 먹이 부족, 생활 공간 부족, 경쟁, 노폐물, 천적, 질병 때문이다. ㉔ ②

02

알짜풀이 ● 다. 생존 곡선을 통해 검은꼬리사슴은 초기 생존 비율이 갈매기에 비해 낮다는 것을 알 수 있다.

르. 굴은 어린 시기에는 급격히 생존율이 떨어지지만 살아남은 개체는 수명을 다할 때까지 생존율이 높다.

오답نب기 ● 가. 수명이 긴 생물의 경우 부모의 보호를 받으며 생장하므로 초기 사망률이 낮은 특징이 있다.

나. 부모의 보호 능력이 큰 경우 1회 출생하는 자손의 수가 적다. ㉔ ③

03

알짜풀이 ● 가. 봄에 식물성 플랑크톤이 무기 염류를 많이 소모하여 무기 염류의 양이 적어지므로 여름에 식물성 플랑크톤의 생장이 제한된다.

다. 가을에는 빛의 세기와 온도가 여름보다 낮으므로 무기 염류의 양이 일시적으로 증가한 것이 식물성 플랑크톤이 증가하는 가장 큰 원인임을 알 수 있다.

오답نب기 ● 나. 식물성 플랑크톤이 급증한 이후 동물성 플랑크톤이 증가하고, 동물성 플랑크톤이 증가할 때 식물성 플랑크톤이 감소하는 것을 통해 식물성 플랑크톤과 동물성 플랑크톤은 생태적 지위가 서로 다름을 알 수 있다. ㉔ ③

04

알짜풀이 ● 나. 우점종이란 밀도, 빈도, 피도가 커서 그 군집을 대표할 수 있는 종이다. 이 조사 결과에서 봄에는 B 종, 여름에는 A 종, 가을에는 C 종의 개체수가 가장 많으므로 우점종이 계절별로 다른 것을 알 수 있다.

다. **희소종**은 군집에서 개체수가 가장 적은 종을 말한다. 모든 계절에서 가장 개체수가 적은 F 종이 희소종이다.

오답نب기 ● 가. D 종은 모든 계절에 250마리가 있어 계절에 따른 종의 밀도는 같다. 그러나 상대 밀도란 특정 지역에서 조사한 전체 종의 밀도에 대한 특정 종의 밀도를 말한다. 따라서 봄에서 가을로 갈수록 총 개체수가 감소하므로 D 종의 상대 밀도는 증가한다. ㉔ ④

● 보충 설명

교목은 높이가 8m를 넘는 키가 큰 나무를 말하고, 관목은 키가 작고 원줄기와 가지의 구별이 뚜렷하지 않은 나무를 말하지요. 아교목은 모양은 교목과 비슷하지만 키가 교목과 관목의 중간 정도인 나무랍니다.

● 보충 설명

계절적 변동

호수 생태계에서 돌말(식물성 플랑크톤)의 경우 계절에 따른 주기적 변동을 나타내요. 빛의 세기와 수온이 높은 여름보다 봄과 가을에 개체수가 더 많은 단기적 변동을 볼 수 있는데, 이는 돌말 개체수의 변동에 영향을 주는 제한 요인(무기 염류의 양) 때문이지요.

쉽게쉽게

생장률은 개체군의 밀도 그래프의 기울기에 비례해요.

용어 알기

희소종

군집을 구성하는 개체군 중 개체수가 적은(중요도가 낮은) 개체군이에요.

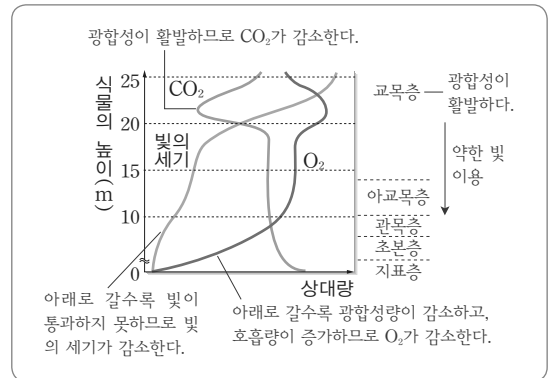
05

알짜풀이 ● 다. 꿀벌은 구성원의 역할이 분업화되고 전문화된 사회를 이루는 사회생활을 한다. 두더지쥐도 각자 자신이 맡은 역할을 하여 분업화된 사회를 이루므로 사회생활을 한다고 볼 수 있다.

오답نب기 ● 가. 사자는 혈연 관계의 개체가 모여 개체군을 형성하는 가족생활을 한다.

나. 우두머리 늑대가 늑대 무리를 이끄는 것은 개체군 내의 상호 작용 중 리더제에 해당한다. ㉔ ②

06 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● 가. 22m 지점에서 CO₂양이 급격히 적어진 것을 통해 광합성이 가장 활발한 곳임을 알 수 있다. 이곳은 태양의 빛을 그대로 받으므로 빛의 세기가 강해 잎이 무성한 교목층이 발달한다.

나. 지표층에는 선태류, 균류, 지네, 거미 등이 서식하고, 그 아래인 지중층에는 균류, 지렁이 등이 서식하여 광합성보다 호흡과 분해 작용이 더 많이 일어난다.

다. 10m 이하에서는 CO₂양은 많으나 빛의 세기가 급격히 약해진다. 따라서 광합성의 가장 큰 제한 요인은 빛의 세기가 된다. ㉔ ⑤

07

알짜풀이 ● 나. 구간 II에서는 단독 배양할 때와 혼합 배양할 때 모두 A 개체군의 밀도가 일정하다. 이것은 환경 저항이 커서 개체군의 생장에 영향을 주기 때문이다.

다. 혼합 배양할 때, A 개체군은 S자형 곡선을 이루지만, B 개체군은 처음에 증가하다가 다시 줄어드는 그래프 형태를 보인다. 이것은 경쟁에서 진 한 종은 멸종한다는 경쟁 배타 원리가 적용된 것이다.

오답نب기 ● 가. 구간 I에서는 A 개체군의 밀도가 증가하지만, 구간 II에서는 밀도가 증가하지 않으므로 생장률은 구간 I이 II보다 크다. ㉔ ④

08

알짜풀이 ● ② 경쟁이란 생태적 지위가 비슷한 개체군 간의 상호 작용이다. 그러나 응애와 진드기는 서로 생태적 지위가 다른 먹고 먹는 관계(포식과 피식의 관계)이다.

오답نب기 ● ①, ④ 포식자를 피식자의 천적이라고 한다. 응애가 피식자이고 진드기가 포식자이므로 진드기는 응애의 천적이다.

③ 피식자인 응애의 수가 증가하면 포식자인 진드기의 수도 따라서 증가한다.

⑤ 응애와 진드기는 약 80일을 주기로 증감이 반복된다. 이와 같은 것을 주기적 변동이라고 한다. ㉢ ②

09

알짜풀이 ● 북아메리카 솔새는 서식지를 달리하는 분서를 통해 경쟁을 피하고 있으며, 단독 배양에 비해 개체수가 약간 감소할 수 있지만 경쟁 배타 원리는 적용되지 않는다. ㉢ ②

10

알짜풀이 ● ㄱ. (가) 지역은 3종이 서로 경쟁한 결과 공간 내에 A 종만 남고 다른 2종은 멸종하게 된다. 이것을 통해 생태적 지위가 같은 종이 경쟁할 때 경쟁에서 진 종이 멸종하게 된다는 경쟁 배타 원리가 적용됨을 알 수 있다.

ㄴ. (가) 지역에서 시간이 지남에 따라 A 종이 B 종의 공간으로 서식지를 넓히므로 A 종은 B 종과의 경쟁에서 이기는 것을 알 수 있고, B 종은 C 종이 있는 공간으로 서식지를 넓히므로 B 종은 C 종과의 경쟁에서 이기는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄷ. (나) 지역에서 시간이 지남에 따라 B 종이 C 종의 공간으로 서식지를 넓히므로 B 종은 C 종과의 경쟁에서 이기는 것을 알 수 있다. 그러나 C 종과 A 종은 서식지의 넓이가 비슷하므로 C 종은 A 종과의 경쟁에서 이긴다고 할 수 없다. ㉢ ③

11

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 서식지의 크기에 더 큰 영향을 받는 개체군이고, (나)는 먹이의 양에 더 큰 영향을 받는 개체군이다. 따라서 (가)는 (나)보다 먹이가 적은 곳에서 생존할 수 있다.

ㄴ. 조건 B와 C에서는 개체군 (가)와 (나)가 모두 생존 가능하므로 (가)와 (나) 사이에 먹이와 서식지에 대한 경쟁이 일어날 수 있다.

ㄷ. A와 D에서는 먹이의 양이 적으므로 (가)만 산다. 따라서 서식지의 크기만 생존에 영향을 미치며, 개체군 (나)는 생존하지 못하므로 개체군 간의 상호 작용은 없다. ㉢ ⑤

12

알짜풀이 ● ㄱ. 무리를 이루는 비둘기의 수가 적으면 매를 잘 발견하지 못하기 때문에 매는 더 먼 곳에 있어도 도피 행동에 들어가지 못한 비둘기를 잡을 수 있다.

ㄷ. 비둘기의 무리가 크면 그 가운데 매를 발견하는 개체가 존재하여 매를 빨리 피할 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 무리가 클수록 비둘기가 매를 발견하는 거리가 길므로 매의 공격 성공률은 급격히 떨어진다. 이 실험은 매가 비둘기를 발견하는 거리에 대한 실험이 아니라 비둘기가 매를 발견하는 거리에 따른 매의 공격 성공률을 나타낸 것이다. ㉢ ⑤

우공비 BOX

조심조심

분서의 경우 넓은 공간에 충분한 먹이가 있다면 개체수의 변화는 단독 생활할 때와 거의 같아요.

쉽게쉽게

천이가 진행되면 점차 지면으로 도달하는 햇빛의 양이 줄어들어요. 따라서 그늘 밑에서도 잘 자라는 음수림이 그 군집의 극상이 되지요.

쉽게쉽게

매의 공격 성공률이 높다는 것은 비둘기가 매를 빨리 발견하지 못해 도피 행동에 들어가지 못함을 의미해요.

13

알짜풀이 ● ⑤ (다)에서 흔들말과 검정말이 우점종인 것으로 보아 습지에서 육지로 진행되는 습성 천이이다. 건성 천이는 지의류에서 시작되므로 천이 과정에서 습지를 거치지 않는다.

오답نب기 ● ① 흔들말과 검정말이 우점종인 때는 천이를 시작할 때이며, 점차 갈대와 같은 수생 식물이 많아지면서 토양과 수분에 유기물이 많아진다.

② 이 지역은 음수림인 참나무가 극상을 이루는 상태이므로 안정된 군집이다.

③ 천이 과정은 부영양호 → 습원 → 초원 → 관목림 → 양수림 → 음수림으로 이어지므로 (다) → (마) → (나) → (라) → (가)이다.

④ (가)는 음수림, (라)는 양수림이다. 음수림의 묘목은 약한 빛의 세기에서도 잘 자라므로 천이는 양수림에서 음수림으로 진행된다. ㉢ ⑤

14

알짜풀이 ● 미송은 양지 식물이고, 삼목과 솔송나무는 음지 식물이다.

ㄴ. 어린 묘목이 그늘 밑에서 잘 자라는 음지 식물이 극상을 이룬다.

ㄷ. 미송의 종자는 날개가 있어 번식하기에 유리하다. 그러나 삼목, 솔송나무가 번성한 이후에는 그들이 지므로 묘목이 잘 자라지 못하여 큰 개체로 성장하는 수는 적어진다.

오답نب기 ● ㄱ. 2차 천이의 개척자는 초원이다. 미송은 양지 식물로 천이가 진행되는 과정에서 나타난다. ㉢ ④

15

알짜풀이 ● ㄱ. A, B를 단독 재배했을 때는 Ⅱ와 Ⅳ 구간에서 A와 B가 각각 서식하지만, A와 B를 함께 재배하면 Ⅱ 구간에서는 A만 서식하고, Ⅳ 구간에서는 B만 서식한다. 따라서 Ⅱ와 Ⅳ 구간에서 경쟁 배타가 일어나 Ⅱ 구간에서는 B가, Ⅳ 구간에서는 A가 경쟁에서 졌음을 알 수 있다.

ㄷ. 가장 건조한 Ⅴ 구간에서 A는 서식하지 못하는 반면, B는 서식한다. 따라서 건조에 대한 내성은 B가 A보다 크다고 볼 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. (다)의 Ⅲ 구간에서 A와 B가 공존하지만, 단독 재배할 때보다 A와 B의 개체수가 각각 감소했으므로 A와 B는 경쟁하고 있음을 알 수 있다. 만약 상리 공생한다면 단독 재배할 때보다 함께 재배할 때 개체수가 더 증가해야 한다. ㉢ ③

16

알짜풀이 ● ㄱ. 초원 이후인 A는 관목림, B는 양수림, C는 음수림이다.

오답نب기 ● ㄴ. 그림은 지의류부터 시작되는 1차 천이의 건성 천이이다. 2차 천이는 산불이나 산사태 등으로 현재 식물 군집이 파괴된 이후 초원에서부터 시작되는 천이이다.

ㄷ. 극상은 천이의 마지막 단계인 안정된 군집을 말하므로 이 군집의 경우 C인 음수림이 극상을 이룬다. ㉢ ①

09

알짜풀이 ● (가)는 광합성에 의해 대기 중의 탄소가 고정되는 과정, (나)는 호흡에 의해 대기 중으로 이산화 탄소가 방출되는 과정, (다)는 석탄, 석유와 같은 화석 연료의 연소에 의해 대기 중으로 이산화 탄소가 방출되는 과정이다. A는 생산자, B는 소비자, C는 분해자이다.

ㄱ. 대기 중의 탄소는 광합성 과정인 (가)에 의해 유기물의 형태로 생산자인 A에 저장된다.

오답نب기 ● ㄴ. 생산자인 A가 성장하기 위해서는 광합성량이 호흡량보다 많아야 하므로 일반적으로 (가)를 통해 이동하는 탄소의 양이 (나)를 통해 이동하는 탄소의 양보다 많다. 그러므로 생산자가 많을수록 온실 효과를 줄일 수 있다.

ㄷ. 물질대사는 생명 현상의 특성 중 하나이며, (다)는 생명체 밖에서 진행되는 연소 과정이다. ㉮ ①

10

알짜풀이 ● (가)는 대기 중의 질소(N_2)가 암모늄 이온(NH_4^+)으로 환원되는 것이므로 질소 고정 작용이고, (나)는 암모늄 이온이나 질산 이온(NO_3^-)이 식물에 의해 흡수된 후 단백질이나 핵산 합성에 사용되는 것이므로 질소 동화 작용이며, (다)는 암모늄 이온이 질산 이온으로 산화되는 과정이므로 질화 작용, (라)는 질산 이온이 질소로 전환되어 대기로 돌아가는 과정이므로 탈질소 작용이다. ㉮ ②

11

알짜풀이 ● ㄱ. A는 공중 질소를 고정하는 질소 고정 작용이며, 이때 관여하는 세균인 a는 뿌리혹박테리아, 아조토박터 등이 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 암모늄 이온을 아질산 이온으로 바꾸거나, 아질산 이온을 질산 이온으로 바꾸는 것(B)은 질화 작용이라고 한다. 이 중 아질산 이온을 질산 이온으로 바꾸는 것은 질산균(b)이다.

ㄷ. C는 탈질소 작용이다. 이 과정을 진행하는 세균은 탈질소 작용을 하는 탈질소 세균이다. ㉮ ①

우공비 BOX

●보충 설명●

화석 연료의 연소

석탄, 석유와 같은 화석 연료의 연소 과정에서는 이산화 탄소가 발생해요. 따라서 대기 중 이산화 탄소의 양이 증가하게 돼요.

●쉽게쉽게●

생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로만 흐르면서 에너지의 형태가 바뀌지요.

●보충 설명●

질소 고정 작용

질소 고정 세균에 의해 공중 질소가 암모늄 이온으로 전환되는 과정을 말해요.

질화 작용

질화 세균에 의해 암모늄 이온, 아질산 이온이 질산 이온으로 전환되는 과정을 말해요.

탈질소 작용

탈질소 세균에 의해 질산 이온이 질소로 환원되는 과정을 말해요.

01

알짜풀이 ● 생태계에 공급되는 에너지의 근원은 태양의 빛 에너지이다. 생산자는 광합성 과정에서 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하며, 이때 유기물에 화학 에너지의 형태로 에너지를 저장한다. 유기물에 저장된 에너지는 생산자, 소비자, 분해자의 호흡을 통해 열에너지로 방출된다. ㉮ ①

02

알짜풀이 ● ② 태양의 빛에너지는 생태계로 유입되어 화학 에너지의 형태로 이동한 후 일부 에너지는 열에너지 형태로 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐른다.

오답نب기 ● ① 생산자가 흡수한 빛에너지는 화학 에너지로 전환되어 상위 영양 단계로 이동하는데, 이때 화학 에너지의 일부는 각 영양 단계에서 호흡을 통해 열에너지로 방출되므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 점차 줄어든다.

③ 생태계에 공급되는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다. 생산자가 태양의 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하고 화학 에너지의 형태로 에너지를 저장한다.

④ 소비자는 생산자로부터 받은 에너지를 호흡에 사용하고 열에너지의 형태로 생태계 밖으로 방출한다.

⑤ 생태계에서 어느 한 영양 단계가 갖는 에너지에 대한 다음 영양 단계로 옮겨진 에너지의 비율인 에너지 효율은 상위 영양 단계로 갈수록 높아지는 경향이 있다. ㉮ ②

03

알짜풀이 ● (가)는 분해자, (나)는 2차 소비자, (다)는 생산자, (라)는 1차 소비자이다.

ㄷ. (다)는 생산자이며, 동물성 플랑크톤은 생산자를 먹이로 하는 1차 소비자이므로 (라)에 해당한다.

오답نب기 ● ㄱ. (가)는 에너지를 받기만 하므로 생산자와 소비자의 사체와 배설물에 포함된 유기물을 분해하여 에너지를 얻어 살아가는 분해자이다. (다)는 에너지를 주기만 하므로 생산자임을 알 수 있다.

ㄴ. 무기물을 유기물로 합성하는 생물은 생산자이므로 (다)에 해당한다. (나)는 1차 소비자인 (라)를 잡아먹는 2차 소비자이다. ㉮ ③

04

알짜풀이 ● 생태 피라미드는 각 영양 단계의 개체수, 생물량, 에너지를 생산자부터 순서대로 쌓아올린 것을 말한다. 에너지 효율과 개체의 크기는 대체로 상위 영양 단계로 갈수록 증가하는 역피라미드 형태를 보인다. ㉮ ③

05

알짜풀이 ● 1차 소비자의 수가 일시적으로 증가하는 (라)가 가장 먼저이다. 1차 소비자가 증가하면 피식자인 생산자의 수는 줄어들고, 포식자인 2차 소비자는 증가하므로 (다)가 두 번째이다. 이후 2차 소비자의 증가로 1차 소비자는 다시 원래의 개체수로 돌아오는 (가)와 같은 형태를 나타낸다. 이후 2차 소비자는 감소하고 생산자는 증가하며 처음의 안정된 상태인 (나)로 돌아온다. ㉮ (라) → (다) → (가) → (나)

30 장 에너지의 흐름과 생태계의 평형

개념 확인 문제

●본책 227쪽

1 (1) × (2) ○ (3) ○ 2 ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅂ

●본책 228~229쪽

문제 다지기

기본문제 01 ① 02 ② 03 ③ 04 ③ 05 (라) → (다) → (가) → (나) 06 ⑤

심화문제 07 ⑤ 08 ⑤ 09 해설 참조 10 ⑤ 11 ④ 12 ②

●보충 설명●

생태계 평형의 회복

생태계가 일시적으로 파괴되더라도 먹이 그물이 복잡한 생태계에서는 먹이 사슬에 의해 생태계가 다시 평형을 이루게 되지요.

06

알짜풀이 ● ⑤ 생태계의 평형이 일시적으로 파괴되었다가 다시 회복될 수 있는 가장 큰 원동력은 복잡한 먹이 그물이다. 먹이 그물이 복잡하면 특정 영양 단계의 생물이 감소하더라도 같은 영양 단계의 다른 생물에 의해 다시 안정된 생태계로 회복될 수 있다.

오답نب기 ● ① 인간의 간섭은 도시의 조성, 골프장이나 산간의 도로 개설 등 생태계를 파괴시키기도 하지만, 도시를 개발할 때 개발 제한 구역을 정해 생태계가 파괴되지 않도록 하기도 한다. 그러나 생태계는 인간의 간섭이 없는 자연적인 상태에서 먹이 그물이 복잡할 때 안정한 상태로의 회복이 가장 빠르다.

②, ③, ④ 생활 공간의 부족이나 환경오염의 증가, 홍수나 산사태 같은 자연 재해 등 급격한 환경 변화는 생태계가 파괴될 수 있는 원인이다. 따라서 생활 공간의 확대, 환경오염의 감소는 회복되는 과정에서 중요한 원인이 될 수 있다. 그러나 생물은 에너지를 얻어 생활해야 하므로 가장 빠르게 안정을 찾기 위해서는 복잡한 먹이 그물을 통한 먹이 획득이 가장 중요하다. **답 ⑤**

07

알짜풀이 ● 생산자가 태양의 빛에너지를 통해 얻은 에너지 양인 A는 1차 소비자로 피식된 양(15.0)과 생산자의 호흡에 이용된 양(51.5), 생산자로부터 분해자로 이동된 양(3.0), 생산자에서 사용되지 않은 양(41.5)을 모두 합한 값이다. 따라서 $15.0 + 51.5 + 3.0 + 41.5 = 111.0$ 이 된다. **답 ⑤**

08

알짜풀이 ● ㄱ. 에너지가 생산자에서 소비자로 먹이 사슬을 따라 이동할 때 중간 단계의 생물이 자신의 생명 활동에 에너지를 사용하고 남은 에너지는 열에너지로 방출되므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 점차 줄어들게 된다.
ㄴ. 생태계 내에서 에너지는 순환하는 것이 아니라 한쪽 방향으로 흐르기만 한다. 빛에너지 형태로 태양으로부터 생태계로 들어온 에너지는 열에너지의 형태로 생태계를 빠져나가므로 생태계가 유지되려면 태양 에너지가 지속적으로 공급되어야 한다.

ㄷ. 생태계에 공급되는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이고, 생산자는 광합성을 통해 빛에너지를 유기물에 화학 에너지 형태로 저장한다. 이 유기물의 화학 에너지는 세포 호흡을 통해 열에너지로 전환되어 방출한다. **답 ⑤**

09

알짜풀이 ● 지구 상의 모든 생물은 태양의 빛에너지를 흡수하여 유기물을 생산한 생산자로부터 화학 에너지를 얻어 생활한다. 그러므로 생태계 내로 유입되는 태양 에너지가 없으면 생물이 살 수 없다. 또한 생태계 내로 유입된 태양의 빛 에너지는 에너지의 형태가 바뀌어 결국 열에너지 형태로 생태계를 빠져나가므로 생태계를 빠져나가는 에너지만큼 끊임 없이 태양 에너지가 유입되어야 안정된 생태계를 유지할 수 있다.

우공비 BOX

●보충 설명●

먹이 사슬은 생태계의 평형을 유지하는 기초가 되며, 먹이 그물이 복잡할수록 생태계가 안정돼요.

●보충 설명●

생태 피라미드

생태 피라미드는 대체로 아래(생산자)가 크고 위로 갈수록 줄어드는 형태가 돼요. 하지만 온대 수림과 같이 생산자의 수가 적은 경우에는 안정된 생태계라도 개체수가 피라미드 형태를 나타내지 않아요.

●쉽게쉽게●

수확량이 많은 식물, 해충에 저항성이 있는 식물 등 사람에게 유익한 식물만을 골라 키우면 종 다양성이 낮아져서 외부 요인의 변화에 의해 생태계의 평형이 쉽게 파괴될 수 있어요.

모범답안 ● 생태계 내로 유입된 태양의 빛에너지는 생산자가 광합성을 통해 유기물 속의 화학 에너지 형태로 저장하며, 최종적으로 열에너지의 형태로 생태계 밖으로 방출되므로 생태계를 빠져나가는 에너지만큼 끊임 없이 태양 에너지가 유입되어야 안정된 생태계를 유지할 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 유입된 빛에너지가 이용되어 줄어든다는 설명만 있는 경우	50 %

10

알짜풀이 ● ㄴ. 가장 많은 에너지량을 가진 식물성 플랑크톤이 생산자이며, 동물성 플랑크톤이 1차 소비자, 작은 물고기가 2차 소비자, 큰 물고기가 3차 소비자이다.

ㄷ. 호수 생태계로 유입되는 빛에너지는 생산자인 식물성 플랑크톤에 의해 유기물에 화학 에너지의 형태로 저장된다.

오답نب기 ● ㄱ. 각 영양 단계마다 전 단계에서 받아들인 에너지 중 일부를 호흡에 사용하고 남은 에너지는 열에너지로 방출되므로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지량은 감소한다. **답 ⑤**

11

알짜풀이 ● ㄴ. 생산자가 1차 소비자보다 작은 생물량 피라미드가 안정된 군집을 나타내는 것은 해양 생태계이다. 해양 생태계의 주요 생산자인 식물성 플랑크톤의 경우 개체수가 많고 생산력은 크지만 생물량은 적다.

ㄷ. 개체수 피라미드가 그림과 같은 형태를 나타내면서 안정된 군집은 온대 수림이다. 교목층, 아교목층이 발달되어 큰 나무가 많이 자라는 온대 수림은 생산자의 수는 적은 반면 작은 곤충과 같은 1차 소비자의 수가 상대적으로 더 많이 서식하는 군집이다.

오답نب기 ● ㄱ. 안정된 생태계라면 어느 군집이라도 에너지 양이 피라미드 형태를 나타낸다. 예를 들어 사막 생태계의 경우에도 건조한 환경에 적응한 다육 식물이 분포하고 그 식물을 통해 에너지를 얻는 소비자가 존재하므로 에너지량은 정상적인 피라미드 형태가 된다. **답 ④**

12

알짜풀이 ● ② 생태계 내 종의 다양한 정도를 종 다양성이라고 한다. 종 다양성이 낮으면 생태계 내의 먹이 그물이 단순하여 어떤 원인으로 특정 생물이 급증하거나 멸종할 경우 생태계 평형이 깨질 수 있다.

오답نب기 ● ① 외래종이 생태계 내로 유입되면 외래종을 잡아먹는 천적이 없어 생태계의 먹이 사슬을 변화시키기 때문에 생태계 평형이 깨져 회복되기 어렵다.

③ 생태계가 안정된 경우 일시적으로 생태계의 평형이 깨지더라도 대부분 먹이 사슬에 의해 오랜 시간이 지나면 다시 평형 상태를 회복하는 자기 조절 능력이 있다.

④ 생태계의 평형이 깨지면 먹이 사슬에 변화가 생겨 물질 순환과 에너지 흐름이 원활하게 이루어지지 않는다.

⑤ 산불, 홍수, 가뭄과 같은 자연 재해로 인해 먹이 사슬이 깨지면 생태계 평형이 깨질 수 있다. **답 ②**

31 ㉠ 생물 다양성

개념 확인 문제

● 본책 232쪽

1 (1) ㉠ 종 ㉡ 유전적(유전자) (2) ㉠ 단편화 ㉢ 생태 통로 2 (1) ○ (2) × (3) ○

{ 문제 다지기 }

● 본책 233~235쪽

기본 문제 01 ㉡ 02 ㉡ 03 서식지 단편화 04 ㉣

05 ㉡ 06 ㉡ 07 ㉡

실력 문제 08 ㉡ 09 ㉣ 10 ㉠ 11 ㉢ 12 해설

참조 13 ㉠ 14 ㉠ 15 ㉢ 16 ㉣ 17 ㉠ 18 해설

참조

01

알짜풀이 ● ㉡ 삼림은 많은 종류의 목본과 초본 개체군을 포함하고 있고, 오랫동안 안정된 상태를 유지할 수 있다. 따라서 열대 우림의 종 다양성은 매우 높다.

오답نب기 ● ㉠, ㉢ 황원인 열대 사막과 극지방 부근의 툰드라는 생물 종 다양성이 적은 생태계이다.

㉡, ㉣ 열대 초원인 사바나와 온대 초원은 강수량이 적으므로 열대 우림보다 생물 종 다양성이 적다. ㉡ ㉡

02

알짜풀이 ● ㉠ 종의 수가 많을수록 먹이 그물이 복잡해지므로 생태계가 안정적으로 유지된다.

㉡, 생태계의 종류에 따라 서식하는 종이 다르다. 따라서 여러 생태계가 인접한 지역에는 각 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물 종이 공존하므로 종 다양성이 증가한다.

㉢, 사막, 삼림, 습지, 산, 호수, 강, 농경지 등의 다양한 생태계는 환경 요인이 다르며, 각각 그 환경에 맞는 종들이 서식하고 있다. ㉡ ㉡

03

알짜풀이 ● 자연적인 서식지가 나누어지는 것을 서식지 단편화라고 한다. 서식지 단편화에 의해 서식지가 고립되면 동물이 다른 곳으로 이동하기 어렵고, 도로나 철도를 건너는 도중 다치거나 죽는 경우도 많다. ㉡ 서식지 단편화

04

알짜풀이 ● ㉣ 서식지 다양화는 생물 다양성에 유리한 조건이다. 서식지가 단순화되면 다양한 생물이 살 수 없으므로 생물 다양성이 감소한다.

오답نب기 ● ㉡ 외래종의 도입은 포식, 경쟁, 서식지 변화를 통해 자생종에게 위협이 된다. ㉡ ㉣

05

알짜풀이 ● ㉡ 오리 농법을 사용하면 논에 살포되는 농약에 의한 환경오염을 줄일 수 있으므로 논 생태계의 생물 다양성을 보전할 수 있다.

우공비 BOX

● 보충 설명

열대 우림의 경우 다양한 식물이 살고 있으므로 그 식물을 먹이로 하는 다양한 생물이 살 수 있어요.

용어 알기

서식지

특정 생물이 살아가는 지역으로, 땅 위, 땅속, 강, 바다 등 다양해요.

● 보충 설명

오리 농법

논의 생태 환경을 살리면서 제초하는 방법이에요. 오리는 잡초를 먹을 뿐 아니라 잡초씨의 발아를 막고 벼에 달라붙어 있는 벌레들까지 잡아먹어요. 또한 오리에 의해 거름이 만들어지기도 해요.

오답نب기 ● ㉠ 논에는 보통 한 품종의 벼를 심으므로 오리 농법과 벼의 종 다양성은 관계가 없다.

㉢ 오리의 배설물은 거름이 되며 오리는 잡초만 뜯어먹으므로 벼의 생산성은 높아진다.

㉣ 오리가 벼를 헤치고 다니며 벼를 자극하므로 벼의 줄기가 단단해져서 비바람에 쉽게 쓰러지지 않는다.

㉡ 살충제와 제초제를 쓰지 않으므로 토양의 산성화는 오히려 억제된다. ㉡ ㉡

06

알짜풀이 ● 청자고둥의 독소는 강력한 진통제인 프리알트를 생산하는 데 이용된다. 프리알트는 초강력 진통제이면서도 중독이나 호흡 곤란을 유발하지 않는다고 한다. ㉡ ㉡

07

알짜풀이 ● ㉠ 도시의 건물 옥상에 나무와 여러 가지 식물을 기르면 도시에서 방출된 많은 이산화 탄소를 식물이 흡수하여 지구 온난화를 줄일 수 있다.

㉡, 자연 생태계와 가깝게 설계한 생태 도시의 건설로 도시의 환경 문제를 일부 해결할 수 있다.

㉢, 하천에 콘크리트 제방 대신 자연 재료를 이용하고, 하천 주변에 식물 군집을 조성하는 자연형 하천의 경우, 하천의 자정 능력도 갖추게 되고 이로 인해 생물들의 서식처도 생기고 주민들의 휴식처도 제공된다. ㉡ ㉡

08

알짜풀이 ● (가)는 종 다양성, (나)는 유전적(유전자) 다양성의 예이다.

㉠, 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡해지며, 생태계는 안정된다.

㉡, 다양한 식물의 종자는 종 다양성을 나타낸 것이다.

㉢, 같은 종에 속하는 달팽이의 껍데기 모양이 다른 것은 유전적 차이 때문이다. 유전적 변이가 다양하면 환경이 급격히 변화하더라도 멸종하지 않고 살아남을 가능성이 높아진다. ㉡ ㉡

09

알짜풀이 ● ㉣ 외래종은 새로운 환경에서 생존하는 데 대부분 실패하지만 환경에 적응하면 천적이 없어서 개체수가 크게 증가하게 된다. 이 경우 외래종이 다른 종들을 포식하여 특정 종이 멸종하게 되므로 생태계의 먹이 그물이 단순해지며, 결국 생태계가 불안정해진다.

오답نب기 ● ㉠ 외래종은 기존 종에 비해 경쟁자가 적기 때문에 환경에 잘 적응하면 급격히 번식하게 된다.

㉡ 외래종은 천적이 거의 없어 기존 생태계의 먹이 그물에서 포식자의 역할만 한다. 그로 인해 특정 종이 멸종될 수 있으므로 기존 먹이 그물이 불안정해진다.

㉢ 외래종이 환경에 적응하여 대량 증식할 경우 고유종이 멸종하게 되어 생태계 내의 종 수가 줄어들게 된다.

㉡ 외래종과 함께 새로운 병원균이 들어오면 그 병원균에 면역되지 않은 고유종이 멸종하여 생물 다양성이 감소할 수 있다. ㉡ ㉣

10

알짜풀이 ● ㄱ. 서식지 파괴에 의해 영향을 받은 종이 80 %로, 서식지 파괴가 생물 다양성 감소에 가장 큰 영향을 미친다. 서식지가 파괴되어 서식지의 면적이 감소하면 그 서식지에서 살아가는 생물의 종 수도 감소한다.

오답نب기 ● ㄴ. 외래종에 의해 영향을 받은 종이 50 %이지만, 영향을 받는다고 해서 모두 멸종하지는 않는다.

ㄷ. 남획은 사냥이나 고기잡이 등을 통해 생물을 과도하게 많이 잡는 행위이다. 남획을 제한하면 특정 종의 멸종과 생물 다양성의 감소를 막을 수 있다. ㉡ ①

11

알짜풀이 ● ③ 생물 다양성을 보존하면 인류의 발전에 다양한 생물 자원을 이용할 수 있으나, 생물 자원을 이용하기 위해서만 생물 다양성을 보존하는 것은 아니다.

오답نب기 ● ① 수목원 같은 장소는 사람에게 휴식처와 여가 활동 장소를 제공한다.

② 쌀이나 옥수수는 식량을 제공하고, 목화는 의복 재료를 공급한다.

④ 유전적 다양성이 높아지면 앞으로 새로운 우수한 품종을 개발하는 데 많이 이용할 수 있다.

⑤ 유전적 다양성이 유전자 자원을 공급할 수 있다. ㉡ ③

12

알짜풀이 ● 먹이 그물이 복잡하면 다양한 종들 사이의 경쟁과 공존을 통해 생태계의 개체수가 안정된다.

모범답안 ● (나), 어떤 원인으로 특정 종의 개체수가 과다하게 증가하거나 감소할 경우 종이 다양하지 않은 (가) 생태계는 파괴되기 쉬우나, 종 다양성이 큰 (나) 생태계는 곧 안정 상태를 회복한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 생태계의 평형이 더 잘 유지되는 곳의 기호만 쓴 경우	30 %

13

알짜풀이 ● ① 종자은행은 다양한 종자를 확보하여 보관하는 것이 목적이다. 최근 수확량이 줄거나 병충해에 강한 작물 등 특정 작물만을 대량으로 재배하는 경우가 많아 유전적으로 다양한 종자를 확보하는 종자은행의 중요성은 점점 더 커지고 있다.

오답نب기 ● ② 종자은행은 다양한 식물 종을 보존하는 데 유용하다.

③ 농작물을 개발할 때 종자은행에 있는 종자를 이용하여 연구할 수 있으므로 미래에 인류가 이용할 식량 자원의 양과 질을 향상시키는 데 크게 기여할 것이다.

④ 유전적으로 다양한 종자들을 확보하는 것은 질병을 유발하는 미생물, 해충의 **장점**, 기후 조건의 변화 등의 상황이 되었을 때 내성이 강한 새로운 품종을 개발하는 데 필수적이다.

⑤ 종자는 일반적으로 부패와 돌연변이를 방지하고, 발아 능력이 없어지는 것을 막기 위해 동결시켜 저장한다. ㉡ ①

우공비 BOX

쉽게쉽게

남획은 특정한 종을 과도하게 사냥하거나 밀렵하는 것으로 야생 동식물이 원래의 개체군으로 돌아갈 수 있는 능력을 상실하게 해요.

용어 알기

바람길

높은 건물들이 빼곡히 들어찬 도시는 공기의 순환이 제대로 되지 않아요. 그래서 수많은 오염 물질이 섞인 더운 공기가 도시 상공을 지붕처럼 덮고 있어 도시는 바깥보다 5℃ 이상 높은 온도를 유지하지요. 이 때문에 여름이면 열대야 현상이 많이 나타나는 데, 이러한 현상을 완화시켜 주는 것이 바람길이에요.

쉽게쉽게

환경 보전을 위해 국제 협약이 필요한 이유는 환경 문제가 각 국가의 문제로 국한된 것이 아닌 전 지구적인 시야로 봐야 하기 때문이에요.

용어 알기

창궐

못된 세력이나 전염병 따위가 세차게 일어나 건장을 수 없이 퍼지는 것을 말해요.

14

알짜풀이 ● 아스피린은 버드나무 껍질로부터 원료를 추출한 것이므로 생물 자원의 직접적인 이용에 해당된다. 페니실린을 포함한 3,000여 종 이상의 항생제도 미생물을 재료로 이용한 것이다. ㉡ ①

15

알짜풀이 ● ㄱ. 등고선 재배는 지속 가능한 발전을 위한 농작물 재배 방법 중 하나이다.

ㄴ. 등고선을 따라 띠 모양으로 각 작물을 심으면 바람과 물의 침식에 의한 토양 손실을 줄이는 데 도움이 된다.

오답نب기 ● ㄷ. 한 해에는 밀을, 다음 해에는 목초를 파종하는 것과 같은 윤작이나 한 농경지에 동시에 여러 작물 또는 품종을 재배(혼작)하여 병·해충의 전파를 줄이는 방법은 지속 가능한 발전을 위한 농업 방법 중 하나이지만 등고선 재배와 관련된 내용은 아니다. ㉡ ③

16

알짜풀이 ● ㄱ. 쓰레기 중 재생 가능한 것을 따로 분리 배출하여 자원으로 재활용한다면 환경이 보호될 수 있다.

ㄴ. 전기 동력원을 이용하는 하이브리드 자동차를 사용하면 화석 연료의 사용을 줄여 환경이 보호될 수 있다.

오답نب기 ● ㄷ. 철근이나 시멘트보다는 나무나 돌 등과 같은 자연 재료를 이용하여 자연 생태계에 가깝도록 도시를 건설하는 것이 좋다. ㉡ ④

17

알짜풀이 ● ① 슈투트가르트 시는 도심의 바깥을 둘러싸는 숲에서 발생한 차갑고 깨끗한 공기를 끌어들이기 위해 도시의 형태를 제한하여 바람이 잘 통하는 **바람길**을 만들었다.

오답نب기 ● ② 생태 통로는 산을 허물어 도로를 개설할 때 야생 동물의 이동 통로를 만들어 서식지가 분리되는 것을 막기 위해 건설한 것이다.

③, ④ 쓰레기 분리 수거와 자전거 이용하기는 생태 도시를 만들고 보존하기 위해 필요한 실천 방안들 중 하나이다.

⑤ 자연형 하천 복원은 콘크리트 대신 나무, 풀, 돌, 흙과 같은 자연 재료로 하천 주변에 습지와 식물 군집을 조성하고 수질 정화 시설을 설치하는 것이다. 이로 인해 물길이 자연스러운 하천으로 복원된다. ㉡ ①

18

모범답안 ● 국가 간 이해 관계를 떠나 환경 보전에 대한 대책이 모색되어야 한다. 저개발 국가의 경우 생존을 위해 최저 수준의 자원밖에 사용하지 못하지만, 개발 국가는 필요 이상의 자원을 낭비하고 있으므로 저개발 국가에 대한 공동 지원이 필요하다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 국가 간에 공동 대처해야 한다는 내용만 설명한 경우	70 %

우공비

비법 특강

●본책 236~237쪽

1 ④ 2 ③ 3 ⑤ 4 ①

1

알짜풀이 ● ④ 화석 연료의 연소로 대기 중에 CO_2 가 많이 방출되는데, CO_2 의 농도 증가는 지구의 평균 기온을 높이는 주원인이 된다.

오답نب기 ● ① A는 B와 C로부터 양분을 섭취하는 영양 단계에 해당하므로 분해자이다. B는 대기 중의 CO_2 를 흡수하는 광합성을 하므로 생산자이고, C는 생산자를 섭취하므로 1차 소비자에 해당한다.

② 식물의 광합성은 대기 중의 CO_2 를 흡수하는 과정이므로 ㉠이다.

③ ㉠~㉢은 광합성, 먹이 연쇄에 의한 이동이므로 모두 생물체 내에서 진행되지만, ㉣은 화석 연료의 연소 과정이므로 생물체 밖에서 진행된다.

⑤ ㉣은 화석 연료의 연소에 의해 CO_2 가 대기 중으로 방출되는 과정이므로 물질대사가 아니다. ㉢ ④

2

알짜풀이 ● ③ 초식 동물은 대기 중의 질소를 직접 이용하지 못하므로 식물을 먹어 질소를 흡수한다. 그러므로 초식 동물이 가지고 있는 질소의 대부분은 먹이 사슬을 통해 전달된 것이다.

오답نب기 ● ① 소비자인 동물은 생산자인 식물로부터 유기 화합물의 형태로 질소를 받으며, 배설물이나 사체를 통해 분해자에게 질소를 넘겨주므로 소비자는 질소 순환에 중요한 역할을 한다.

② 식물은 질소의 대부분을 육상 생물과 수중 생물의 사체와 배설물을 분해자가 분해하여 나온 무기물의 형태로 흡수하거나, 질소 고정 세균에 의해 암모늄 이온(NH_4^+)이 된 상태를 식물이 이용한다.

④ 질소 고정 세균은 공기 중의 질소를 암모늄 이온(NH_4^+)으로 전환한다.

⑤ 탈질소 세균의 작용이 활발하면 토양의 질소가 대기 중으로 이동하므로 생산자가 이용할 수 있는 질소 화합물이 감소한다. ㉢ ③

3

알짜풀이 ● ㄱ. (나)인 2차 소비자의 호흡량은 이 생태계의 총호흡량인 $14,198 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 에서 생산자, 1차 소비자, 3차 소비자의 호흡량을 뺀 값이다. 따라서 $316 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 이다. (가)는 2차 소비자의 생물량인 $383 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 중 호흡량 $316 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 을 뺀 값이므로 $67 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 이다. 그러므로 (나)는 (가)의 약 4.7배이다.

ㄴ. 생산자의 호흡량은 유기물이 분해되어 열에너지로 전환된 양이므로 다시 생물에게 이용되지 않는다.

ㄷ. 1차 소비자의 호흡 후 남은 에너지양 $1,478 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 은 1차 소비자가 획득한 총에너지양인 (다)에서 호흡량인 $1,890 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 을 뺀 값이다. 이를 통해 (다)의 에너지양은 $3,368 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{년}$ 임을 알 수 있다. ㉢ ⑤

우공비 BOX

●보충 설명●

지구 온난화

대기 중에 이산화 탄소와 같은 온실 기체가 증가하여 지구의 기온이 상승하는 현상 이에요.

쉽게쉽게

총생산량과 호흡량이 같을 때는 생물량이 증가하지 않는 안정 상태이고, 총생산량이 호흡량보다 많을 때는 군집 내 생물량이 점차 많아지는 발전 상태이지요.

4

알짜풀이 ● (가)는 생산자의 생물량이 소비자에 비해 훨씬 많으므로 생물량이 생산자에 대부분 몰려 있는 삼림 생태계이다. (다)는 해양 생태계로, 생산자가 대부분 단세포 조류여서 빠르게 분열함으로써 적은 생물량으로도 1차 소비자의 소비량을 감당할 수 있다. ㉢ ①

수능준비

실력 굳히기

●본책 238~241쪽

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

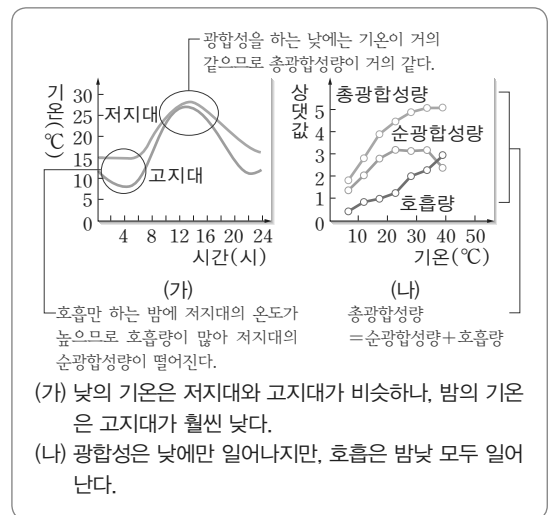
01

알짜풀이 ● ㄱ. A는 호흡량이 매우 크므로 산소가 고갈되고, 식물이나 식물성 플랑크톤이 거의 살지 못한다. A에서는 혐기성 세균에 의해 유기물의 분해가 일어나므로 호흡량이 매우 많은 특징이 있다.

ㄷ. 순생산량은 총생산량에서 호흡량을 뺀 값이다. 늪의 경우 총생산량이 호흡량보다 많으므로 순생산량이 +값이지만, 초원의 경우 총생산량과 호흡량이 거의 같으므로 순생산량이 0에 가깝다.

오답نب기 ● ㄴ. 초원은 총생산량과 호흡량이 거의 같으므로 생물량이 일정하며 안정된 상태이다. ㉢ ③

02 | 자료 분석하기 |



●필수 자료●

• 총생산량 = 호흡량 + 순생산량
• 순생산량 = 생장량 + 고사량 + 피식량

알짜풀이 ● ㄱ. 순생산량(순광합성량)은 총생산량(총광합성량)에서 호흡량을 뺀 값이다. 고지대와 저지대에서 총생산량은 비슷하지만 밤의 호흡량이 고지대에서 크게 떨어지므로 순생산량은 고지대가 저지대보다 더 높다.

ㄷ. 호흡만 하는 밤에 기온이 낮으면 호흡량이 떨어지므로 밤과 낮의 기온 차가 클수록 생산성이 높아진다.

오답نب기 ● ㄴ. 광합성은 빛이 비치는 낮에 일어나며, 저지대와 고지대의 낮 기온은 거의 같으므로 두 지대의 총광합성량은 거의 같다. ㉢ ③

03

알짜풀이 ● ㄷ. 분해자가 무산소 호흡인 발효나 부패로 생물 체 내의 유기물을 분해해서 CO₂의 형태로 탄소를 대기 중으로 방출한다.

오답نب기 ● ㄱ. 해양에 퇴적된 탄소도 미생물이나 조류들이 이용한다.

ㄴ. 대기 중 탄소는 거의 CO₂의 형태로 존재한다. 도심에서는 생물의 호흡이나 자동차 배기 가스에 의해 CO₂가 많이 발생하지만, 삼림 지역에서는 식물의 광합성으로 대기 중의 CO₂를 흡수하므로 CO₂ 양이 더 적다. ㉢ ②

04

알짜풀이 ● ㄴ. 질소 순환 과정에서 생산자가 흡수하는 질소는 NH₄⁺이나 NO₃⁻의 형태이다. 질소는 식물체 내에서 단백질, 핵산 등을 합성하는 데 사용되는데, 질소로 유기물을 합성하는 과정을 질소 동화 작용이라고 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 분해자는 동식물의 배설물이나 사체를 분해하여 질소를 NH₄⁺의 형태로 토양으로 되돌려보내므로 질소 순환에 중요한 역할을 한다.

ㄷ. 질소 고정 세균의 작용이 활발하면 대기 중의 질소가 NH₄⁺으로 전환되므로 생산자가 이용할 수 있는 질소 화합물의 양이 증가한다. ㉢ ①

05

알짜풀이 ● ㄱ. 순생산량은 총생산량에서 자신이 호흡으로 소비하고 남은 양이다. 즉, 순생산량은 총생산량(62.0)에서 호흡량(18.4)을 뺀 값인 43.6(kcal/m²·년)이며, 이것은 생산량+고사량(사체, 배설량)+피식량인 29.3+1.3+13.0=43.6(kcal/m²·년)과 같다.

ㄴ. $\frac{\text{호흡량}}{\text{생산량}}$ 의 값이 생산자는 0.33이며, 1차 소비자는 0.63, 2차 소비자는 1.39이므로 상위 영양 단계로 갈수록 점차 높아진다.

ㄷ. 에너지 효율 = $\frac{\text{현 영양 단계의 에너지 총량}}{\text{전 영양 단계의 에너지 총량}} \times 100$ 이므로, 1차 소비자의 에너지 효율은 13.3(%), 2차 소비자의 에너지 효율은 21.0(%)이므로 ㉠ < ㉡이다. ㉢ ⑤

06

알짜풀이 ● ㄱ. 삼림 생태계의 경우 생산자의 에너지양 비중이 가장 크며, 극히 적은 양만 1차 소비자로 이동하므로 에너지 효율이 가장 낮다.

ㄴ. 숲에는 큰 나무가 많으므로 삼림 생태계에서 대부분의 생물량은 생산자에 저장되어 있다.

오답نب기 ● ㄷ. 해양 생태계에서 생산자의 생물량이 1차 소비자보다 적지만 에너지양 피라미드는 정상이므로 안정된 생태계이다. 생물량 피라미드에서 생산자의 생물량이 적은 이유는 해양 생산자의 대부분이 식물성 플랑크톤이기 때문이다. 이들은 분열법으로 증식하므로 생산력은 크지만 생물량은 적다. ㉢ ③

우공비 BOX

보충 설명

탄소는 대기 중에는 CO₂의 형태로 존재하고, 물속에는 탄산 수소 이온의 형태로, 지각에는 침전물이나 화석 연료의 형태로 존재하지요.

쉽게쉽게

분해자는 유기물을 무기물로 분해하여 식물로 하여금 다시 이용할 수 있게 함으로써 탄소와 질소의 순환에 중요한 역할을 해요.

07

알짜풀이 ● ㄱ. 생태 피라미드는 하위 영양 단계부터 상위 영양 단계로 차례로 쌓아올린 것이므로 A는 생산자이다.

ㄷ. 에너지양은 상위 영양 단계로 갈수록 적어지는 피라미드 형태를 보인다.

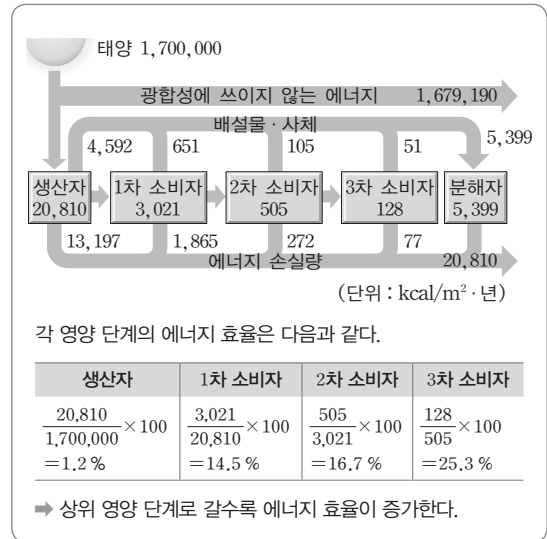
오답نب기 ● ㄴ. 에너지 효율(%)

= $\frac{\text{현 영양 단계가 보유한 에너지양}}{\text{전 영양 단계가 보유한 에너지양}} \times 100$ 이다. 2차 소비자

의 에너지 효율은 (가)에서 $\frac{20}{100} \times 100 = 20(\%)$, (나)에서

$\frac{15}{150} \times 100 = 10(\%)$ 이므로 (나)보다 (가)에서 높다. ㉢ ③

08 | 자료 분석하기 |

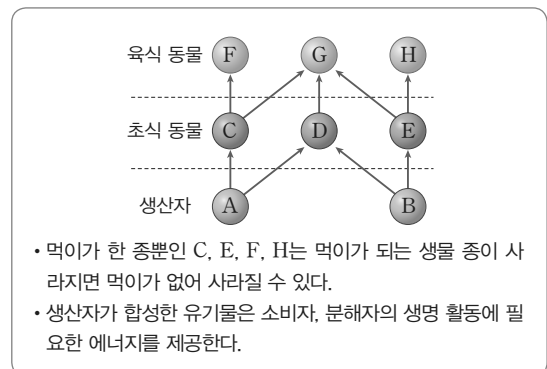


알짜풀이 ● ㄱ. 생산자와 소비자는 전 단계로부터 획득한 에너지의 약 40 %를 자신의 생활에 필요한 에너지로 사용하고 약 60 %는 열에너지로 방출한다. 3차 소비자의 경우 128 kcal/m²·일의 에너지 중 77kcal/m²·일의 에너지를 열로 방출하므로 60.2 %의 에너지 손실률을 보인다.

오답نب기 ● ㄴ. 배설물과 사체로 이동한 에너지는 분해자가 이용하고, 일부는 열에너지의 형태로 생태계 밖으로 방출된다.

ㄷ. 2차 소비자의 에너지 효율은 16.7 %로 1차 소비자의 에너지 효율 14.5 %보다 높지만 2배는 아니다. ㉢ ①

09 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄴ. 초식 동물인 C가 사라지면 C를 먹이로 하는 육식 동물 F는 먹이가 없어 사라지게 된다. 따라서 생태계의 평형은 일시적으로 깨질 것이다.

ㄷ. 생산자인 A가 사라지면 초식 동물인 C가 사라지고, 이어서 C를 먹고 사는 F도 사라지게 된다. 또 생산자 B가 사라지면 초식 동물인 E가 사라지고, 이어서 E를 먹고 사는 H도 사라지게 된다. 따라서 생산자 중 한 종이 사라지면 적어도 두 종류의 동물이 사라질 것이다.

오답نب기 ● ㄱ. F는 C를 먹고 살고, C는 A를 먹고 산다. 따라서 F가 얻은 에너지는 A로부터 온 것이다. ㉮ ⑤

10

알짜풀이 ● (가)는 생태계 다양성, (나)는 종 다양성, (다)는 유전적(유전자) 다양성을 의미한다.

ㄱ. 생태계가 다양할수록 종 다양성이 증가한다. 특히 두 생태계의 인접 지역은 두 생태계의 자원을 모두 이용하는 생물 종이 공존하여 종 다양성이 증가하므로 생물 다양성에 있어 매우 중요하다.

ㄷ. 사람마다 눈동자 색이 다른 것은 같은 종인 사람들 사이에서 일어나는 유전적인 변이 때문이므로 유전적 다양성에 해당한다.

오답نب기 ● ㄴ. 종 다양성은 일정 지역에 서식하고 있는 생물 종의 다양한 정도를 의미한다. 종 다양성의 경우 생물 종수와 분포 비율을 모두 포함하므로 종의 수가 많을수록, 분포 비율이 고르게 나타날수록 종 다양성이 높다고 판단할 수 있다. 따라서 지구 상에서도 생태계의 종류에 따라 종 다양성은 모두 다르게 나타난다. ㉮ ④

11

알짜풀이 ● ㄱ, ㄷ. 같은 종에 속하는 달팽이의 껍데기가 여러 형태를 이루는 것은 유전적 다양성에 의한 것이다. 환경조건이 급격히 변하거나 감염병이 발생했을 때 유전적 변이가 많은 종의 경우 일부는 죽지만 일부는 환경에 적응하여 살아남을 수 있으므로 멸종을 막을 수 있다. 따라서 생태계가 안정적으로 유지되기 위해서는 유전적 다양성이 높아야 한다.

ㄴ. 같은 종이라도 개체들을 구성하는 유전자의 종류가 서로 다르기 때문에 여러 형태의 달팽이 껍데기가 나타난다. ㉮ ⑤

12

알짜풀이 ● ㄱ. 개체군의 크기가 10^4 이상에서는 유전자 변이의 수가 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지된다. 따라서 이 종 내에서 유전적(유전자) 다양성을 보전하기 위한 개체군의 최소 크기는 약 10^4 이다.

ㄴ. 개체군의 크기가 10^3 일 때보다 10^5 일 때 유전자 변이의 수가 더 크다. 유전적(유전자) 다양성이 높을수록 환경이 변했을 때 살아남을 수 있는 개체의 비율이 증가하므로 그 만큼 환경 변화에 대한 적응력도 높다.

오답نب기 ● ㄷ. 개체군의 크기에 따른 유전자 변이의 수는 유전적(유전자) 다양성에 해당한다. ㉮ ④

우공비 BOX

● **보충 설명** ●
서식지가 단순화되면 생물 종들의 고립으로 유전자 다양성이 감소하고, 개체군의 크기가 감소하게 돼요.

● 보충 설명 ●

생태계를 구성하는 일부 종이 멸종해도 다른 종이 생태적 지위를 대신할 수 있으므로 종 다양성은 안정된 생태계의 근간이 되지요.

● 보충 설명 ●

진화적인 관점에서 볼 때 유전적 다양성이 높은 종일수록 생존에 유리하므로 멸종되지 않고 진화할 가능성이 높아요.

13

알짜풀이 ● ㄷ. 철도나 도로로 인해 생물 종의 이동이 어려워지면 특정 종의 수가 적어지고, 먹이 그물이 단순해져 종 다양성이 줄어든다.

ㄴ. 실제로 감소되는 면적은 적지만 가장자리의 길이와 면적이 늘어나므로 내부 면적은 절반 가까이 줄어들게 된다. 따라서 깊은 숲 속에서 살아야 하는 생물의 경우 서식지가 크게 줄어들게 된다.

오답نب기 ● ㄱ. 서식지가 단순화되면 그 지역에 서식하는 개체군의 크기가 감소하며, 개체군의 크기가 감소하면 특정 종이 사라질 수도 있다. 따라서 생태계 다양성은 감소할 가능성이 높다.

ㄴ. 서식지가 단순화되면 연결된 지역 내 같은 종의 개체수는 적어지게 된다. 그로 인해 근친 간 교배 등과 같은 현상이 일어나 유전적 다양성은 감소한다. ㉮ ③

14

알짜풀이 ● ㄱ. 생물로부터 얻을 수 있는 다양한 물질을 이용하여 사람에게 유용한 의약품을 얻을 수 있다. 생물 자원을 이용하여 의약품을 얻는 것과 관련된 연구는 앞으로도 활발하게 진행되어야 한다.

ㄷ. 푸른곰팡이와 같이 주변에서 흔히 볼 수 있는 생물도 의약품 개발을 위해 생물 자원으로 활용될 수 있으므로 잘 보존해야 한다.

오답نب기 ● ㄴ. 생물의 독소가 사람에게 해를 주기도 하지만 이득을 주기도 하므로 잘 관리해야 하며, 다양한 종에서 다양한 유전자를 통해 유용한 성분을 얻을 수도 있으므로 모든 생물을 잘 관리하고 보존해야 한다. ㉮ ③

15

알짜풀이 ● ㄱ. 아랄 해의 물이 점점 줄어들고 있으므로 과학 기술을 이용하여 물을 효율적으로 사용하는 방안을 연구하여 붕괴를 막아야 한다.

ㄴ. 수자원을 이용하려면 유출되는 물의 양보다 유입되는 물의 양이 더 많아야 한다.

오답نب기 ● ㄷ. 아랄 해로 유입되는 물의 사용을 무조건 막으면 농업 생산성이 급격히 떨어지게 된다. 그러므로 과학 기술을 발전시켜 물을 적게 효율적으로 쓰는 방안을 연구해야 한다. ㉮ ③

16

알짜풀이 ● ㄱ. 태양 에너지는 친환경적인 에너지로 녹색 기술의 발달에 의해 이용이 증가하고 있다.

ㄷ. 태양 전지 사용량이 증가할수록 화석 연료의 사용량이 줄어들므로 생태계 보존이 유리하다.

오답نب기 ● ㄴ. 태양의 빛에너지는 소모되어 없어지는 에너지가 아니므로 태양 전지의 사용이 식물이 광합성에 이용하는 빛에너지의 양에 영향을 미치지 않는다. ㉮ ③

대단원
마무리

핵심 요약 노트

● 본책 242~243 쪽

- ① 반작용 ② 상호 작용 ③ 계절형 ④ 생활형 ⑤ S
자형 ⑥ 사망률 ⑦ 순위제 ⑧ 초원 ⑨ 경쟁 배타
⑩ 분서 ⑪ 호흡량 ⑫ 에너지 효율 ⑬ 종 다양성

대단원
마무리

단원 평가 문제

● 본책 244~247 쪽

- 01 ① 02 ④ 03 ① 04 ③ 05 ④ 06 ③ 07 ⑤
08 ① 09 ⑤ 10 ① 11 ④ 12 ① 13 ② 14 ⑤
15 해설 참조 16 겨울눈의 위치 17 해설 참조 18 A,
B, C, D 19 해설 참조 20 해설 참조

01

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. 반작용은 생물이 비생물적 요인에 영향을 주는 것이다. 숲에 낙엽이 쌓여 토양이 비옥해진 것과 지렁이의 증가로 토양의 통기성이 높아진 것은 모두 생물이 비생물적 요인인 토양에 영향을 준 것이므로 반작용의 예이다.
오답نب기 ● ㄷ. 가을에 낮은 기온으로 은행나무 잎이 노랗게 변하였으므로 비생물적 요인인 온도가 생물적 요인인 은행나무에 영향을 준 작용의 예이다.

ㄹ. 1차 소비자인 메뚜기의 개체수가 증가하여 생산자인 벼의 수확량이 감소한 것은 생물들 간에 일어나는 상호 작용의 예이다. ㉑ ①

02

알짜풀이 ● ㄱ. 참나무는 생산자, 다람쥐, 참새, 뱀, 토끼는 소비자, 버섯과 곰팡이는 분해자이므로 모두 생물적 요인에 해당한다.

ㄷ. 유기물을 무기물로 분해하는 역할을 하는 요소는 분해자로서 곰팡이와 버섯으로 2종류이고, 무기물을 유기물로 합성하는 역할을 하는 요소는 생산자로서 참나무로 1종류이다.

오답نب기 ● ㄴ. 참나무는 생산자이다. ㉑ ④

03

알짜풀이 ● 곤충의 몸 표면은 키틴질의 껍데기로 덮여 있어 수분의 증발을 줄인다. 이것은 물에 대한 생물의 적응 현상에 해당한다. ㉑ ①

04

알짜풀이 ● 기온이 높은 적도 지방으로 갈수록 뱀의 몸집은 작아지는데, 이는 단위 부피에 대한 표면적을 넓혀 열 발산량을 증가시킴으로써 체온을 유지하기 위한 것이다. 따라서 서식 장소에 따른 뱀의 몸집 차이에 영향을 준 환경 요인은 온도이다. ㉑ ③

05

알짜풀이 ● A형은 초기 사망률이 낮은 경우이므로 대부분 개체가 수명을 다한 후 사망한다. ㉑ ④

우공비 BOX

● **보충 설명** ● 환경 저항에 의해 한 서식지에서 증가할 수 있는 개체수의 한계를 환경 수용력이라고 하며, 이 경우 환경 수용력은 212마리에요.

06

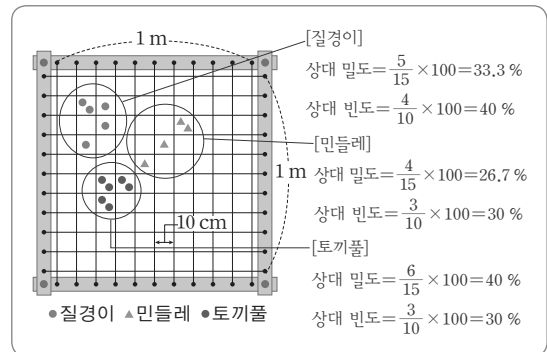
알짜풀이 ● ㄷ. 212마리부터 개체수 변화가 거의 없다. 이입과 이출이 없으므로 개체수가 일정하게 유지되는 경우 출생률과 사망률은 거의 같다.

ㄹ. 이 군집 내의 일정한 공간에 A 종이 살 수 있는 안정된 개체수는 212마리 정도이다. 처음에 더 많은 개체를 넣어도 결국 212마리 정도에서 안정된 상태를 나타낼 것이다.

오답نب기 ● ㄱ. 개체수가 더 이상 증가하지 못하는 것은 환경 저항이 크기 때문이다.

ㄴ. 1~2년 사이에 개체수가 급격하게 증가한다. 이 시기에 가장 발전하며, 안정된 시기는 3년 이후이다. ㉑ ③

07 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. 밀도는 단위 면적에 대한 개체수로 나타낸다. 질경이의 경우 1m²에 5개체가 있으므로 5개체/m²이다.
ㄴ. 상대 빈도는 조사한 모든 종의 빈도의 합에 대한 특정 종의 빈도이다. 토끼풀과 민들레의 경우 3개의 방형구에서 나타나므로 개체수는 다르지만 상대 빈도는 같다.

ㄷ. 토끼풀의 상대 밀도는 40%이고, 질경이의 상대 밀도는 33.3%이므로 토끼풀의 상대 밀도가 더 크다. ㉑ ⑤

08

알짜풀이 ● ㄱ. 광엽형 식물은 비동화 기관인 줄기가 발달한 것을 통해 대체로 높게 자라는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 광엽형 식물이 많으면 지상까지 도달하는 빛의 양이 적다. 그러므로 많은 양의 빛을 필요로 하는 양치식물의 묘목이 잘 자라지 못한다.

ㄷ. 협엽형 식물은 잎이 좁은 식물로 광합성을 하는 부위가 광엽형에 비해 아래쪽에 있다. ㉑ ①

09

알짜풀이 ● 말미잘과 집게는 서로 도움을 주고받는 상리 공생을 한다.

ㄴ. 흰개미와 편모충류는 상리 공생을 한다.

ㄷ. 공과식물은 뿌리혹박테리아가 살 수 있도록 뿌리 조직을 변형시켜 혹을 만들고 영양을 공급하며, 뿌리혹박테리아는 공기 중의 질소를 식물이 이용할 수 있게 고정시켜 공과식물에게 공급하는 상리 공생을 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 혹등고래는 따개비에게 서식지를 제공하지만, 따개비는 혹등고래에게 해도 이익도 주지 않는 편리 공생 관계이다. ㉑ ⑤

쉽게쉽게

생태계에서 비생물적 요인과 생물적 요인은 서로 영향을 주고받아요.

쉽게쉽게

추운 지역에 사는 동물일수록 몸집이 커지고 몸의 말단 부위가 작아지는 경향이 있어요.

10

알짜풀이 ● ㄱ. 순생산량은 총생산량에서 풀과 나무의 호흡량을 뺀 값이다.

오답نب기 ● ㄴ. 총생산량은 생태계에서 광합성을 통해 생산한 유기물의 총량으로, 호흡량과 순생산량을 합친 값이다. 그러므로 호흡량이 감소하면 순생산량은 증가한다.

ㄷ. 안정 상태의 순생산량은 약 15 t/ha·년이고, 나무의 호흡량은 약 10 t/ha·년이므로 순생산량이 더 많다. **답 ①**

11

알짜풀이 ● ㄴ. 해양 생태계에서 물로 흡수된 탄소와 바다의 표층에 있는 탄소를 생산자인 식물성 플랑크톤이 광합성을 통해 흡수하여 유기물로 만들고, 이것은 먹이 사슬을 통해 이동한다.

ㄷ. 과도한 삼림 벌채는 광합성을 통해 대기 중의 CO₂를 흡수하는 식물의 양을 감소시키므로 대기 중의 CO₂ 농도를 증가시킬 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 탄소가 가장 많은 곳은 심해이다. **답 ④**

12

알짜풀이 ● ㄱ. 분해자로 유입된 에너지량은 12.1 J/cm²·년이며, 2차 소비자로 유입된 에너지량은 10 J/cm²·년이다. 따라서 분해자에게 유입된 에너지량이 2차 소비자에게 유입된 에너지량보다 많다.

오답نب기 ● ㄴ. 분해자는 생물의 사체나 배설물에 포함되어 있는 유기물을 이용하여 생활하므로 자신이 사용하고 남은 일부를 열에너지의 형태로 방출한다.

ㄷ. 영양 단계가 높아질수록 이용할 수 있는 에너지량은 점차 감소한다. **답 ①**

13

알짜풀이 ● ㄴ. 에너지 피라미드나 생물량 피라미드를 보면 생산자가 가장 크므로 안정된 생태계이다.

오답نب기 ● ㄱ. 에너지 효율의 경우 3차 소비자는 4%, 2차 소비자는 8.3%이므로 2차 소비자의 에너지 효율이 3차 소비자의 에너지 효율보다 크다.

ㄷ. 개체수 피라미드에서 생산자의 수가 1차 소비자에 비해 아주 적으므로 이 생태계는 생산자의 개체가 아주 큰 교목으로 구성된 삼림 생태계이다. **답 ②**

14

알짜풀이 ● ㄱ. 안정된 생태계는 먹이 사슬의 어느 단계에 일시적으로 변동이 일어나더라도 시간이 지나면서 다시 평형을 되찾는다. 특히 먹이 그물이 복잡할수록 평형이 잘 유지되므로 먹이 그물은 생태계의 평형을 유지하는 기초가 된다.

ㄴ. 외래종이 서식지에 성공적으로 정착하여 고유종과 공존할 수 있게 되면 서식지의 생물 다양성이 증가하게 되고 먹이 그물이 복잡해진다.

ㄷ. 뉴트리아는 도입된 후 천적이 없어 고유종을 몰아내고 새로운 환경에 정착함으로써 기존 생물 종의 다양성을 감소시켰다. **답 ⑤**

우공비 BOX

용어 알기

산성비

대기 중의 이산화 황과 산화 질소류가 높은 pH 5.6 미만의 비를 말해요. 산성비로 인해 산림 파괴, 호수의 산성화, 건축물과 금속의 부식이 일어나지요.

조심조심

에너지 효율은 일반적으로 영양 단계가 높아질수록 증가하지만 그렇지 않은 경우도 있어요. 반드시 에너지 피라미드를 통해 에너지 효율을 계산해 봐야 해요.

●보충 설명●

외래종은 천적이거나 경쟁 생물이 없기 때문에 먹이 그물을 변화시키고 생태계를 혼란에 빠뜨릴 수 있어요.

15

모범답안 ● (가), 더운 지방에 사는 여우일수록 몸집이 작아 몸의 부피에 대한 표면적의 비를 늘리고, 몸의 말단부인 귀의 크기가 커서 체내 열 발산량을 늘려 체온을 일정하게 유지하기 때문이다.

채점 기준	배점
① 가장 더운 지역에 사는 여우를 쓰고, 그 이유를 몸의 크기, 귀의 크기, 체온 유지와 연관지어 바르게 설명한 경우	100 %
② 가장 더운 지역에 사는 여우를 쓰고, 그 이유를 몸의 크기와 귀의 크기 중 한 가지만 언급하여 설명한 경우	50 %

16

알짜풀이 ● 라운키에르는 겨울논의 위치를 기준으로 식물의 생활형을 분류하였다. **답 겨울논의 위치**

17

모범답안 ● 분서, 피라미와 갈겨니의 경우 피라미는 수심이 깊은 가운데에서, 갈겨니는 가장자리에서 살며 서식지를 분리한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 상호 관계의 다른 예만 바르게 설명한 경우	70 %
③ 상호 관계만 바르게 쓴 경우	30 %

18

알짜풀이 산성비가 내리면 토양 속의 미생물이 제대로 활동하지 못하게 되므로 미생물에 의한 탈질소 작용, 질소 고정, 질화 작용과 같은 질소 순환이 잘 일어나지 않게 된다. D는 소비자가 생산자를 섭취하는 먹이 사슬 과정이므로 산성비에 의해 식물의 고사가 일어나면 직접적인 영향을 받는다.

답 A, B, C, D

19

모범답안 ● 같은 종 내에서 개체들의 형질이 다양한 것은 유전자 변이 때문이며, 이와 같이 유전자가 다르기 때문에 나타나는 다양성을 유전적(유전자) 다양성이라고 한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 무늬가 다양한 이류나 생물 다양성의 종류 중 한 가지만 바르게 설명한 경우	50 %

20

모범답안 ● 안정된 생태계에 외래종이 들어오면 천적이 없어 개체수가 갑자기 증가할 수 있다. 또한 특정 생물을 많이 포식하여 멸종시킬 수 있으므로 먹이 사슬에 문제가 생겨 생태계 파괴의 원인이 될 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 먹이 사슬이 파괴된다고만 설명한 경우	50 %

I. 생명 과학의 이해

01 생명 과학의 이해

꼭 나오는

[중·원·별 문제] 점검하기

별책 1~2쪽

01 ③ 02 ② 03 ④ 04 ① 05 ① 06 ④ 07 해설
 참조 08 조작 변인 : 셀로판지 색상(빛의 파장), 종속 변인 : 기포 수 또는 광합성 속도 09 항상성 유지

01

알짜풀이 ● ㉠은 가설 설정, ㉡은 탐구 설계 및 수행, ㉢은 일반화이다.

ㄱ. 관찰을 통해 문제점을 인식한 후에는 문제에 대한 잠정적인 답인 가설을 설정한다.

ㄴ. 가설을 검증하기 위해 탐구를 설계하고 수행할 때는 실험군 외에 실험 결과를 비교할 수 있는 대조군을 설정하여 대조 실험을 해야 한다.

오답نب기 ● ㄷ. 일반화는 검증된 가설로 다른 현상도 설명할 수 있는지 확인하여 가설을 법칙이나 이론으로 일반화시키는 단계이다. ㉠ ③

02

알짜풀이 ● (가)는 결론 도출, (나)는 가설 설정, (다)는 탐구 설계 및 수행, (라)는 결과 해석 단계이다. 연역적 탐구 방법은 문제 인식 → 가설 설정 → 탐구 설계 및 수행 → 결과 해석 → 결론 도출의 순으로 진행되므로, 레디가 자연 발생설을 부정하기 위해 수행한 탐구는 (나)-(다)-(라)-(가) 순으로 진행되었다. ㉠ ②

03

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. 실험에서 의도적으로 변화시킨 조작 변인은 우유의 공급 여부이다. 조작 변인 이외에 생쥐의 성장 상태에 영향을 주는 요인은 동일하게 유지해 주어야 하므로 두 집단의 생쥐는 성별이나 연령이 같아야 하며, 생쥐에게 공급하는 3대 영양소와 무기 염류의 종류 및 양도 같아야 한다. 이와 같이 실험을 할 때 조작 변인 이외에 실험 결과에 영향을 미칠 수 있는 다른 변인을 일정하게 유지시키는 것을 변인 통제라고 한다.

오답نب기 ● ㄷ. 우유의 공급 여부가 성장 상태에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이므로 우유 이외에 다른 영양소를 공급하면 성장 상태의 원인이 우유 때문인지, 아니면 다른 영양소 때문인지 알 수 없어 실험 결과의 타당성이 떨어진다. ㉠ ④

04

알짜풀이 ● 파리지옥의 잎에 곤충이 앉았을 때 잎이 갑자기 접히는 것은 생명 현상의 특성 중 자극에 대한 반응과 관련이 깊다.

① 지렁이가 빛을 피해 이동하는 것은 빛이라는 자극에 대해 지렁이가 반응한 것이다.

오답نب기 ● ②는 발생과 성장, ③은 생식, ④는 적응, ⑤는 유전과 관련된 예이다. ㉠ ①

우공비 BOX

●보충 설명●

모양과 기능은 다르지만 해부학적 기본 구조가 같은 기관을 상동 기관이라고 해요.

●쉽게쉽게●

바이러스는 물질대사에 필요한 효소가 없어서 숙주 세포 내에서만 숙주 세포의 효소를 이용하여 물질대사를 하고, 자기 복제와 증식, 유전과 돌연변이를 나타내요.

●필수 자료●

조작 변인과 종속 변인

- 조작 변인은 실험에서 인위적이고, 체계적으로 변화시키는 변인이에요.
- 종속 변인은 조작 변인에 따라 변하는 변인으로, 실험의 결과에 해당해요.

05

알짜풀이 ● 포유류의 앞다리는 서로 다른 환경에서 적응하여 서로 다른 구조와 기능을 갖게 되었는데, 이것은 포유류가 공통 조상으로부터 진화했다는 증거이다. 따라서 이 자료는 적응과 진화의 예에 해당한다.

① 선인장은 수분 손실을 줄이기 위해 잎이 가시처럼 변했다.

오답نب기 ● ②는 항상성 유지, ③, ④는 물질대사, ⑤는 유전의 예이다. ㉠ ①

06

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. 그림 (가)에서 바이러스는 DNA와 이를 둘러싸는 단백질 껍질로만 구성되어 있으므로 세포 구조를 갖추지 못했음을 알 수 있고, (나)에서 바이러스가 숙주 세포 내에서 증식한다는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄷ. 바이러스는 물질대사에 관여하는 효소가 없어 숙주 세포 밖에서 스스로 물질대사를 할 수 없다. ㉠ ④

07

모범답안 ● 오래 썩힌 퇴비일수록 콩의 생장에 필요한 양분이 많을 것이다.

채점 기준	배점
퇴비를 만들 때 물을 썩힌 기간이 콩의 생장에 영향을 미칠 것이라는 내용을 포함하여 설명한 경우	100 %

08

알짜풀이 ● 빛의 파장이 광합성에 미치는 영향을 알아보는 실험이므로, 빛의 세기, 온도, 이산화 탄소 농도 등은 모두 동일하게 유지하고, 셀로판지 색상만 변화시켜야 한다.

㉠ 조작 변인 : 셀로판지 색상(빛의 파장), 종속 변인 : 기포 수 또는 광합성 속도

09

알짜풀이 ● 민물고기의 체액 삼투압 조절은 항상성 유지의 예이다. ㉠ 항상성 유지

아래

[중·원·별 문제] 정복하기

별책 3쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ② 04 ④

01

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 A 과정과 같은 관찰에 해당된다.

ㄴ. (나)는 탐구 설계 및 수행 단계로 대조 실험을 실시해야 한다.

오답نب기 ● ㄷ. B는 가설 설정 단계이며, 귀납적 탐구 방법에는 가설 설정 단계가 없다. ㉠ ③

02

알짜풀이 ● ⑤ 생물은 주위 환경에 존재하는 원소를 받아들여 물질대사를 통해 그들을 새롭게 구성한다. 포도당이 간에서 글리코젠으로 전환되는 반응은 물질대사 중 동화 작용의 예이다.

오답넘기 ● ①, ②, ④는 적응과 진화 ③은 유전의 예이다.

답 ⑤

03

알짜풀이 ● 자동 온도 조절기는 온도가 하강하면 난방기를 작동시켜 온도를 높여 주고, 온도가 상승하면 난방기의 작동을 중단시켜 온도를 낮춰 줌으로써 일정 범위의 온도를 유지하게 해 준다. 이와 관련 깊은 생명 현상의 특성은 항상성 유지이다.

ㄴ, 식사 후 인슐린의 분비량이 증가하는 것은 혈당량을 일정하게 유지하기 위한 작용이다.

오답넘기 ● ㄱ, 자극에 대한 반응의 예이다.

ㄷ, 적응과 진화의 예이다.

답 ②

04

알짜풀이 ● ㄱ, 정자는 핵이 있는 세포이고, 대장균은 핵막이 없는 원핵 세포이다. 그러므로 '핵이 있음'은 (가)에 해당한다.

ㄷ, 정자, 대장균, 바이러스 모두 유전 물질을 가지므로 '유전 물질 있음'은 (다)에 해당한다.

오답넘기 ● ㄴ, 정자는 감수 분열 결과 생성된 생식 세포이므로 더 이상 분열하지 않으며, 바이러스는 숙주 세포에 자신의 유전 물질을 주입함으로써 증식한다. '분열을 통해 증식'은 대장균에만 해당하는 특징이다.

답 ④

우공비 BOX

●보충 설명●

바이메탈

온도의 변화에 따라 팽창수축하는 정도(열팽창 계수)가 다른 두 종류의 얇은 금속을 포개어 붙여서 만든 것으로, 온도가 높아지면 열팽창 계수가 큰 쪽이 더 많이 팽창하면서 휘어지고, 다시 온도가 내려가면 원래 상태로 돌아와요.

●보충 설명●

원핵 세포

핵막이 없어 유전 물질이 세포질에 흩어져 있고, 리보솜은 있지만 미토콘드리아나 엽록체 등 막 구조로 된 세포 소기관이 없어요. ㉡ 대장균

조심조심

세포 소기관 중 2중막 구조이며 DNA를 가지고 있는 것은 핵, 엽록체, 미토콘드리아예요. 엽록체와 미토콘드리아는 핵에 있는 것과는 다른 자체 DNA를 가지고 있어 자기 증식을 할 수 있고, 리보솜이 있어서 단백질 합성이 가능합니다.

●필수 자료●

동물과 식물의 구성 단계

식물은 동물과 달리 여러 조직이 식물체 전체에 연속적으로 연결된 조직계를 가지고 있어요. 반면 동물에는 식물에서는 관찰할 수 없는 기관계가 있어요.

쉽게쉽게

분비 세포와 형질 세포에는 물질의 분비에 관여하는 소포체와 골지체가 많이 들어 있어요.

04

알짜풀이 ● DNA는 폴리뉴클레오타이드 두 가닥이 꼬여 있는 2중 나선 구조로, 뉴클레오타이드의 구성 성분은 당, 염기, 인산이다. DNA는 당으로 디옥시리보스를 가지고, RNA가 당으로 리보스를 가진다.

답 ②

05

알짜풀이 ● ㄱ, A는 핵으로, 유전 물질인 DNA가 있다.

오답넘기 ● ㄴ, B는 리보솜으로, 단백질 합성 장소이다. 세포 내 소화를 담당하는 곳은 리소좀이다.

ㄷ, 세포벽과 엽록체가 없으므로 동물 세포이다.

답 ①

06

알짜풀이 ● 소포체는 단일막 구조이며 자체 DNA를 가지고 있지 않다.

답 ④

07

알짜풀이 ● ㄱ, A는 단백질이며, 단백질은 리보솜에서 합성된다.

ㄴ, B는 인지질의 머리 부분으로 친수성이고, C는 인지질의 꼬리 부분으로 소수성이다.

ㄷ, 세포막은 세포 전체를 둘러싸고 있어서 세포의 형태를 유지하고, 세포 안팎으로의 물질 출입을 조절한다.

답 ⑤

08

알짜풀이 ● ㄱ, A 단계는 세포이며, 세포는 생물체를 구성하는 기본 단위이다.

오답넘기 ● ㄴ, B 단계는 조직이며, 뿌리는 기관에 해당된다.

ㄷ, C 단계는 기관이며, 동물의 구성 단계에서 볼 수 없는 것은 조직계이다.

답 ①

09

알짜풀이 ● 단백질은 효소, 항체, 호르몬의 성분으로, DNA의 유전 정보에 따라 리보솜에서 합성된다. 단백질은 열에 의해 변성되면 구조가 변해 그 기능을 잃게 된다.

답 단백질

10

모범답안 ● (나), 세포벽이 없어 세포가 둥근 모양을 하고 있고 엽록체가 없으며, 주로 동물 세포에 존재하는 중심립이 있기 때문이다.

채점 기준	배점
① 동물 세포의 기호와 이유를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 동물 세포의 기호만 바르게 쓴 경우	30 %

11

알짜풀이 ● 식물 세포에는 엽록체가 있으므로 식물은 스스로 양분을 합성할 수 있다.

답 세포벽, 엽록체

12

모범답안 ● B : 골지체, 세포 밖으로 물질을 분비하는 기능이 있어 분비 작용이 활발한 세포에 많이 존재한다.

채점 기준	배점
① 세포 소기관의 이름과 이유를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 세포 소기관의 이름만 바르게 쓴 경우	30 %

I. 생명 과학의 이해

02

생물의 구성

꼭 나오는

[중단원별 문제 점검하기]

○별책 4~5쪽

01 ④ 02 ② 03 ① 04 ② 05 ① 06 ④ 07 ⑤
08 ① 09 단백질 10 해설 참조 11 세포벽, 엽록체
12 해설 참조 13 A : 미토콘드리아 14 (가) 엽록체 : 동
화 작용 (나) 미토콘드리아 : 이화 작용

01

알짜풀이 ● 중성 지방은 피하나 장관막에 축적되어 에너지 저장과 체온 유지에 중요한 역할을 하며, 생체막의 주성분은 인지질이다.

답 ④

02

알짜풀이 ● 물(A)은 물질에 대한 용해성이 커서 여러 가지 물질을 녹인다. 단백질(B)의 기본 단위는 아미노산이며, 지질(C)은 물에 녹지 않고 유기 용매에 잘 녹는 화합물이다.

답 ②

03

알짜풀이 ● 인체를 구성하는 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 물이고, 단백질은 물 다음으로 많은 양을 차지한다.

답 ①

13

알짜풀이 ● 미토콘드리아는 세포 호흡이 일어나 에너지가 생성되는 장소이므로, 에너지 소비가 많은 간세포나 근육 세포에 많이 존재한다. **답 A : 미토콘드리아**

14

알짜풀이 ● (가)는 광합성이 일어나는 엽록체이며, (나)는 세포 호흡이 일어나는 미토콘드리아이다. 광합성은 물질을 합성하는 동화 작용, 세포 호흡은 물질을 분해하는 이화 작용의 예이다.

답 (가) 엽록체 : 동화 작용 (나) 미토콘드리아 : 이화 작용

우공비 BOX

●보충 설명●

물질 대사

물질대사는 동화 작용과 이화 작용으로 나눌 수 있어요.

• 동화 작용 : 물질 합성, 에너지 흡수(흡열 반응)

• 이화 작용 : 물질 분해, 에너지 방출(발열 반응)

II. 세포와 생명의 연속성

03 세포와 세포 분열

꼭 나오는

○별책 7~9쪽

[중단원별 문제 점검하기]

01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ② 05 ③ 06 ③ 07 ②
08 ③ 09 ③ 10 ⑤ 11 ② 12 B : b, D : d 13 해
설 참조 14 암컷 : ABD, ABd, abD, abd, 수컷 :
ABD, ABe, AbD, Abe 15 해설 참조 16 ㉠ (가) 1회
(나) 1회, ㉡ (가) 2n (나) n 17 해설 참조 18 해설 참조

[중단원별 문제 정복하기]

○별책 6쪽

01 ④ 02 ② 03 ③ 04 ③

01

알짜풀이 ● (가)는 물, (나)는 핵산, (다)는 중성 지방이다. 물은 생명체의 구성 물질 중 가장 많은 비율을 차지한다. 뉴클레오타이드는 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 인(P)으로 구성되어 있다. 생체막을 이루는 주요 성분은 중성 지방에서 지방산 1분자 대신 인산기를 포함한 화합물이 결합한 인지질이다. **답 ④**

02

알짜풀이 ● A는 엽록체, B는 미토콘드리아, C는 리보솜이다. 리보솜에서는 단백질 합성이 일어난다.

오답نب기 ● ㄱ. 핵과 엽록체, 미토콘드리아는 모두 DNA를 가지므로 'DNA를 가지고 있는가?'는 (가)에 적합하지 않다. ㄴ. 미토콘드리아(B)는 식물 세포와 동물 세포에 모두 존재한다. **답 ②**

03

알짜풀이 ● (가)는 기관계가 포함되어 있으므로 동물의 구성 단계이며 A는 기관이다. (나)는 식물의 구성 단계이며, B는 조직계, C는 기관이다. 동물의 기관에는 위, 간, 폐, 뇌 등이 있다. 식물의 조직계에는 표피 조직계, 기본 조직계, 관다발 조직계가 있으며, 기관에는 뿌리, 줄기, 잎, 꽃 등이 있다. **답 ③**

04

알짜풀이 ● (가)는 호흡계, (나)는 배설계, (다)는 순환계, (라)는 소화계이다.

ㄱ. 기관계는 여러 기관이 모여 구성되며, 기관은 여러 종류의 조직이 모여 고유한 형태와 특정한 기능을 나타내므로 (가)의 기관을 구성하는 조직은 (라)의 기관에도 존재한다.

ㄴ. 순환계는 영양소와 산소, 이산화 탄소와 노폐물 등 물질을 온몸으로 운반하는 역할을 한다.

오답نب기 ● ㄷ. (라)에서 흡수되지 않은 영양소는 대변이 되어 (라)의 항문을 통해 몸 밖으로 배설되며, (나)에서는 세포 호흡 결과 생성된 노폐물이 배설된다. **답 ③**

용어 알기

대립 유전자

상동 염색체의 같은 위치에 있으며 하나의 형질을 결정하는 유전자 쌍으로, 유전자 구성이 같을 수도 있고 다를 수도 있어요.

조심조심

배설계를 통해서만 세포 호흡 결과 생성된 물과 질소 노폐물이 몸 밖으로 배설돼요.

01

알짜풀이 ● ④ 남자의 성염색체 구성은 XY이므로, 감수 분열이 일어날 때 X 염색체와 Y 염색체는 분리되어 각각 딸 세포로 들어간다. 그러므로 남자의 생식 세포에는 X 염색체 또는 Y 염색체가 존재한다.

오답نب기 ● ①, ⑤ 사람의 체세포에는 부모로부터 각각 1개씩 물려받아 쌍을 이룬 염색체가 23쌍, 즉 46개 들어 있다. 이는 $2n=46$ 으로 표현한다.

② 생식 세포에는 체세포의 반인 23개의 염색체가 들어 있다.

③ 1~22번까지의 염색체(22쌍)는 남자와 여자에 공통으로 존재하는 상염색체이다. **답 ④**

02

알짜풀이 ● ㄱ. 간기에 DNA가 복제되므로 분열기에 나타나는 염색체는 2개의 염색 분체를 갖는다.

ㄴ, ㄷ. 염색사를 구성하는 뉴클레오타이드는 실 모양의 DNA(A)가 히스톤 단백질(B)을 감고 있는 것이다. 뉴클레오타이드는 염색사 또는 염색체의 기본 단위이다. **답 ⑤**

03

알짜풀이 ● ③ 성염색체도 상동 염색체이므로, 남녀 모두 23쌍의 상동 염색체를 가진다.

오답نب기 ● ① 대립 유전자는 부모로부터 각각 하나씩 물려받으므로 서로 같을 수도 있고 다를 수도 있다.

② 모양과 크기가 같은 1쌍의 염색체를 상동 염색체라고 한다.

④, ⑤ 대립 유전자는 동일한 형질을 결정하는 유전자로, 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다. **답 ③**

04

알짜풀이 ● ② S기에 DNA 복제가 일어나 DNA양이 2배가 된다.

오답نب기 ● ①, ③ G₁기는 분열이 일어난 후 세포가 성장하는 시기로 세포 소기관의 수가 증가한다. 더 이상 분열하지 않는 세포는 G₁기에 머문다.

④ 핵분열이 먼저 일어난 후 세포질 분열이 일어난다.

⑤ 세포 주기를 한 번 거치는 데 걸리는 시간은 세포의 종류와 환경에 따라 다양하다. **답 ②**

05

알짜풀이 ● A는 간기, B는 전기, C는 후기, D는 중기, E는 말기이다.

유공비 BOX

●보충 설명●

동물 세포는 세포막이 바깥 쪽에서 안쪽으로 함입되고, 식물 세포는 세포의 중앙에서 바깥쪽으로 세포판이 형성돼요.

●필수 자료●

DNA 상대량

세포 주기에서 DNA 복제가 일어나는 시기는 S기이므로, G₁기의 세포는 DNA 상대량이 1, G₂기~분열기의 세포는 DNA 상대량이 2이고, S기는 1~2 사이가 돼요.

●필수 자료●

감수 분열(생식 세포 분열)

- 감수 1분열 : 상동 염색체가 분리되어 염색체 수가 반으로 줄어 염색체 수가 달라지므로 이형 분열이라고도 해요.
- 감수 2분열 : 염색 분체가 분리되어 반으로 줄어든 염색체 수가 유지되므로, 동형 분열이라고도 해요.

쉽게쉽게

A는 감수 1분열 중기, B는 감수 2분열 중기의 모습이예요.

③ 양파의 뿌리 끝에서 일어나는 체세포 분열을 관찰한 결과이므로, 상동 염색체의 분리는 관찰되지 않는다.

오답탐기 ● ① 생장점에서는 체세포 분열이 일어난다.

② 전기(B)에는 핵막과 인이 사라지고 염색체가 나타난다.

④ 염색체가 중앙에 배열되어 염색체를 관찰하기에 가장 좋은 시기는 중기(D)이다.

⑤ 말기(E)에 핵분열이 끝나 2개의 딸핵이 형성되고 세포 중앙에 세포판이 형성되면서 세포질 분열이 일어난다. 정답 ③

06

알짜풀이 ● ③ 감수 2분열은 간기 없이 진행되므로 DNA 복제가 일어나지 않는다.

오답탐기 ● ①, ⑤ 감수 분열은 DNA가 1회 복제된 후 2번의 분열이 연속해서 일어나므로 DNA양이 반으로 줄어든다.

② 감수 1분열 전기에 상동 염색체가 접합하여 2가 염색체를 형성한다.

④ 감수 2분열은 염색 분체가 분리되어 염색체 수 변화가 없으므로 동형 분열이라고도 한다. 정답 ③

07

알짜풀이 ● ② A는 감수 1분열 중기에 나타나는 세포의 모습이므로 III 시기에 관찰된다.

오답탐기 ● ① (가)는 감수 분열 시 DNA양 변화이다.

③ A의 염색체 수는 4개이고, B의 염색체 수는 2개이다.

④ A의 DNA양은 B의 2배이다.

⑤ I 시기는 감수 분열이 일어나기 전이므로 A와 염색체 수가 같다. B의 염색체 수는 I 시기의 반이다. 정답 ②

08

알짜풀이 ● ㄱ. 체세포 분열 2회와 감수 분열(2번의 핵분열) 1회가 일어났다.

ㄴ. A와 B 과정은 체세포 분열 과정이고, C~E 과정은 감수 분열이다.

오답탐기 ● ㄷ. 총 4번의 분열이 일어나므로 총 16개의 딸세포가 생성된다. 정답 ③

09

알짜풀이 ● (가)는 크기와 모양이 다른 염색체가 분리되었으므로 감수 분열 과정이고, (나)는 체세포 분열 과정이다.

ㄱ. A는 염색체 수가 2개이고 염색 분체가 분리되어 생성된 B의 염색체 수도 2개이다.

ㄷ. A와 C는 DNA 상대량은 같고 C의 염색체 수가 A의 2배이므로 $\frac{\text{DNA 상대량}}{\text{염색체 수}}$ 은 A가 C의 2배이다.

오답탐기 ● ㄴ. (나)는 체세포 분열이므로 DNA양은 반으로 줄어든고 염색체 수는 변화가 없다. 정답 ③

10

알짜풀이 ● ㄱ. ⑤는 감수 1분열 중기(M₁기), ⑥는 감수 2분열 중기(M₂기)를 나타낸다.

ㄴ. ⑤는 상동 염색체가 분리되기 전이므로 핵상이 2n이고,

⑥는 상동 염색체가 분리된 후 생성되었으므로 핵상이 n이다. 그러므로 세포 1개의 염색체 수는 ⑤가 ⑥의 2배이다.

ㄷ. G₁기는 DNA 복제 전이고, ⑥는 S기를 거쳐 DNA양이 2배로 증가한 세포가 감수 1분열 과정 후 생성되었으므로 ⑥와 G₁기 세포의 DNA 상대량은 같다. 정답 ⑤

11

알짜풀이 ● DNA 상대량이 1인 세포는 G₁기, 1에서 2 사이인 세포는 DNA가 복제되는 S기, 2인 세포는 G₂기 또는 분열기의 세포이다.

ㄴ. (나)의 세포는 모두 G₁기에 머물러 있으므로 (나)에 처리한 물질은 G₁기에서 세포 주기를 멈추게 함을 알 수 있다.

오답탐기 ● ㄱ. (가)에서 총 500개의 세포 중 A(250개)와 B(100개)를 제외한 150개의 세포는 DNA 복제가 일어나고 있으므로, DNA 복제가 일어나고 있는 세포의 비율은 전체의 30%이다.

ㄷ. B의 세포는 G₂기나 M기의 세포이다. 정답 ②

12

알짜풀이 ● 상동 염색체의 같은 위치에 존재하는 유전자의 쌍을 대립 유전자라고 한다. B의 대립 유전자는 b, D의 대립 유전자는 d이다. 정답 B : b, D : d

13

모범답안 ● 부모로부터 상동 염색체를 각각 하나씩 물려받기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 단순히 부모로부터 물려받기 때문이라고만 설명한 경우	70 %

14

알짜풀이 ● 생식 세포 형성 시 하나의 염색체 위에 연관되어 있는 유전자들은 함께 이동한다.

답 암컷 : ABD, ABd, abD, abd, 수컷 : ABD, ABe, AbD, Abe

15

모범답안 ● ㉠ 적혈구, 근육 세포, 신경 세포 등. 세포가 완전히 분화되어 다시 분열하지 않는다.

채점 기준	배점
① 예와 특징을 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 예만 바르게 쓴 경우	30 %

16

알짜풀이 ● (가)는 1번의 분열이 일어나고 염색체 수에 변화가 없는 체세포 분열, (나)는 2번의 분열이 연속해서 일어나고 염색체 수가 반감하는 감수 분열이다.

정답 ㉠ (가) 1회 ㉡ (나) 1회, ㉢ (가) 2n (나) n

17

모범답안 ● DNA가 복제되어 생성된 염색 분체가 분리되어 각각 딸세포 ㉠과 ㉡으로 나누어졌기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 염색 분체가 나누어졌기 때문이라고만 설명한 경우	60 %

18

모범답안 ● 동물 세포 : (가), 식물 세포 : (나), 식물 세포는 단단한 세포벽이 있어서 세포막의 함입이 일어나지 않고 세포판이 형성된다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 세포판 형성 또는 세포막 함입이라는 용어만 사용한 경우	70 %
③ 동물 세포와 식물 세포의 기호만 바르게 쓴 경우	30 %

어려움

[종단원별 문제 정복하기]

○별책 10쪽

01 ④ 02 ⑤ 03 ① 04 ④

01

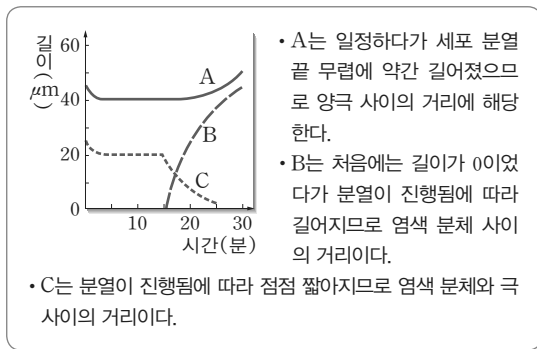
알짜풀이 ● ㄴ. 1개의 모세포가 3번의 체세포 분열을 거치면 8개(2³)의 딸세포가 만들어지고, 각각의 세포가 감수 분열을 거치면 총 32개의 딸세포가 만들어진다.

ㄷ. B는 간기 중 S기, C는 감수 1분열, D는 감수 2분열이다. S기와 감수 2분열은 DNA양은 변하지만 염색체 수는 변화가 없다.

오답نب기 ● ㄱ. ㉠은 염색 분체가 세포 중앙에 나열되어 있으므로 체세포 분열, ㉡은 2가 염색체가 세포 중앙에 나열되어 있으므로 감수 1분열 중기를 나타낸 것이다. (가)에서 체세포 분열이 3번 일어난 후, 감수 분열이 1회 일어났으므로 ㉠이 먼저 일어났다.

답 ④

02 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● 15분 후에 B의 길이가 증가하기 시작하므로 이때 염색 분체가 분리됨을 알 수 있다. 말기에는 A가 약간 길어지므로 세포의 길이가 증가함을 알 수 있다.

답 ⑤

03

알짜풀이 ● (가)는 2개의 딸세포가 관찰되므로 감수 1분열을 마친 세포이고, (나)는 체세포 분열 중기의 세포이다.

ㄱ. (가)는 감수 1분열을 마친 세포이므로 핵상은 n 이다.

오답نب기 ● ㄴ. 꽃이 활짝 핀 상태는 이미 감수 분열이 끝난 상태이므로 감수 분열 과정 중의 세포를 관찰할 수 없다.

ㄷ. (나)는 양파 뿌리에서 일어나는 체세포 분열이므로, 2가 염색체가 형성되지 않는다.

답 ①

우공비 BOX

●필수 자료●

중간 유전

대립 유전자 사이의 우열 관계가 불완전하여 두 형질의 중간 형질이 나오는 경우로, 멘델의 법칙 중 우열의 원리에 어긋나요.

조심조심

대립 형질끼리 교배했을 때 두 가지 형질이 1 : 1로 나오는 경우는 잡종인 우성 형질 개체와 열성 형질 개체가 교배된 경우예요. 이 경우 우열 관계를 파악할 수 없어요.

●보충 설명●

세포 분열의 장소

- 체세포 분열 : 식물의 생장점 또는 형성줄, 동물의 온몸에서 일어나요.
- 감수 분열 : 식물의 밑씨 또는 꽃밥, 동물의 정소 또는 난소에서 일어나요.

04

알짜풀이 ● ㄴ. 세포 A의 염색체 수와 핵 1개당 DNA 상대량은 세포 B의 절반이므로 세포 A는 세포 B의 감수 1분열 결과 생성된 세포이다. 그러므로 세포 A는 M_2 기, 세포 B는 M_1 기에 볼 수 있다.

ㄷ. G_1 기는 DNA가 복제되기 이전이다. 이 동물의 체세포 염색체 수($2n$)는 12이고, G_1 기의 세포 1개당 DNA 상대량은 2이다. 따라서 $\frac{\text{염색체 수}}{\text{DNA 상대량}}$ 의 값은 6이다.

오답نب기 ● ㄱ. 세포 A는 감수 1분열을 마친 감수 2분열 중인 세포이므로 핵상은 n 이다.

답 ④

II. 세포와 생명의 연속성

04 유전(1)

꼭 나오는

[종단원별 문제 점검하기]

○별책 11~12쪽

01 ① 02 ① 03 ④ 04 ⑤ 05 ③ 06 ③ 07 ②

08 RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1, 독립의 법칙 09

유전자형 : 6가지, 표현형 : 4가지 10 해설 참조

01

알짜풀이 ● 갈색 털 말과 흰색 털 말 사이에서 금색 털 말만 태어난 것으로 보아 갈색 털 유전자와 흰색 털 유전자 사이의 우열 관계가 불완전하다는 것을 알 수 있다. 말의 털 색깔 유전은 중간 유전이다.

ㄱ. 갈색 털 유전자를 B, 흰색 털 유전자를 W라고 하면, 갈색 털(BB) × 흰색 털(WW) → 금색 털(BW)이므로 금색 털 유전자형은 이형 접합이다.

오답نب기 ● ㄴ. 유전자형이 이형 접합인 금색 털 말끼리 교배하였을 때, 생식 세포 형성 시 갈색 털 유전자와 흰색 털 유전자가 분리되므로, 금색 털(BW) × 금색 털(BW) → 갈색 털(BB), 금색 털(BW), 금색 털(BW), 흰색 털(WW)이므로 자손의 표현형은 갈색 : 갈색 : 흰색 = 2 : 1 : 1로 나온다. 따라서 이 유전 현상은 분리의 법칙을 따른다.

ㄷ. 갈색 털 유전자와 흰색 털 유전자는 우열 관계가 불완전하여 중간 형질인 금색 털이 나온다.

답 ①

02

알짜풀이 ● 감수 분열 시 염색체의 수가 반으로 줄었다가 수정 후에 회복된다는 서턴의 관찰과 멘델이 가정한 유전자의 행동이 일치하므로 유전자는 염색체에 존재한다고 결론내릴 수 있다.

답 ①

03

알짜풀이 ● ㄱ. 같은 형질끼리 교배했을 때 자손에서 다른 형질이 나오는 경우는 어버이의 형질이 우성이다.

ㄷ. 대립 형질끼리 교배했을 때 자손에서 어버이 형질 중 한 가지 형질만 나오는 경우는 자손의 형질이 우성이다.

오답نب기 ● ㄴ. 대립 형질끼리 교배했을 때 두 가지 형질이 1 : 1로 나오는 경우는 우열을 확인할 수 없다.

답 ④

04

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 유전자 A와 B가 같은 염색체에 연관되어 있으므로 감수 분열 시 연관된 유전자는 같은 생식 세포로 이동한다.

ㄴ. 유전자 T와 t는 대립 유전자이므로 감수 분열 시 분리되어 서로 다른 정자로 들어간다.

ㄷ. (가)는 두 유전자가 연관된 경우로, 생성되는 생식 세포의 유전자형은 2가지(AB, ab)이다. (나)는 두 유전자가 독립되어 분열 시 각 유전자는 독립적으로 행동하므로 생식 세포의 유전자형은 4가지(TD, Td, tD, td)이다. ㉢ ⑤

05

알짜풀이 ● ㄷ. (나)와 (다)를 교배시켰을 때 나오는 자손의 유전자형은 다음 표와 같다.

구분	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

즉, $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 5 : 1 : 1 : 1$ 로 나온다.

오답넘기 ● ㄱ. (가)가 만드는 생식 세포의 유전자형은 Ab, aB이고, (나)가 만드는 생식 세포의 유전자형은 AB, Ab, aB, ab이며, (다)가 만드는 생식 세포의 유전자형은 AB, ab이다. 따라서 (가)와 (다)는 2가지, (나)는 1가지이다.

ㄴ. (가)는 Ab, aB인 생식세포를 만들므로 (가)를 자가 교배하면 자손의 표현형은 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 2 : 1 : 1 : 0$ 의 분리비로 나온다. ㉢ ③

06

알짜풀이 ● • (나)와 (다)의 교배 : 유전자형이 AaBb인 (다)와 유전자형을 알 수 없는 (나)를 교배하여 얻은 F₁의 표현형 비가 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = (60+120) : 60 : (20+40) : 20 = 9 : 3 : 3 : 1$ 이므로, (나)의 유전자형은 AaBb임을 알 수 있다.

• (가)와 (나)의 교배 : 유전자형을 알 수 없는 (가)와 (나)(AaBb)를 교배하여 얻은 F₁에서 표현형이 A_{bb}와 aabb인 자손이 나타나지 않으므로 (가)에서 형성되는 생식 세포의 유전자형은 AB, aB이며 (가)의 유전자형은 AaBB임을 알 수 있다.

ㄷ. (나)의 유전자형은 AaBb이므로 (나)의 표현형은 큰 키, 분홍 꽃이다.

오답넘기 ● ㄱ. (가)의 유전자형은 AaBB이다.

ㄴ. A와 B가 연관되어 있다면 유전자형이 AaBb인 (나)와 (다)의 생식 세포의 유전자형은 AB, ab 2종류만 나온다. 이 경우에는 (나)와 (다)를 교배하여 얻은 F₁에서 큰 키, 흰 꽃(A_{bb})과 작은 키, 붉은 꽃(aaBB)인 개체가 나타날 수 없으므로 A와 B는 서로 다른 염색체에 존재하는 독립 관계를 알 수 있다.

	AB	ab
AB	AABB(큰 키, 붉은 꽃)	AaBb(큰 키, 분홍 꽃)
ab	AaBb(큰 키, 분홍 꽃)	aabb(작은 키, 흰 꽃)

㉢ ③

우공비 BOX

보충 설명

R₂YY인 개체와 r₂yy인 개체를 교배하면 R₂Yy인 개체가 나와요. P의 유전자형에 의해서 R과 y, r과 Y는 연관되어 있을 수 없는데, F₂에서 등골고 황색, 등골고 녹색, 주름지고 황색, 주름지고 녹색이 모두 나오므로 독립의 법칙이 성립해요.

조심조심

잡종은 한 형질을 나타내는 대립 유전자 구성이 다른 개체로, 헤테로나 이형 접합이라고도 해요.

쉽게쉽게

식물 X에서 B와 d, b와 D는 연관되어 있고, A와 B는 독립이므로, A와 D도 독립 관계예요.

07

알짜풀이 ● ㄴ. 대립 유전자 관계인 검은색 털 유전자와 흰색 털 유전자는 생식 세포 형성 시 서로 분리되며, F₂에서 우성(검은색 털)과 열성(흰색 털)의 표현형의 분리비는 3 : 1로 나타난다.

오답넘기 ● ㄱ. F₁은 형질이 다른 순종 사이의 교배로 태어났으므로 유전자형은 잡종이고, F₁의 표현형을 통해 검은색 털과 짧은 꼬리가 우성 형질임을 알 수 있다.

ㄷ. F₂에서 표현형의 비가 9 : 3 : 3 : 1이므로 털 색 유전자와 꼬리 길이 유전자는 독립 유전을 한다. ㉢ ②

08

알짜풀이 ● 양성 잡종(R₂Yy)에서 만들어지는 생식 세포의 유전자형의 분리비가 RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1인 경우, 자가 교배하면 F₁에서 표현형의 분리비는 R₂Y₂ : R₂yy : rrY₂ : rryy = 9 : 3 : 3 : 1이 나온다. 이것은 2쌍 이상의 대립 형질이 유전되는 경우, 각각의 유전자는 서로 영향을 주거나 간섭하지 않고 독립적으로 행동한다는 독립의 법칙이 적용되기 때문이다.

㉢ RY : Ry : rY : ry = 1 : 1 : 1 : 1, 독립의 법칙

09

알짜풀이 ● 대립 유전자 A, B, C의 조합으로 가능한 유전자형은 AA, BB, CC, AB, AC, BC의 6가지이다. 유전자형 BB의 표현형은 다른 어떤 유전자형의 표현형과 다르고 잡종은 우성 형질만 표현된다고 했으므로, 형질 (가)의 표현형은 [A], [BB], [C], [B]으로 4가지가 나온다.

㉢ 유전자형 : 6가지, 표현형 : 4가지

10

알짜풀이 ● 회색 몸 · 정상 날개 초파리(GgLI)를 검은색 몸 · 흔적 날개 초파리(ggll)와 교배한 결과 회색 몸 · 정상 날개 초파리(GgLI) : 검은색 몸 · 흔적 날개 초파리(ggll) = 1 : 1로 나왔으므로 회색 몸 · 정상 날개 초파리(GgLI)에서 생성된 생식 세포의 유전자형이 GL, gl이어야 한다. 이를 통해 G와 L, g와 l이 연관되어 있음을 알 수 있다.

모범답안 ● 유전자 G와 L은 같은 염색체에 존재한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 연관되어 있다고만 설명한 경우	30 %

이런

총 단 원 별 문제 정복하기

01 ⑤ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤

○ 별책 13쪽

01

알짜풀이 ● 식물 X(AaBbDd)에서 B와 d, b와 D는 연관되어 있고, A(a)는 독립이다.

ㄱ. 식물 X에서 형성되는 생식 세포의 유전자형 비는 $ABd : AbD : aBd : abD = 1 : 1 : 1 : 1$ 이다. 즉, 유전자형이 ABd인 생식 세포는 25 %의 확률로 형성된다.

ㄴ, ㄷ. F_1 의 표현형은 $A_B_D_ : A_B_dd : A_bbD_ : aaB_D_ : aaB_dd : aabbD_ = 6 : 3 : 3 : 2 : 1 : 1$ 이다. 따라서 ㉗의 표현형은 $A_bbD_$ 이며, F_1 중 $A_B_ : aaB_ = 9 : 3 = 3 : 1$ 이다. [답] ⑤

02

알짜풀이 ● ㄷ. 검정 교배란 열성 순종과 교배하여 유전자형을 확인하는 것이다. 따라서 $PpVv$ 를 검정 교배하면, 자손에서 붉은색 눈·정상 날개($P_V_$) : 자주색 눈·흔적 날개($ppvv$) = 1 : 1로 나온다.

오답نب기 ● ㄱ, ㄴ. 유전자형이 $PpVv$ 인 초파리 수컷의 유전자는 P 와 V , p 와 v 가 연관되어 있으므로 만들어지는 생식 세포의 종류는 PV , pV 의 두 가지뿐이다. [답] ③

03

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. (가)에서 황색 쥐끼리 교배했을 때, 자손에서 부모와 다른 회색이 나왔으므로 황색이 회색에 대해 우성이다. 한편, 황색 쥐끼리 교배했을 때 황색 쥐와 회색 쥐의 분리비가 3 : 1로 나타나지 않은 것은 우성 순종(동형 접합)이면 태어날 수 없기 때문이다. 즉, 황색 유전자는 동형 접합일 경우 사망하게 하는 치사 유전자이다.

ㄷ. 황색 유전자와 회색 유전자는 대립 유전자이므로 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다. [답] ⑤

04

알짜풀이 ● ㄱ. 아버지의 생식 세포는 AB , aB 이며, 어머니의 생식 세포는 AB , Ab 이므로 자손의 표현형은 $A_B_$ 한 가지이다.

ㄴ. 모건의 유전자설은 각각의 유전자는 염색체 위에 있고, 일정한 위치를 차지하며 상동 염색체의 동일한 위치에 있다는 가설이다. 그림에서 상동 염색체의 같은 위치에 대립 유전자가 분포하므로 모건의 유전자설과 관련이 있다.

ㄷ. 감수 분열 과정에서 상동 염색체는 분리되어 다른 생식 세포로 들어간다. 이때 대립 유전자도 분리되어 다른 생식 세포로 들어가게 된다. [답] ⑤

우공비 BOX

●보충 설명●

낮 모양 적혈구 빈혈증

헤모글로빈 유전자에 이상이 생긴 대표적인 유전자 돌연변이예요.

●보충 설명●

구분	PV	pV
pV	PpVv	ppvv

쉽게쉽게

자손에서 부모와 다른 형질이 나타나면 부모의 형질이 우성, 자손의 형질이 열성이예요.

●보충 설명●

부 모	AB	aB
AB	AABB	AaBB
Ab	AABb	AaBb

오답نب기 ● ㄴ. 2란성 쌍둥이의 성장 환경이 같으면 유전형질의 표현형이 같은지 이 자료만으로는 알 수 없다. 이 자료의 질병들은 2란성 쌍둥이의 일치율이 매우 낮다.

ㄷ. 낮 모양 적혈구 빈혈증은 1란성 쌍둥이에서 일치율이 1.0이므로 유전자에 의해 결정되며 환경의 영향을 전혀 받지 않는다. 따라서 성장 환경이 다르더라도 1란성 쌍둥이는 낮 모양 적혈구 빈혈증의 표현형이 같다. [답] ①

02

알짜풀이 ● ㄱ. V자형 이마선인 부모 사이에서 일자형 이마선인 딸이 태어났으므로 V자형 이마선이 우성 형질이고, 일자형 이마선은 열성 형질이다. 그러므로 V자형 이마선 유전자를 A 라 하면, (가)의 유전자형은 Aa 인 잡종이다.

ㄴ. (나)의 어머니가 일자형 이마선(aa)이므로 (나)는 일자형 이마선 유전자를 갖는 잡종(Aa)이다.

오답نب기 ● ㄷ. V자형 이마선이 일자형 이마선에 대해 우성이다. [답] ③

03

알짜풀이 ● 젖은 귀지인 부모 사이에서 마른 귀지인 자손이 태어났으므로 젖은 귀지가 우성이다.

ㄱ. 아버지와 아들의 표현형이 다른 경우가 있으므로 귀지 형질 유전자는 Y 염색체에 있는 것이 아니다. 또한 젖은 귀지 아버지와 마른 귀지 어머니 사이에 태어난 딸이 열성 형질인 마른 귀지이므로 귀지 형질 유전자는 X 염색체에 있는 것도 아니다. 따라서 귀지 형질 유전자는 상염색체에 있다.

ㄷ. 젖은 귀지 유전자를 A , 마른 귀지 유전자를 a 라고 하면, (가), (다), (라)에게서 마른 귀지인 자녀가 태어났으므로, (가), (다), (라)의 유전자형은 잡종(Aa)이다. 그리고 마른 귀지는 젖은 귀지에 대해 열성이므로 (나), (마)의 유전자형은 열성 순종(aa)이다.

오답نب기 ● ㄴ. 귀지 형질 유전자는 젖은 귀지 유전자가 마른 귀지 유전자에 대해 우성이다. [답] ④

04

알짜풀이 ● ㄱ, ㄴ. 1의 ABO식 혈액형 유전자형은 동형 접합이므로 O 형(OO)이다. 따라서 2는 AB 형(AB), 3과 4 중 한 명은 A 형(AO)이고 다른 한 명은 B 형(BO)이다. 3(AO 또는 BO)과 O 형 남자 사이에서 O 형의 아이가 태어날 수 있다.

오답نب기 ● ㄷ. 4는 AO 또는 BO 가 되므로 유전자 O 를 가진다. 또한 AB 형인 2의 경우 유전자 O 를 가지지 않는다. [답] ④

05

알짜풀이 ● ② 색맹 유전자는 X 염색체 상에 위치하므로 남자는 색맹 유전자를 하나만 가져도 색맹이 된다. 아들의 X 염색체는 어머니로부터 물려받으므로 (나)의 색맹 유전자는 어머니로부터 물려받은 것이다.

오답نب기 ● ① (나)가 색맹(X^cY)이므로 (나)의 어머니는 보인자(X^cX^c)이다. 따라서 $XY \times XX^c \rightarrow XX, XX^c, XY, X^cY$ 이므로 딸인 (가)는 정상(XX)이거나 보인자(XX^c)이다. 즉, (가)가 보인자일 확률은 50%이다.

II. 세포와 생명의 연속성

05

유전(2)

꼭 나오는

○ 별책 14~16쪽

중·단·원별 문제 점검하기

01 ① 02 ③ 03 ④ 04 ④ 05 ② 06 ⑤ 07 ④
08 ⑤ 09 ㉗ 4 ㉘ 다인자 ㉙ 유전자 10 5, 6, 7, 10, 12
11 해설 참조 12 (가) Aa (나) aa 13 해설 참조 14 ㉗
역위 ㉘ 중복

01

알짜풀이 ● ㄱ. 치매는 2란성 쌍둥이보다 1란성 쌍둥이의 일치율이 훨씬 높은 것으로 보아 유전의 영향을 받는다.

●보충 설명●

낮 모양 적혈구 빈혈증

헤모글로빈 유전자에 이상이 생긴 대표적인 유전자 돌연변이예요.

④, ⑤ 색맹인 (나) (X'Y)와 (다) (X'X') 사이에 태어나는 아들(X'Y)과 딸(X'X')은 모두 색맹이다. **답 ②**

06

알짜풀이 ● ㄱ. 부모가 모두 유전병을 나타내는데, 딸(영희)은 정상이므로 이 유전병 유전자 T*는 상염색체에 존재하며, 정상 유전자 T에 대해 우성이다. 따라서 아버지와 어머니 및 오빠의 유전병 유전자형은 T*T이며, 영희의 유전병 유전자형은 TT이다.

ㄴ. A형인 아버지의 혈액형 유전자형은 AO이며, 어머니와 오빠의 혈액형 유전자형은 모두 BO이다.

ㄷ. 아버지와 B형인 어머니 사이에 O형인 영희가 태어났으므로 영희의 유전자형(OO/TT)을 통해 O와 T가 연관되어 있음을 알 수 있다. 따라서 아버지는 A와 T*, O와 T가 연관된 염색체를, 어머니와 오빠는 B와 T*, O와 T가 연관된 염색체를 가지고 있다. **답 ⑤**

07

알짜풀이 ● ㄱ. 털 색 유전자의 우열 관계가 C>C^H>C^W이므로 갈색을 나타내는 유전자형은 CC, CC^H, CC^W의 3가지이다.

ㄷ. 갈색과 흰색(CC^WC^W)을 교배하여 갈색(CC^H) : 얼룩무늬(CC^W)=1 : 1이 나왔다면, 아버지는 CC^H인 갈색이다.

오답넘기 ● ㄴ. 이 동물의 털 색은 3종류의 대립 유전자가 관여하지만, 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되므로 단일 인자 유전 중 복대립 유전이다. **답 ④**

08

알짜풀이 ● ㄴ, ㄷ. 정자 ①의 형성 과정에서 결실이 일어났으며, 정자 ②의 형성 과정에서 역위가 일어났다. 결실과 역위는 모두 염색체 구조의 이상으로 염색체 수에는 변화가 없다. 따라서 ①과 ②의 염색체 수는 같다.

오답넘기 ㄱ. 염색체 수가 정상인 정자 ①이 정상 난자와 수정되어 태어난 아이의 염색체 수는 정상이므로 터너 증후군(2n=44+X)이 아니다. **답 ⑤**

09

알짜풀이 ● ㉠ : ABO식 혈액형의 유전자형은 AA, AO, BB, BO, AB, OO의 6가지이며, 표현형은 A형, B형, AB형, O형의 4가지이다.

㉡ : 키와 같이 다수의 유전자와 환경의 상호 작용에 의해 형질이 다양하게 나타나는 유전 형질은 다인자 유전이다.

㉢ : 낫 모양 적혈구 빈혈증은 DNA에 이상이 생기는 유전자 돌연변이의 예이다. **답 ㉠ 4 ㉡ 다인자 ㉢ 유전자**

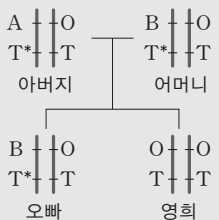
10

알짜풀이 ● 분리형 꽃불인 부모 사이에서 부착형 꽃불인 자손이 태어났으므로 분리형 꽃불이 부착형 꽃불에 대해 우성이다. 우성 형질을 나타내는 사람 중 열성인 자손이 있는 1, 2, 3, 4는 잡종(Ee)임을 알 수 있지만, 5, 6, 7, 10, 12는 순종(EE)인지 잡종(Ee)인지 알 수 없다. **답 5, 6, 7, 10, 12**

유공비 BOX

보충 설명

연관된 유전자를 가계도에 나타내면 그림과 같다.



필수 자료

염색체 구조 이상

- 결실 : 염색체의 일부가 없어진 경우 ● 고양이 울음 증후군
- 중복 : 염색체의 일부가 더 붙은 경우
- 역위 : 염색체의 일부가 끊어져 거꾸로 붙은 경우
- 전좌 : 염색체의 일부가 끊어져 다른 상동 염색체에 붙은 경우

보충 설명

염색체의 구조 이상

결실과 역위 외에 중복과 전좌가 있어요. 중복은 염색체의 일부가 추가되는 경우이고, 전좌는 염색체의 일부가 끊어져 비상동 염색체에 붙은 경우예요.

11

알짜풀이 ● 아버지(XY)의 X 염색체는 딸에게 전해지고, 아들(XY)의 X 염색체는 어머니로부터 물려받은 것이다. 따라서 5는 2가 색맹(X'X')이므로, 8은 6이 색맹(X'Y)이므로 보인자(XX')임이 확실하다. 4와 7은 정상(XX)인지 보인자(XX')인지 이 가계도를 통해서 알 수 없다.

모범답안 ● 5는 어머니(2)가 색맹(X'X')이므로, 8은 아버지(6)가 색맹(X'Y)이므로 보인자(XX')이다.

채점 기준	배점
① 보인자인 여자를 쓰고, 그 근거를 바르게 설명한 경우	100 %
② 보인자인 여자를 썼으나, 그 근거를 설명하지 못한 경우	50 %

12

알짜풀이 ● 정상인 I 대로부터 선천성 근시인 딸(II 대)이 태어났으므로 정상이 선천성 근시에 대해 우성이며, I 대는 모두 잡종(Aa)임을 알 수 있다. (나)는 근시이므로 열성 순종(aa)이다. **답 (가) Aa (나) aa**

13

모범답안 ● 난자의 염색체 구성은 n=22+X'이며 정자의 염색체 구성은 n=22+XY이므로, 아기의 염색체 구성은 2n=44+XX'Y이다. 색맹은 정상에 대해 열성이므로 이 아기는 정상(보인자)이고 불완전한 남자이다.

채점 기준	배점
① 아기의 성별과 색맹 여부 및 핵형을 쓰고, 그 근거를 바르게 설명한 경우	100 %
② 아기의 성별과 색맹 여부 및 핵형만 바르게 쓰고, 그 근거를 설명하지 못한 경우	50 %

14

알짜풀이 ● ㉠은 C와 d의 위치가 바뀐 역위가 일어난 염색체이며, ㉡은 E가 하나 더 많은 중복이 일어난 염색체이다. **답 ㉠ 역위 ㉡ 중복**

유전 문제

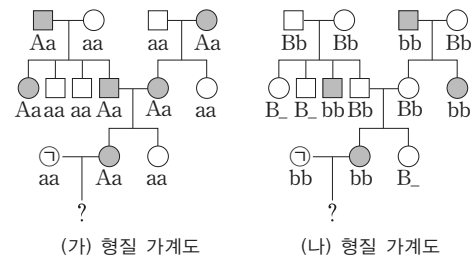
중단원별 문제 정복하기

별책 17쪽

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④

01 | 자료 분석하기 |

주어진 가계도의 (가) 형질과 (나) 형질을 나누어 나타내면 다음과 같다.



알짜풀이 ● ㄱ. 형질 (가) 유전자(A)는 정상 유전자(a)에 대해 우성이며, 형질 (나) 유전자(b)는 정상 유전자(B)에 대해 열성이다.

ㄴ. 3의 동생이 태어날 때 이 아이에게서 (나)가 발현될 확률은 $Bb \times Bb \rightarrow BB, Bb, Bb, bb$ 에서 25 %이다.

ㄷ. ①(aabb)과 2 사이에서 태어나는 자녀 중 (가), (나)에 대해 ①과 같은 유전자형을 가질 확률은 $aabb \times Aabb \rightarrow Aabb, aabb$ 에서 50 %이다. **답 ⑤**

02

알짜풀이 ● ㄴ. II에서 (나)의 유전자형은 Dd이므로 유전병이 나타나지 않지만 유전자를 지니고 있는 보인자이다.

ㄷ. III에서 (라)의 유전자형은 $X^D X^d$ 이고, 정상인 남자의 유전자형은 $X^D Y$ 이다. 따라서 (라)와 정상인 남자 사이에서 태어난 딸은 유전자형이 $X^D X^D$, $X^D X^d$ 이므로 모두 정상이다.

오답نب기 ● ㄱ. I에서 (가)의 유전자형은 Aa로 유전병 유전자가 우성이므로 유전병이 나타나지만, (다)의 유전자형은 aa로 열성이므로 정상이다. **답 ⑤**

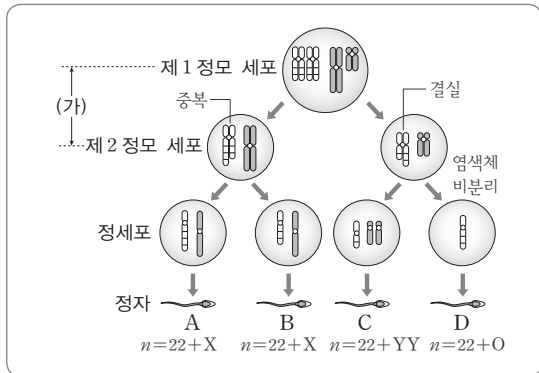
03

알짜풀이 ● ㄴ. 난자 A와 정자 B가 수정되어 적록 색맹이면서 터너 증후군인 아이(X^O)가 태어난 경우, 남편($X^R Y$)이 정상이므로 아버지로부터는 X^R 을 물려받지 않았음을 알 수 있다. 따라서 아이는 부인($X^R X^O$)으로부터 X^O 을 물려받은 것이다. 결국 정자는 성염색체가 없는 것이어야 하므로 정자 B의 형성 과정 중 성염색체의 비분리가 일어난 것이다.

ㄷ. 적록 색맹 유전자는 성염색체에, 귤불 유전자는 상염색체에 존재하므로 적록 색맹과 귤불 모양은 독립 유전된다.

오답نب기 ㄱ. 정자 B의 형성 과정 중 성염색체의 비분리가 일어난 것이다. **답 ⑤**

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. 감수 1분열 과정인 (가)에서 상염색체의 상동 염색체 사이에 결실과 중복이 일어났다.

ㄴ. 정자 A는 X 염색체와 중복이 일어난 상염색체를 가지고 있으며, 정자 D는 성염색체가 없지만 상염색체는 정상적으로 존재한다. 따라서 정자 A와 D의 상염색체의 수는 같다.

오답نب기 ● ㄷ. 성염색체가 YY인 정자(C)와 정상 난자(X)가 수정하여 태어난 아이는 성염색체가 XYY이므로 다운 증후군이 아니다. 다운 증후군은 21번 상염색체가 3개인 경우에 나타난다. **답 ④**

우공비 BOX

보충 설명

● 형질 (가)의 가계도 : 형질 (가)가 발현된 부모 사이에서 정상 여자 30이 태어났으므로 형질 (가)를 결정하는 유전자는 상염색체 상에 존재해요. 또한 형질 (가) 발현 유전자(A)는 정상 유전자(a)에 대해 우성이므로, 따라서 1과 3의 유전자형은 aa, 2의 유전자형은 이형 접합이라고 했으므로 Aa이고 ①의 유전자형은 열성 동형 접합이라고 했으므로 aa이예요.

● 형질 (나)의 가계도 : 정상 부모 사이에서 (나)가 발현된 여자 2가 태어난 것으로 보아 형질 (나)를 결정하는 유전자도 상염색체 상에 존재해요. 또한 정상 유전자(B)가 형질 (나) 발현 유전자(b)에 대해 우성이므로, 따라서 1과 3의 유전자형은 BB 또는 Bb, 2의 유전자형은 bb이며, ①의 유전자형은 bb이예요.

보충 설명

ATP
아데닌과 리보스 및 인산 3개가 결합한 화합물로, 세포의 생명 활동에 직접적인 에너지원으로 사용되는 물질이예요.

06 생명 활동과 에너지

꼭 나오는

중 단 원 별 문제 점검하기

○ 별책 18~19쪽

01 ① 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④ 05 ④ 06 ③ 07 ②
08 ④ 09 ① ATP ① 태양의 빛에너지 10 A : 이산화 탄소, B : 물, C : 요소 11 해설 참조 12 (가) 소화계 (나) 순환계 (다) 호흡계 (라) 배설계

01

알짜풀이 ● ① 식물 세포에서는 엽록체에서 광합성이 일어나고, 미토콘드리아에서 산소 호흡(세포 호흡)이 일어난다.

오답نب기 ● ② 광합성은 동화 작용으로 흡열 반응이고, 산소 호흡은 이화 작용으로 발열 반응이다.

③ 광합성과 산소 호흡 모두 여러 단계로 진행되는 반응이다.

④ 광합성 과정에서 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 포도당에 저장된다.

⑤ 산소 호흡 과정에서 유기 양분의 화학 에너지가 열에너지와 ATP의 화학 에너지로 전환된다. **답 ①**

02

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 세포 호흡(산소 호흡)으로, 포도당이 분해되어 생성된 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되어 체온 유지에 이용된다.

ㄴ. (나)는 아미노산으로 단백질을 합성하는 동화 작용으로, ATP의 에너지를 흡수하여 일어나는 흡열 반응이다.

ㄷ. 산소 호흡은 미토콘드리아에서 일어나고, 단백질 합성은 리보솜에서 일어난다. **답 ⑤**

03

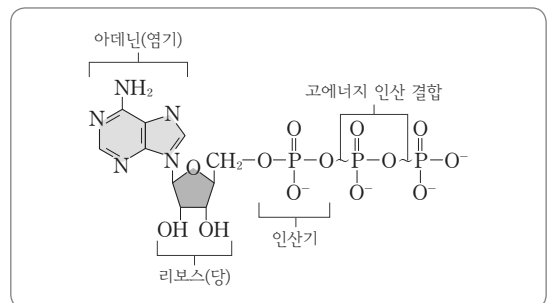
알짜풀이 ● ⑤ 연소는 반응이 한 번에 진행되고 세포 호흡은 반응이 여러 단계로 진행되므로, 연소는 세포 호흡에 비해 반응 속도가 빠르다. 따라서 연소가 초기의 산소 소모 속도가 빠르므로 KOH 수용액의 초기 상승 속도가 빠르다.

오답نب기 ● ① 연소와 호흡 모두 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 반응이지만, 연소는 생물체에서 일어나지 않으므로 이화 작용이라고 하지 않는다.

② 연소와 호흡 모두 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

③, ④ 연소와 호흡 모두 산소가 소모되고 이산화 탄소가 방출된다. **답 ⑤**

04 | 자료 분석하기 |



우공비 BOX

알짜풀이 ● 나. RNA의 뉴클레오타이드와 ATP에 포함된 당은 모두 리보스이다.

ㄷ. ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해될 때 ATP 끝에 있는 고에너지 인산 결합이 끊어지면서 7.3 kcal/mol의 에너지를 방출한다.

오답넘기 ● 가. ATP에는 인산과 인산 사이의 고에너지 인산 결합이 2개 포함되어 있다. [답 ④]

05

알짜풀이 ● 세포 호흡 시 포도당의 분해로 방출된 에너지 중 일부는 ATP에 저장되었다가 필요 시 여러 형태로 전환되어 이용된다.

가. 근육이 수축할 때 ATP에서 방출된 에너지가 기계적 에너지로 전환되어 이용된다.

나. ATP에서 방출된 에너지는 화학 에너지 형태로 간에서 포도당이 글리코젠으로 합성될 때 이용된다.

오답넘기 ● ㄷ. 조직 세포와 모세 혈관 사이에서는 분압 차에 따른 확산에 의해 기체가 교환되므로, 에너지(ATP)가 사용되지 않는다. [답 ④]

06

알짜풀이 ● 가. 영수의 1일 평균 에너지 섭취량은 1,600 + 1,200 + 400 = 3,200(kcal)이고 평균 에너지 소비량은 2,500 kcal이므로 700 kcal의 영양 과다 상태여서 비만의 가능성이 있다. 철수의 1일 평균 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 2,400 kcal로 같다.

나. 철수의 평균 탄수화물 섭취량은 1,200 kcal ÷ 4 kcal/g = 300 g이고, 영수의 평균 단백질 섭취량은 1,200 kcal ÷ 4 kcal/g = 300 g이다.

오답넘기 ● ㄷ. 영수의 평균 지방 섭취량은 400 kcal ÷ 9 kcal/g = 약 44 g이고, 철수의 평균 단백질 섭취량은 200 kcal ÷ 4 kcal/g = 50 g이다. [답 ③]

07

알짜풀이 ● ㉠은 모세 혈관에서 폐포로 이동하므로 CO₂, ㉡은 폐포에서 모세 혈관으로 이동하므로 O₂이다. 혈액이 A에서 B로 흐르는 동안 CO₂가 폐포로 확산되므로, A보다 B에 흐르는 혈액의 CO₂ 분압이 더 낮다. [답 ②]

08

알짜풀이 ● ④ 간에서 혈당량을 조절하므로 혈당량 변화 폭은 간문맥(F)보다 간정맥(C)에서 작다.

오답넘기 ● ① 대동맥에서 갈라져 머리로 가는 동맥(D)에는 산소 분압이 높은 동맥혈이, 상대정맥(A)에는 산소 분압이 낮은 정맥혈이 흐르므로 헤모글로빈의 산소 포화도는 A보다 D에서 높다.

② 폐동맥(B)에는 이산화 탄소 분압이 높은 정맥혈이, 폐정맥(E)에는 이산화 탄소 분압이 낮은 동맥혈이 흐른다.

③ 콩팥에서 요소를 걸러서 몸 밖으로 배설하므로 요소 농도는 콩팥 동맥(G)보다 콩팥 정맥(H)에서 낮다.

⑤ 콩팥 동맥(G)에는 산소 분압이 높은 동맥혈이, 콩팥 정맥(H)에는 산소 분압이 낮은 정맥혈이 흐른다. [답 ④]

필수 자료

오줌의 생성 과정 중 물질의 이동

- 혈구, 단백질 등은 크기가 커서 혈관 벽을 통과하지 못하므로 여과되지 않아요.
- 포도당, 아미노산은 여과되었다가 100 % 재흡수돼요.

필수 자료

폐포와 조직에서의 기체 교환

- 산소 : 폐포 → 모세 혈관 → 조직 세포의 방향으로 이동해요.
- 이산화 탄소 : 조직 세포 → 모세 혈관 → 폐포의 방향으로 이동해요.

용어 알기

산소 포화도

혈액 속의 헤모글로빈 중 산소와 결합한 산소헤모글로빈의 비율을 산소 포화도라고 해요. 산소 분압이 높을수록 헤모글로빈의 산소 결합력이 증가하므로 산소 포화도가 높아요.

09

알짜풀이 ● 태양의 빛에너지는 광합성에 의해 화학 에너지로 전환되어 포도당과 같은 유기 양분에 저장된다. 유기 양분에 저장된 화학 에너지는 세포 호흡에 의해 방출되어 일부는 ATP에 저장된다. [답 ㉠ ATP ㉡ 태양의 빛에너지]

10

알짜풀이 ● 탄수화물과 지방의 분해 결과 물, 이산화 탄소 생성되고, 단백질의 분해 결과 물, 이산화 탄소, 암모니아가 생성된다. 암모니아는 간에서 요소(C)로 전환된 후 콩팥에서 배설된다. 3대 영양소의 분해 결과 공통적으로 생성되는 노폐물인 A와 B는 물과 이산화 탄소 중 하나인데, 이산화 탄소는 폐로 운반되어 호흡의 형태로만 배출되지만 물은 폐로 운반되어 호흡의 형태로 배출되거나 콩팥으로 운반되어 오줌의 형태로 배설되므로, A는 이산화 탄소, B는 물이다.

[답 A : 이산화 탄소, B : 물, C : 요소]

11

알짜풀이 ● 오줌은 여과, 재흡수, 분비의 과정을 거쳐 생성된다.

모범답안 ● 단백질은 여과되지 않고 분비되지도 않기 때문에 오줌에 포함되어 있지 않다. 포도당은 여과된 후 모두 재흡수되기 때문에 오줌에 포함되어 있지 않다.

재점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 단백질이 오줌에 포함되어 있지 않은 이유만 바르게 설명한 경우	50 %
③ 포도당이 오줌에 포함되어 있지 않은 이유만 바르게 설명한 경우	50 %

12

알짜풀이 ● (가)는 영양소의 소화와 흡수를 담당하는 소화계, (나)는 영양소와 산소, 노폐물과 이산화 탄소를 운반하는 순환계, (다)는 산소의 흡수와 이산화 탄소의 배출을 담당하는 호흡계, (라)는 노폐물의 배설을 담당하는 배설계이다.

[답 (가) 소화계 (나) 순환계 (다) 호흡계 (라) 배설계]

어려운

[중 단 원 별 문제 정복하기]

별책 20쪽

01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ③

01

알짜풀이 ● ③ 동물 세포도 미토콘드리아에서 세포 호흡이 일어난다.

오답넘기 ● ① 세포 호흡에 의해 유기물이 분해될 때 방출된 열에너지는 체외로 빠져나가므로 물질대사에 이용될 수 없다. 세포에서 물질이 합성되는 동화 작용에는 ATP의 화학 에너지가 이용된다.

- ② 한 세포내에서는 엽록체에서 합성된 유기물이 미토콘드리아로 직접 전달되어 세포 호흡에 이용된다. 식물은 관다발을 통해 물질이 운반되며 별도의 순환계는 없다.
- ④ 세포 호흡 결과 방출된 에너지 중 일부는 열에너지로 방출되고 나머지가 ATP의 화학 에너지로 저장된다.
- ⑤ 빛에너지는 광합성을 통해 화학 에너지로 전환되어 유기물(포도당) 속에 저장된다. **답 ③**

02

알짜풀이 ● A와 ㉠은 산소, B와 ㉡은 이산화 탄소이다.

- ④ 폐동맥에는 산소가 적고 이산화 탄소가 많은 정맥혈이 흐른다. 동맥에 반드시 동맥혈만 흐르는 것은 아니다.

오답نب기 ● ① 산소는 대부분 적혈구의 헤모글로빈에 의해 조직 세포로 운반된다. 이산화 탄소의 약 70%는 적혈구의 탄산수소화 효소의 작용으로 탄산이 된 후 탄산수소 이온(HCO_3^-)의 형태로 바뀌어 혈장에 의해 폐로 운반되고, 약 23%는 적혈구의 헤모글로빈에 의해 폐로 운반된다. 나머지 7%는 혈장에 용해된 상태로 운반된다.

② A와 ㉠은 산소로서 산화 반응인 연소에 이용된다.

③ B와 ㉡은 이산화 탄소로서 KOH 수용액에 흡수된다.

⑤ 세포 호흡에 의해 방출된 에너지 중 열에너지를 제외한 나머지는 ATP에 화학 에너지로 저장되었다가 생명 활동에 이용된다. **답 ④**

03

알짜풀이 ● ㄱ. 산소는 물에 잘 녹지 않기 때문에 혈장을 통해서 혈장 100 mL당 산소 0.3 mL 정도의 극소량이 운반된다.

ㄴ. 적혈구에는 헤모글로빈이 있어 혈장에 비해 60배 이상의 산소를 운반한다.

ㄷ. 고산 지대는 평지보다 산소가 희박하므로 고산 지대에 사는 사람은 적혈구 수가 많아 산소를 효율적으로 운반할 수 있게 적응하였다. **답 ⑤**

04

알짜풀이 ● 사구체에서 보먼 주머니로 여과된 액체를 원노라고 하며, 원노가 세뇨관을 지나면서 재흡수, 분비 과정을 거쳐 오줌이 된다.

③ A는 원노에 비해 오줌에서 약 67배로 농축되었으므로 물에 비해 재흡수율이 낮은 요소이다. 물의 재흡수율은 약 99%이고, 요소의 재흡수율은 약 50%이다.

오답نب기 ● ① 사구체로 들어오는 혈액량이 1,200 mL/분이고 사구체를 지난 혈액량이 1,075 mL/분이므로, 여과량은 $1,200 - 1,075 = 125(\text{mL}/\text{분})$ 이다.

② 사구체로 들어오는 혈액량이 1,200 mL/분이고, 네프론에서 여과, 재흡수, 분비를 마친 혈액량이 1,199 mL/분이므로, 오줌 생성량은 $1,200 - 1,199 = 1(\text{mL}/\text{분})$ 이다.

④ B는 원노에는 있으나 오줌에는 없으므로 여과된 후 모두 재흡수되는 물질이다.

⑤ C는 원노에 포함되어 있지 않으므로 여과되지 않는 물질이다. **답 ③**

우공비 BOX

●보충 설명●

혈관의 종류

- 동맥 : 한 쪽 끝은 심실, 다른 쪽 끝은 모세 혈관에 연결되어 있어요.
- 정맥 : 한 쪽 끝은 심방, 다른 쪽 끝은 모세 혈관에 연결되어 있어요.
- 모세 혈관 : 한 겹의 세포 층으로 된 혈관 벽을 통해 기체 교환과 물질 교환이 일어나요.

●보충 설명●

혈액 성분

- 혈구 : 혈액의 세포 성분으로, 적혈구, 백혈구, 혈소판이 있어요.
- 혈장 : 혈액의 액체 성분으로, 대부분이 물이고 영양소, 노폐물, 혈장 단백질, 호르몬, 항체 등이 녹아 있어요.

●쉽게 쉽게

오줌 생성량

- 오줌 생성량 = 여과량 - 재흡수량 + 분비량
- 오줌 생성량 = 사구체로 들어오는 혈액량 - 네프론을 지난 혈액량

●보충 설명●

단일 뉴런, 단일 근육 섬유 등 단일 세포에서는 역치 이상의 자극이 주어질 경우 자극의 세기와 관계없이 반응의 크기가 항상 일정해요. 따라서 자극이 강해져도 활동전위의 크기는 변하지 않아요.

III. 항상성과 건강

07

항상성과 몸의 조절 작용(1)

●꼭 나오는

○별책 21~23쪽

[중 단 원 별 문제 점검하기]

01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ⑤ 05 ④ 06 ⑤ 07 ③
08 ④ 09 ① 10 ③ 11 ④ 12 해설 참조 13 시각
중추 : D, 청각 중추 : C, 언어 이해 중추 : A, 언어 구사
중추 : B 14 해설 참조 15 A : 아세틸콜린, B : 노르에
피네프린, C : 아세틸콜린

01

알짜풀이 ● 말이집은 절연체 역할을 하므로, 말이집 신경에서는 말이집이 없는 랑비에 결절에서만 활동 전위가 발생하는 도약 전도가 일어나 흥분 전도 속도가 빠르다. **답 ⑤**

02

알짜풀이 ● ㄷ. 흥분은 '감각기 → 감각 뉴런 → 연합 뉴런 → 운동 뉴런 → 반응기' 순으로 전달된다. 따라서 연합 뉴런은 감각 뉴런과 운동 뉴런을 연결시켜 주는 역할을 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 중추의 명령을 반응기로 전달하는 역할은 운동 뉴런이 담당한다.

ㄴ. 감각기가 수용한 자극을 중추 신경계로 전달하는 역할은 감각 뉴런이 담당한다. **답 ③**

03

알짜풀이 ● ㄱ. A 시기는 자극을 받기 전 분극 상태이다. 이때는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프에 의해 Na^+ 은 세포 밖으로, K^+ 은 세포 안으로 능동 수송된다.

ㄴ. B 시기는 역치 이상의 자극을 받아 Na^+ 의 막 투과성이 증가하여 Na^+ 이 세포 안으로 확산되면서 탈분극이 진행된다. 그 결과 세포 안이 양(+)전하, 세포 밖이 음(-)전하가 되고 활동 전위가 발생한다.

오답نب기 ● ㄷ. C 시기는 K^+ 통로가 열려 K^+ 이 세포 밖으로 확산되면서 다시 세포 안이 음(-)전하, 세포 밖이 양(+)전하로 바뀌는데, 이 과정을 재분극이라고 한다. **답 ④**

04

알짜풀이 ● ㄴ, ㄷ. (가)보다 (나)에서 활동 전위의 발생 빈도가 높고 신경 전달 물질의 분비량도 많다. 따라서 자극의 세기가 강할수록 활동 전위의 발생 빈도가 높아져 신경 전달 물질의 분비량이 증가함을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. 한 뉴런 내에서는 자극의 세기에 관계없이 활동 전위의 크기가 일정하다. **답 ⑤**

05

알짜풀이 ● ㄱ. ㉠은 가는 액틴 필라멘트, ㉡은 굵은 마이오신이다.

ㄷ. 근수축 시 액틴 필라멘트와 마이오신의 길이는 변하지 않는다. 대신 액틴 필라멘트가 마이오신 쪽으로 미끄러져 들어와 H대와 I대(명대)가 짧아져 근육 원섬유 마디가 짧아지는 식으로 근수축이 일어난다.

오답넘기 ● 나. M선은 근육 원섬유 마디의 중앙에 있는 선이고, Z선은 근육 원섬유 마디를 구분하는 경계선이다.

답 ④

06

알짜풀이 ● 나. 근수축에 필요한 에너지의 직접적인 공급원은 ATP이다.

다. 휴식 시에는 크레아틴과 무기 인산(Pi)이 결합하여 크레아틴 인산을 재합성한다.

오답넘기 ● 가. 격렬한 운동 시 근육에 저장된 글리코젠이 포도당으로 분해되어 무산소 호흡(젖산 발효)에 이용되면서 젖산이 생성된다. 따라서 격렬한 운동 시 젖산의 양이 증가한다.

답 ⑤

07

알짜풀이 ● 대뇌가 손상된 경우 의식이 없고 감각을 느끼지 못하거나 반응이 나타나지 않는다. 그러나 연수는 손상되지 않았으므로 스스로 호흡 운동을 할 수 있다.

답 ③

08

알짜풀이 ● A는 대뇌, B는 간뇌, C는 중뇌, D는 연수, E는 척수이다. 뜨거운 물체에 닿았을 때 무의식적으로 움츠리는 반응은 척수(E) 반사이다.

답 ④

09

알짜풀이 ● 가. 눈에 빛을 비추었을 때 동공의 크기가 작아지는 동공 반사의 중추는 중뇌이며, 부교감 신경이 관여한다. 이 반응의 경로는 (가)이다.

나. 수의 운동의 중추는 대뇌이다. 손의 피부가 수용한 촉각 정보는 척수 신경을 통해 척수를 거쳐 대뇌로 전달된 후 대뇌의 명령에 따라 손의 근육을 움직인다. 이 반응의 경로는 (나)이다.

다. 회피 반사의 중추는 척수이다. 피부가 수용한 정보는 척수 신경을 통해 척수로 전달된 후 척수의 명령이 척수 신경을 통해 근육에 전달되어 척수 반사를 일으킨다. 이 반응의 경로는 (다)이다.

오답넘기 ● 라. 수의 운동의 중추는 대뇌이다. 시각 정보는 시각 신경(뇌신경)을 통해 척수를 거치지 않고 직접 대뇌로 전달된다. 해당 경로는 자료에 나타나 있지 않다.

답 ①

10

알짜풀이 ● ③ A는 뇌에 연결되어 있으므로 뇌신경, D는 척수에 연결되어 있으므로 척수 신경이다.

오답넘기 ● ① A는 뇌신경이므로 척수를 거치지 않고 직접 뇌로 흥분을 전달한다.

② B는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길므로 부교감 신경이다. 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런의 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 아세틸콜린이다.

④ B는 부교감 신경이고, C는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧으므로 교감 신경이다.

⑤ C는 대뇌의 직접적인 지배를 받지 않는 자율 신경이고, D는 대뇌의 지배를 받는 체성 신경이다. 자율 신경과 체성 신경은 길항 작용을 하는 관계가 아니다.

답 ③

우공비 BOX

●보충 설명●

호흡 운동, 소화 운동, 소화액 분비 등은 연수가 조절하므로, 연수의 기능이 정상이면 스스로 호흡을 할 수 있어요.

●조심조심●

시각 신경은 뇌신경이므로 척수를 거치지 않고 뇌에 직접 연결돼요.

●보충 설명●

교감 신경과 부교감 신경, 인슐린과 글루카곤, 칼시토닌과 파라토르몬은 길항 작용을 하는 대표적인 예지요.

●쉽게쉽게●

신경절 이전 뉴런이 짧고 신경절 이후 뉴런이 길면 교감 신경, 신경절 이전 뉴런이 길고 신경절 이후 뉴런이 짧으면 부교감 신경이에요.

11

알짜풀이 ● 가. 신경절 이전 뉴런(A)이 신경절 이후 뉴런(B)보다 짧으므로 A+B는 교감 신경이다.

다. 교감 신경의 신경절 이후 뉴런(B) 말단에서 분비되는 신경 전달 물질은 노르에피네프린이다.

오답넘기 ● 나. A에 자극을 주면 박동원의 활동 전위 발생 빈도가 증가하여 심장 박동이 촉진된다. 그러나 심장 박동원의 활동 전위의 크기는 변하지 않는다.

답 ④

12

알짜풀이 ● 뉴런 A에 역치 이상의 자극을 주면 흥분이 발생한다. 흥분이 축삭돌기 말단까지 전도되어 축삭돌기 말단에 활동 전위가 발생하면 시냅스 소포가 세포막과 융합하고, 그 속에 들어 있던 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비된다. 신경 전달 물질이 확산되어 시냅스 후 뉴런인 B의 가지돌기나 신경 세포체의 세포막에 있는 수용체에 결합하면 시냅스 후 뉴런의 Na⁺ 통로가 열리고 세포 안쪽으로 Na⁺이 확산되어 탈분극이 일어남으로써 흥분이 전달된다.

모범답안 ● 뉴런 A의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되어 뉴런 B에 도달하면 B의 막 투과성이 변해 Na⁺이 세포 안으로 확산되어 탈분극이 진행되고, 그 결과 활동 전위가 발생한다.

채점 기준	배점
① 흥분 전달 과정과 활동 전위의 발생 과정을 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 흥분 전달 과정과 활동 전위 발생 과정 중 하나만 바르게 설명한 경우	50 %

13

알짜풀이 ● 음악을 듣는 동안 C와 D가 활발하게 반응하고, 풍경을 보는 동안 D가 활발하게 반응하므로 C는 청각 중추, D는 시각 중추이다. 대화를 하는 동안 A, B, D가 활발하게 반응하고, 생각을 하는 동안 A가 활발하게 반응하므로 대화를 하는 동안에만 활발하게 반응하는 B가 언어 구사 중추이고, A는 언어 이해 중추이다.

답 시각 중추 : D, 청각 중추 : C, 언어 이해 중추 : A, 언어 구사 중추 : B

14

모범답안 ● (가)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧으므로 교감 신경이고, (나)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길므로 부교감 신경이다.

채점 기준	배점
① (가), (나)의 이름과 그 이유를 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② 이름만 바르게 쓴 경우	30 %

15

알짜풀이 ● 교감 신경의 신경절 이전 뉴런 말단과 부교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서는 아세틸콜린이 분비되고, 교감 신경의 신경절 이후 뉴런 말단에서는 노르에피네프린이 분비된다.

답 A : 아세틸콜린, B : 노르에피네프린, C : 아세틸콜린

[중·단·원·별 문제] 정복하기

○별책 24쪽

01 ③ 02 ⑤ 03 ⑤ 04 ④

01

알짜풀이 ● ㄷ. 물질 X를 처리했을 때 ㉠과 ㉡에서 휴지 전위(-70 mV)가 유지된다. 휴지 전위의 형성에는 ATP를 소모하는 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프가 관여한다.

오답نب기 ● ㄱ. 물질 X를 처리했을 때 ㉠에 역치 이상의 자극을 주면 ㉠에서는 탈분극이 일어나지만, ㉡에서는 탈분극이 일어나지 않으므로 X를 처리한 뉴런은 (나)이다.

ㄴ. 물질 X를 처리했을 때 ㉠의 막전위가 +35 mV까지 올라가는데, 이를 활동 전위라고 한다. ㉡ ③

02

알짜풀이 ● ㄱ. 시냅스에 생리 식염수를 주사한 상태(㉠)에서 뉴런 A에 자극을 준 경우 시냅스 후 뉴런(B)에서 활동 전위가 발생하였다. 따라서 시냅스 전 뉴런(A)의 축삭돌기 말단에서 신경 전달 물질이 분비되었음을 알 수 있다.

ㄴ. ㉠의 경우 B에서 활동 전위가 발생하였으므로 Na^+ 이 유입되어 탈분극이 일어났음을 알 수 있다.

ㄷ. 시냅스에 부패한 고기 추출액을 주사한 상태(㉡)에서 뉴런 A에 자극을 준 경우 시냅스 후 뉴런에서 활동 전위가 발생하지 않았다. 따라서 부패한 고기 추출액은 시냅스에서 흥분이 전달되는 것을 방해함을 알 수 있다. ㉡ ⑤

03

알짜풀이 ● ㄱ. 근육 원섬유 마디 X에서 액틴 필라멘트와 겹치지 않고 마이오신으로만 이루어진 부분은 H대이다. 즉, (가)에서 H대의 길이(㉠)는 $0.8 \mu\text{m}$ 이고 A대의 길이는 변함없으므로, $\text{㉠} + \text{㉡} = 0.8 + 1.2 = 2.0(\mu\text{m})$ 이다.

ㄴ. H대의 길이(㉠)가 (가)보다 (나)에서 짧으므로, (나)가 근수축이 일어났을 때이다. 따라서 근육 원섬유 마디 X의 길이는 (가)보다 근수축이 일어난 (나)에서 짧다.

ㄷ. 근수축 시 액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐진 부분의 길이가 길어진다. ㉡ ⑤

04

알짜풀이 ● ㄴ. (가)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 길므로 부교감 신경이다. 부교감 신경의 말단에서 분비되는 X는 아세틸콜린이다. 부교감 신경은 소화 운동과 소화액 분비를 촉진한다. 따라서 아세틸콜린은 위액 분비를 촉진한다.

ㄷ. 혈중 CO_2 농도가 증가하여 pH가 감소하면 연수에서 교감 신경을 활성화하여 노르에피네프린(Y) 분비를 촉진한다. 그 결과 심장 박동과 호흡 운동이 촉진되어 CO_2 를 빠르게 운반 및 배출한다.

오답نب기 ㄱ. (나)는 신경절 이전 뉴런이 신경절 이후 뉴런보다 짧으므로 교감 신경이다. 교감 신경의 신경절 이전 뉴런 말단에서는 아세틸콜린(Z)이, 신경절 이후 뉴런 말단에서는 노르에피네프린(Y)이 분비된다. ㉡ ④

조심조심

물질 X를 처리한 뉴런이 (가)라면, ㉠에 자극을 주었을 때 ㉠과 ㉡에서 모두 탈분극이 일어나지 않아야 해요.

조심조심

담즙, 침샘, 소화샘과 같은 외분비샘에서 만들어진 담, 침, 소화액은 별도의 분비관을 통해 이동하지만, 내분비샘에서 만들어진 호르몬은 별도의 분비관 없이 혈액을 통해 이동해요.

보충 설명

액틴 필라멘트가 마이오신 사이로 미끄러져 들어가 근육 원섬유 마디가 짧아지면 근수축이 수축해요.

08 항상성과 몸의 조절 작용(2)

꼭 나오는

○별책 25~26쪽

[중·단·원·별 문제] 점검하기

01 ② 02 ⑤ 03 ③ 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤ 07 ③

08 TSH : 증가, 티록신 : 감소 09 해설 참조 10 호르몬 X : 인슐린, 호르몬 Y : 글루카곤 11 해설 참조

12 해설 참조

01

알짜풀이 ● ② 부신 속질에서 분비되는 호르몬인 에피네프린은 교감 신경의 자극을 받아 분비가 조절된다.

오답نب기 ● ① 자율 신경과 내분비계의 조절 중추는 간뇌 시상 하부이다.

③ 다른 내분비샘을 자극하는 호르몬을 분비하는 내분비샘은 뇌하수체 전엽이다.

④ 호르몬의 혈중 농도가 지나치게 높으면 저인증, 갑상샘 기능 항진증 등 과다증이 나타나 건강에 이상이 생길 수 있다.

⑤ 내분비샘에서 만들어진 호르몬은 혈액을 통해 표적 기관으로 이동하여 작용한다. ㉡ ②

02

알짜풀이 ● 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬에 의해 분비가 촉진되는 호르몬은 부신 겉질에서 분비되는 당질 코르티코이드이다. 당질 코르티코이드는 단백질과 지방의 분해를 촉진하여 혈당량을 증가시킨다. ㉡ ⑤

03

알짜풀이 ● A는 성장 호르몬, B는 갑상샘 자극 호르몬, C는 부신 겉질 자극 호르몬, D는 옥시토신, E는 항이뇨 호르몬이다.

③ 알도스테론(무기질 코르티코이드)은 부신 겉질에서 분비되는 호르몬으로, 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수를 촉진한다.

오답نب기 ● ① 성장 호르몬이 부족하면 몸이 잘 자라지 않는 소인증이 나타난다.

② B와 C는 각각 갑상샘, 부신 겉질에 작용하여 티록신, 코르티코이드의 분비를 조절한다.

④ 옥시토신은 뇌하수체 후엽에서 분비되어 자궁에 작용하여 자궁 근육을 수축시킨다.

⑤ 항이뇨 호르몬이 부족하면 콩팥에서 수분의 재흡수가 감소되어 오줌의 양이 증가한다. ㉡ ③

04

알짜풀이 ● ㄱ. 부신 속질을 자극하는 자율 신경 A는 교감 신경이다.

ㄴ. 시상 하부의 명령이 자율 신경을 통해 내분비샘에 전달되어 호르몬이 분비됨으로써 항상성이 조절된다. 따라서 항상성 조절 과정에는 신경과 호르몬이 함께 작용한다.

오답نب기 ● ㄷ. 호르몬 ㉠은 에피네프린이다. 에피네프린은 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되도록 하여 혈당량을 증가시킨다. ㉡ ③

우공비 BOX

05

알짜풀이 ● ㄱ. 피부 모세 혈관이 수축하면 열 발산량이 감소하며, 간에서 물질대사가 촉진되고 심장 박동이 촉진되면 열 발생량이 증가한다. 이 과정은 추울 때 일어나는 체온 조절 과정이다.

ㄴ. 추울 때는 교감 신경이 작용하여 피부의 모세 혈관과 입 모근이 수축되고, 심장 박동이 촉진된다.

ㄷ. 티록신과 에피네프린은 물질대사를 촉진하여 열 발생량을 증가시킨다. **답 ⑤**

06

알짜풀이 ● 호르몬 A는 인슐린, B는 글루카곤이다.

⑤ 글루카곤(B)의 분비량이 증가하면 간에서 글리코젠이 포도당으로 분해되는 작용이 촉진된다.

오답نب기 ● ① 혈당량이 증가하면 인슐린(A)의 분비가 촉진된다.

② 인슐린(A)이 분비되면 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되기 때문에 혈당량이 감소한다.

③ 인슐린(A)은 이자의 β 세포에서, 글루카곤(B)은 이자의 α 세포에서 분비된다.

④ 인슐린(A)이 부족할 때 혈당량이 높아져 오줌에서 포도당이 검출될 수 있다. **답 ⑤**

07

알짜풀이 ● 호르몬 X는 뇌하수체 후엽에서 분비되는 항이뇨 호르몬(ADH)이다.

ㄱ. 수분 섭취가 부족하면 혈장 삼투압이 높아지므로 항이뇨 호르몬(X)의 분비량이 증가한다.

ㄷ. 혈장 삼투압의 조절 증추는 간뇌의 시상 하부이다.

오답نب기 ㄴ. 항이뇨 호르몬(X)의 혈중 농도가 높으면 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되므로 오줌의 양이 감소하고, 혈장 삼투압이 감소한다. **답 ③**

08

알짜풀이 ● 갑상샘이 제거되면 티록신의 분비량이 감소하므로 뇌하수체 전엽의 작용이 촉진되어 TSH의 분비량이 증가한다. **답 TSH : 증가, 티록신 : 감소**

09

알짜풀이 ● 체온을 낮추기 위해서는 열 발산량을 증가시키고 열 발생량을 감소시켜야 한다.

모범답안 ● 체내 열 발산량을 증가시켜 체온을 낮추기 위해 피부의 모세 혈관을 확장시켜 혈류량이 많아지도록 하였기 때문이다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 체온을 낮추기 위해서라고만 설명한 경우	30 %

10

알짜풀이 ● 이자에서 분비되어 혈당량을 감소시키는 호르몬은 인슐린이고, 혈당량을 증가시키는 호르몬은 글루카곤이다. **답 호르몬 X : 인슐린, 호르몬 Y : 글루카곤**

쉽게쉽게

많은 양의 물을 마시면 체액의 삼투압이 낮아지고, 항이뇨 호르몬이 분비되면 콩팥에서 수분의 재흡수가 촉진되어 체액의 삼투압이 낮아져요. 따라서 많은 양의 물을 마시면 항이뇨 호르몬의 분비가 억제되지요.

쉽게쉽게

삼투압, 혈당량, 체온 등 항상성 조절의 최고 증추는 간뇌의 시상 하부예요.

●보충 설명●

호르몬의 분비 조절

호르몬의 분비는 주로 뇌하수체를 중심으로 하는 음성 피드백에 의해 조절돼요. 예를 들어 부신 겉질이나 갑상샘에서 분비되는 호르몬의 혈중 농도가 적정 수준보다 높으면 시상 하부와 뇌하수체의 작용이 억제되어 호르몬의 분비량이 감소하지요.

●보충 설명●

혈당량을 낮추는 호르몬에는 인슐린이 있고, 혈당량을 높이는 호르몬에는 글루카곤, 에피네프린, 당질 코르티코이드가 있어요. 이 중 인슐린과 글루카곤은 이자에서 분비되지요.

11

모범답안 ● 호르몬 X는 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 반응을 촉진하여 혈당량을 감소시키고, 호르몬 Y는 간에서 글리코젠이 포도당으로 전환되는 반응을 촉진하여 혈당량을 증가시킨다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 호르몬 X에 의한 혈당량 조절 과정만 설명한 경우	50 %
③ 호르몬 Y에 의한 혈당량 조절 과정만 설명한 경우	50 %

12

모범답안 ● 물을 섭취하면 체액의 삼투압이 낮아지므로 항이뇨 호르몬의 분비량이 감소하여 콩팥에서 수분의 재흡수가 억제된다. 따라서 오줌의 양이 많아진다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 항이뇨 호르몬의 분비량이 감소하기 때문이라고만 설명한 경우	50 %

이런 경우

[종단원별 문제 정복하기]

●별책 27쪽

01 ② 02 ④ 03 ③ 04 ②

01

알짜풀이 ● A는 항이뇨 호르몬, B는 글루카곤이다.

ㄴ. 항이뇨 호르몬의 분비량이 증가하면 수분의 재흡수가 촉진되므로 오줌의 양이 감소하고, 오줌의 농도는 높아진다.

오답نب기 ● ㄱ. 항이뇨 호르몬의 표적 기관은 콩팥이다.

ㄷ. 글루카곤은 이자의 α 세포에서 분비된다. **답 ②**

02

알짜풀이 ● A는 코르티코이드, B는 에피네프린이다.

ㄱ. ㉠과 ㉡은 호르몬에 의해, ㉢은 교감 신경에 의해 일어나는 과정이다.

㉣. 코르티코이드의 분비량이 증가하면 음성 피드백에 의해 ㉠과 ㉡ 과정이 억제된다.

오답نب기 ● ㄷ. 에피네프린은 부신 속질에서 분비된다. **답 ④**

03

알짜풀이 ● ③ D 과정(티록신 분비)이 활발하게 일어나면 음성 피드백에 의해 A, B 과정이 억제된다.

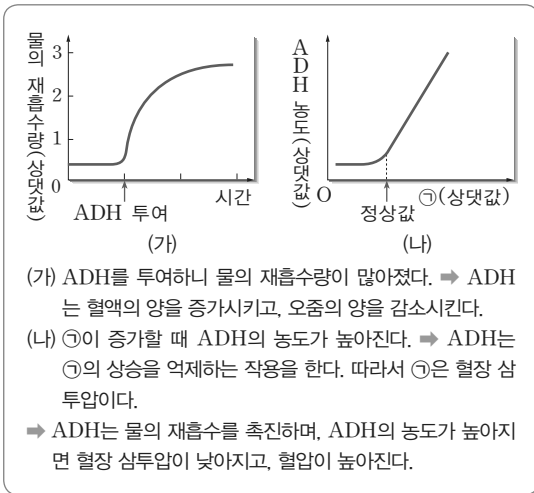
오답نب기 ● ① 입모근이 수축하고, 피부 모세 혈관이 수축하였으므로 추울 때 일어나는 체온 조절 과정이다.

② A, B, D, F는 호르몬에 의해, C, E는 자율 신경에 의해 조절되는 과정이다. 따라서 A보다 C를 통한 자극 전달이 더 빠르다.

④ E와 F는 둘 다 체온을 높이기 위한 과정이다.

⑤ (가)는 열 발산 억제, (나)와 (다)는 열 발생 촉진 과정이다. **답 ③**

04 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄷ. 혈장 삼투압이 높을 때는 ADH의 분비량이 증가하여 물의 재흡수가 촉진된다.

오답نب기 ● ㄱ. 혈압이 높을 때는 ADH의 분비량이 감소하여 혈압을 낮춘다. 그러므로 ㉠은 혈압이 아니고 혈장 삼투압이다.

ㄴ. ADH는 물의 재흡수를 촉진하므로 ADH를 투여하면 혈액의 양이 증가한다. **답 2**

우공비 BOX

●보충 설명●

혈액은 열을 운반하는 역할을 하기 때문에 모세 혈관의 확장으로 혈류량이 증가하면 열이 나고 붉어져요. 또 혈액 속 혈장이 모세 혈관 밖으로 빠져나가 상처 부위에 모이기 때문에 상처 부위가 부어올라요.

●조심조심●

공팔에서 물의 재흡수가 촉진되면 체내 수분량이 증가해요. 이에 따라 혈액의 양이 증가하고 혈압이 높아져요.

03

알짜풀이 ● ㄱ. ㉠은 비감염성 질병인 고혈압이고, ㉡은 세포 구조를 갖지 않는 바이러스에 의해 유발되는 독감이다. ㉢은 세포 구조를 갖는 세균에 의해 유발되는 결핵이다.

ㄷ. 세균에 의한 질병은 항생제로 치료할 수 있다.

오답نب기 ● ㄴ. 바이러스는 효소가 없어 스스로 물질대사를 하지 못한다. **답 4**

04

알짜풀이 ● ㄱ. 상처 부위에서는 염증 반응이 일어나 열이 나고 붉게 부어오르며, 통증이 동반된다.

ㄷ. 백혈구는 아메바 운동으로 모세 혈관 벽을 통과하여 상처 부위로 모이며, 식균 작용으로 병원체를 제거한다.

오답نب기 ● ㄴ. 염증 반응 시 분비되는 화학 물질은 히스타민으로, 모세 혈관을 확장시켜 혈류량을 증가시키고 혈관 벽의 투과성을 증가시켜 혈액 속에 있는 백혈구가 상처 부위로 빠르게 이동하도록 한다. **답 3**

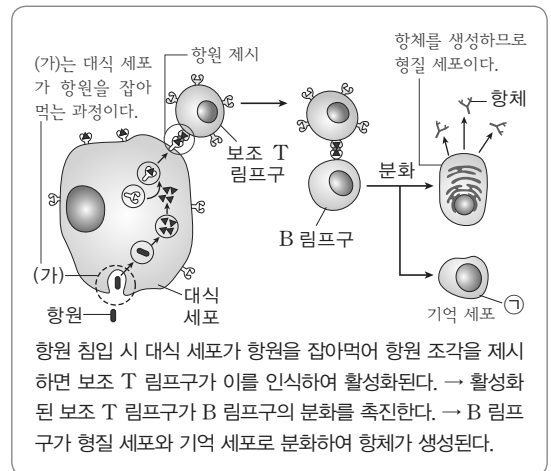
05

알짜풀이 ● ㄴ. 하나의 항체는 그 항체를 생성하게 한 항원에만 반응하며, 형질 세포는 한 종류의 항체만을 생성한다. 따라서 항체 A와 항체 B는 서로 다른 형질 세포에서 만들어진 것이다.

ㄷ. 항원 A가 침입하였을 때 항체 A가 잠복기 없이 신속하게 대량 생산되는 것은 항원 A에 대한 기억 세포가 작용했기 때문이다.

오답نب기 ㄱ. 항체 A와 항체 B의 생성 과정은 독립적으로 진행된다. **답 5**

06 | 자료 분석하기 |



●보충 설명●

항원 제시
체내에 병원체가 들어오면 대식 세포가 그 병원체를 세포 안으로 끌어들여 소화한 후, 병원체의 항원 조각을 세포 표면에 제시하는데, 이를 항원 제시라고 해요.

알짜풀이 ● ㄷ. 보조 T 림프구의 작용에 의해 B 림프구가 형질 세포와 기억 세포로 분화된다. 항체를 생성하는 것은 형질 세포이므로, ㉠은 기억 세포이다. 기억 세포는 항원의 2차 침입 시 형질 세포와 기억 세포로 분화된다.

오답نب기 ● ㄱ. 대식 세포의 식균 작용은 1차 방어 작용으로 비특이적으로 일어난다.

ㄴ. (가)는 대식 세포가 항원을 잡아먹는 과정이다. **답 2**

III. 항상성과 건강

09

방어 작용

꼭 나오는

○별책 28~30쪽

[중단원별 문제 점검하기]

- 01 ④ 02 ② 03 ④ 04 ③ 05 ⑤ 06 ② 07 ③
08 ③ 09 ③ 10 ③ 11 ⑤ 12 (가) 세포성 면역 (나) 체액성 면역 13 해설 참조 14 (가) A형 (나) O형 (다) B형 15 해설 참조

01

알짜풀이 ● 말라리아는 매개 곤충인 모기를 통해 말라리아 원충이 인체 내로 들어와 발생한다.

오답نب기 ● 무좀은 곰팡이의 일종인 무좀균에 의해, 파상풍과 폐결핵은 세균에 의해, AIDS(후천성 면역 결핍 증후군)는 바이러스에 의해 발생하는 질병이다. **답 4**

02

알짜풀이 ● A는 바이러스이다.

ㄷ. 바이러스는 숙주 세포 내에서 증식하는 과정에서 돌연변이가 일어나 다양한 종으로 진화하기도 한다.

오답نب기 ● ㄱ. 바이러스는 세균 여과기를 통과하므로 세균보다 크기가 작다.

ㄴ. 바이러스는 효소가 없어서 숙주 세포 내에서만 숙주 세포의 효소를 이용하여 증식할 수 있다. **답 2**

유공비 BOX

07

알짜풀이 ● ③ (가)는 항원 X에 대한 1차 면역 반응, (나)는 항원 X에 대한 2차 면역 반응으로 체액성 면역에 해당한다. 체액성 면역은 2차 방어 작용으로 후천성 면역이다.

오답نب기 ● ① ①은 항원 Y를 투여한 후에 생성되는 항체 Y의 농도 변화이다.

② (가)와 (나)에서는 항원 항체 반응이 일어난다.

④ (가)에서 항원 X가 침입하면 B 림프구가 기억 세포와 형질 세포로 분화된다.

⑤ (나)에서는 체내에 남아 있던 항원 X에 대한 기억 세포가 형질 세포로 빠르게 분화되므로 항체 생성 속도가 (가)보다 훨씬 빠르다. **답 ③**

08

알짜풀이 ● (가)는 B 림프구, (나)는 기억 세포이다.

ㄷ. 항체가 홍역 바이러스와 특이적으로 반응한 것을 통해 홍역 바이러스가 항원으로 작용하여 이에 대한 항체가 생성되었다는 것을 알 수 있다.

오답نب기 ● ㄱ. B 림프구는 골수에서 생성되고 성숙한다. ㄴ. 항원이 2차 침입하면 기억 세포로부터 분화된 형질 세포가 항체를 생성한다. **답 ③**

09

알짜풀이 ● ㄱ. 항원의 2차 침입 시에는 기억 세포가 형질 세포와 기억 세포로 분화된다.

ㄷ. 항체를 생성하여 항원을 제거하는 방식을 체액성 면역이라고 한다.

오답نب기 ● ㄴ. 항체는 오직 그 항체를 만들게 한 항원과만 결합하는 특성이 있다. **답 ③**

10

알짜풀이 ● O형의 혈액에는 응집원은 없고, 응집소는 α 와 β 가 모두 들어 있다. 어머니의 혈구와 영희의 혈액이 응집되었으므로 어머니의 혈액형은 A형(AO) 또는 B형(BO)이고, 아버지의 혈구와 영희의 혈액이 응집되지 않았으므로 아버지의 혈액형은 응집원을 갖지 않는 O형이다.

ㄱ. 영희의 혈액에는 응집원이 없으므로 아버지의 혈장과 응집 반응이 일어나지 않는다.

ㄷ. 아버지의 혈액형은 O형(OO)이고 어머니의 혈액형은 A형(AO) 또는 B형(BO)이므로 영희의 동생이 A형일 확률은 어머니가 A형(AO)일 확률인 $\frac{1}{2}$ 과 아버지(OO)와 어머니(AO) 사이에서 A형인 자녀가 태어날 확률인 $\frac{1}{2}$ 을 곱해야 한다. 즉, $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 이므로, 25%이다.

오답نب기 ● ㄴ. 영희와 어머니의 혈액형이 같을 확률은 0%이다. **답 ③**

11

알짜풀이 ● ㄴ. 영희의 혈액이 항 A 혈청에만 응집되었으므로 영희의 혈액형은 A형이다. 철수의 혈액이 항 B 혈청에만 응집되었으므로 철수의 혈액형은 B형이다. A형인 사람의 혈액을 B형인 사람에게 수혈할 수 없다.

●보충 설명●

형질 세포는 수명이 매우 짧으나 기억 세포는 대체로 수명이 길어요. 따라서 기억 세포는 항원이 제거된 후에도 면역계에 남아 있다가 항원이 다시 침입했을 때 빠르게 분열하여 대량으로 형질 세포를 만들어요.

쉽게쉽게

O형은 적혈구 표면에 응집원이 없기 때문에 O형의 혈액을 항 A 혈청과 항 B 혈청에 각각 섞었을 때 모두 응집 반응이 일어나지 않아요.

●보충 설명●

A형(AO)인 어머니와 O형(OO)인 아버지 사이에서 A형인 자녀가 태어날 확률은 $AO \times OO \rightarrow AO, OO$ 이므로 $\frac{1}{2}$ 이에요.

쉽게쉽게

A형인 사람의 혈액에는 응집원 A가 들어 있고, B형인 사람의 혈액에는 응집소 α 가 들어 있으므로, A형인 사람의 혈액을 B형인 사람에게 수혈하면 응집 반응이 일어나요.

ㄷ. 철수의 적혈구에 있는 응집원 B와 O형인 혈액의 혈장에 있는 응집소 β 사이에서 응집 반응이 일어난다.

오답نب기 ● ㄱ. 항 A 혈청에는 응집소 α 가 들어 있으므로 (가)는 응집소 α 이다. 영희의 적혈구 표면에 있는 응집원 (나)가 항 A 혈청의 응집소 α 와 응집되었으므로 (나)는 응집원 A이다. **답 ⑤**

12

알짜풀이 ● 세포 독성 T 림프구가 항원에 감염된 세포를 직접 공격하여 파괴하는 것을 세포성 면역이라 하고, B 림프구에 의해 만들어진 항체가 항원을 제거하는 것을 체액성 면역이라고 한다. **답 (가) 세포성 면역 (나) 체액성 면역**

13

알짜풀이 ● 독감과 감기는 서로 다른 바이러스에 의해 유발되는 질병이다. 그러므로 독감 예방 주사를 맞았다고 해서 감기가 예방되는 것은 아니다.

모범답안 ● 인플루엔자 바이러스에 대한 항체는 그 항체를 만들게 한 항원하고만 반응하는 항원 항체 반응의 특성이 있기 때문에 감기를 일으키는 바이러스에는 작용하지 않는다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 항체나 항원 중 하나의 단어만 사용하여 설명한 경우	50 %

14

알짜풀이 ● (가)는 응집원 A가 있고, 응집소 β 가 있으므로 A형이다. (나)는 응집원이 없고, 응집소 α 와 β 가 있으므로 O형이다. (다)는 응집원 B가 있고, 응집소 α 가 있으므로 B형이다. **답 (가) A형 (나) O형 (다) B형**

15

알짜풀이 ● 항 A 혈청에는 응집소 α 가 있어 응집원 A와, 항 B 혈청에는 응집소 β 가 있어 응집원 B와 응집 반응을 나타낸다.

모범답안 ● (나), (나)는 O형으로 응집원 A와 B를 모두 갖고 있지 않기 때문에 항 A 혈청과 항 B 혈청에 모두 응집 반응을 나타내지 않는다.

채점 기준	배점
① 항 A 혈청과 항 B 혈청에 응집 반응을 나타내지 않는 사람과 그 이유를 바르게 설명한 경우	100 %
② 응집 반응을 나타내지 않는 사람만 바르게 쓴 경우	30 %

어려운

중 단 원 별 문제 정복하기

●별책 31쪽

01 ⑤ 02 ② 03 ② 04 ⑤

01

알짜풀이 ● 화학 물질 A는 히스타민, 세포 B는 대식 세포나 호중성 백혈구이다.

⑤ 히스타민에 의해 모세 혈관이 확장되고 혈관 벽의 투과성이 증가한다. 이에 따라 혈류량이 증가하고, 혈장이 혈관 밖으로 빠져나가 상처 부위가 붉게 부어오른다.

오답탐기 ● ① 히스타민은 모세 혈관을 확장시키고 혈관 벽의 투과성을 증가시킨다.

② 백혈구는 골수에서 생성된다.

③ 식균 작용은 주로 대식 세포, 호중성 백혈구에 의해 일어나고, 항체는 형질 세포에서 생성된다.

④ 식균 작용은 병원체의 종류를 가리지 않고 일어나는 비특이적 방어 작용이다. **정답 ⑤**

02

알짜풀이 ● 방법 1은 항체가 포함된 혈청을 얻는 방법이고, 방법 2는 병원체의 일부를 병에 걸리기 전에 미리 주사하여 기억 세포를 형성하게 하는 백신을 얻는 방법이다.

② 독감 바이러스를 주입하여 ㉠의 항체가 만들어졌으므로 이 항체는 사람의 몸속에서도 독감 바이러스와 반응한다.

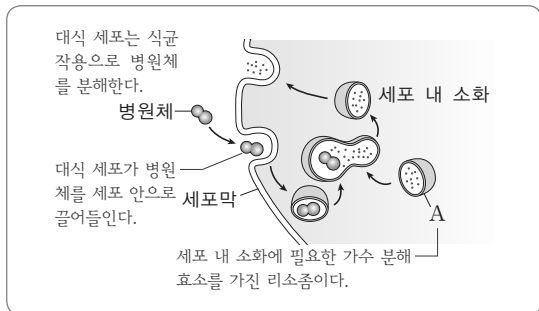
오답탐기 ● ① 독감을 예방하기 위해서는 백신을 주사해야 한다. ㉠은 독감을 치료하는 데 사용된다.

③ 바이러스는 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식한다.

④ ㉡은 바이러스의 단백질을 분해하여 얻은 것이다.

⑤ ㉡은 독감에 대한 백신으로만 사용할 수 있다. **정답 ②**

03 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● 나. A는 여러 가수 분해 효소를 가지고 있어 세포 내 소화를 담당하는 리소솜이다.

오답탐기 ● 가. 대식 세포의 식균 작용은 1차 방어 작용이다. 다. 병원체 침입 후 기억 세포로 분화되는 세포는 B 림프구이다. **정답 ②**

04

알짜풀이 ● 가. A형+AB형=22명, B형+AB형=20명, AB형+O형=17명이므로, 이를 모두 합치면 ㉠과 같고 철수네 반 학생 수는 ㉡과 같다.

A형+B형+3AB형+O형=59명 ... ㉠

A형+B형+AB형+O형=35명 ... ㉡

㉠-㉡=2AB형=24명이다. 따라서 AB형은 12명, A형은 10명, B형은 8명, O형은 5명이다.

나. 응집소 α를 갖는 학생은 B형(8명)과 O형(5명)이므로 모두 13명이다.

다. A형인 사람에게 수혈할 수 있는 학생은 A형(10명)과 O형(5명)이므로 모두 15명이다. **정답 ⑤**

우공비 BOX

용어 알기

히스타민

스트레스를 받거나 염증, 알레르기가 있을 때 비만 세포에서 분비되는 물질로, 혈관을 확장시키고 혈관 벽의 투과성을 증가시켜요.

보충 설명

종속 영양 생물은 다른 생물이 만든 유기물을 이용하여 생활에 필요한 에너지를 얻는 생물이고, 독립 영양 생물 생명 활동에 필요한 유기물을 스스로 합성하는 생물이자요.

보충 설명

생태계 구성 요소 간의 관계
비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 주는 것은 작용, 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 주는 것은 반작용이라고 해요.

보충 설명

항 A 혈청에 응집한 학생은 A형과 AB형, 항 B 혈청에 응집한 학생은 B형과 AB형, 두 가지 혈청에 모두 응집한 학생은 AB형, 모두 응집하지 않은 학생은 O형이에요.

IV. 자연 속의 인간

10 생태계의 구성과 기능 (1)

꼭 나오는

별책 32~33쪽

중 단 원 별 문제 점검하기

01 ③ 02 ① 03 ③ 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤ 07 ①
08 ① 09 해설 참조 10 A, D 11 A : 가을, B : 봄, 초여름 12 해설 참조

01

알짜풀이 ● ③ 호랑이, 토끼, 여우는 종속 영양 생물로서 생태계의 구성 요소 중 소비자이다.

오답탐기 ● ① 식물이 호랑이, 토끼, 여우의 생장을 위한 생활 장소를 제공해 준다.

② 생물의 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하는 생물은 분해자인 세균, 곰팡이 등이다.

④ 무기물로부터 유기물을 생산하는 능력을 가진 독립 영양 생물은 생산자인 식물이다.

⑤ 빛에너지를 화학 에너지로 전환할 수 있는 세포 소기관인 엽록체는 식물 세포에만 들어 있다. **정답 ③**

02

알짜풀이 ● ① 생태계는 비생물적 요인과 생물적 요인으로 구성되는데, 햇빛은 비생물적 요인에 해당한다.

오답탐기 ● ② 온도와 같은 비생물적 요인이 생물적 요인인 식물에 영향을 주는 것을 작용이라고 한다.

③ 태양의 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하는 것은 생산자이다.

④ 생물적 요인이 비생물적 요인에 영향을 미치는 것을 반작용이라고 한다.

⑤ 사체나 배설물을 분해하여 에너지를 얻는 생물은 분해자이다. 생산자는 무기물로 유기물을 합성한다. **정답 ①**

03

알짜풀이 ● 가. A는 생산자, B는 소비자, C는 분해자이다. 나. (가)는 작용, (나)는 반작용이다. 비옥한 토양에서 식물이 잘 자라는 것은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 미치는 것으로 작용에 해당한다.

오답탐기 ● 다. 소비자인 토끼(B)의 배설물에 포함된 유기물이 많을수록 분해자인 버섯(C)의 개체수가 증가하는 것은 생물과 생물 사이의 상호 작용에 해당한다. **정답 ③**

04

알짜풀이 ● 가. 광포화점은 광합성량이 더 이상 증가하지 않는 최소한의 빛의 세기이다. 양지 식물의 광포화점은 10,000 lx, 음지 식물의 광포화점은 1,000 lx이다.

나. 광합성량이 호흡량과 같을 때의 빛의 세기를 보상점이라고 한다. 양지 식물의 보상점은 900 lx, 음지 식물의 보상점은 300 lx이다.

오답탐기 ● 다. 500 lx의 빛의 세기는 양지 식물의 보상점 이하이고, 음지 식물의 보상점 이상이다. 보상점 이상의 빛의 세기에서 식물의 생장이 일어나므로 음지 식물만 생장할 수 있다. **정답 ③**

05

알짜풀이 ● 나. 눈과 콧구멍을 수면 위로 드러낸 모습을 공통적으로 하고 있는 것은 물속 생활을 하기에 적합하게 적응된 모습이라고 할 수 있다.

ㄷ. 물속에 몸을 최대한 가릴 수 있도록 하여 사냥감이나 적으로부터 몸을 숨기기에 최적의 형태로 적응하였다.

오답نب기 ● ㄱ. 개구리, 악어, 하마는 다른 종이지만 육상 생활과 수중 생활을 모두 한다는 공통점이 있어 비슷한 생활 형을 나타낸다. **답 ⑤**

06

알짜풀이 ● ⑤ 고산 지대에 사는 사람의 적혈구 수가 평지에 사는 사람보다 많은 것은 산소가 희박한 환경(공기)과 관련이 있다.

오답نب기 ● ① 단일 식물인 국화와 코스모스는 일정 시간 이상의 지속적인 암기에서 꽃이 피며, 이것은 일조 시간과 관련이 있다.

② 빛의 세기가 강한 곳에서 적응한 양지 식물은 울타리 조직이 발달해 있어 잎의 두께가 두껍다.

③ 추운 지방에 사는 동물은 추위(온도)를 견디기 위해 피하지방층이 두껍게 발달한다.

④ 바다의 깊이에 따라 서식하는 해조류의 종류가 다른 것은 빛의 파장 때문이다. **답 ⑤**

07 | 자료 분석하기 |

울타리 조직이 두껍다. → 광합성이 활발

표피 앞맥 A 후면 조직

울타리 조직 B 해면 조직

• A : 양엽 - 빛이 강한 환경에 적응하여 울타리 조직이 두껍게 발달한 잎이다.

• B : 음엽 - 빛이 약한 환경에 적응하여 울타리 조직이 얇게 발달한 잎이다.

알짜풀이 ● ㄱ. 양엽(A)은 빛을 많이 받는 부분에 존재하고, 음엽(B)은 상대적으로 빛을 적게 받는 부분에 존재한다. 같은 나무에서도 빛을 받는 위치에 따라 양엽이 발달하는 부분과 음엽이 발달하는 부분이 다르다.

오답نب기 ● 나. 양엽(A)와 음엽(B)의 잎 두께에 차이가 생긴 것은 빛의 세기 때문이다.

ㄷ. 양엽(A)이 음엽(B)보다 두꺼운 것은 울타리 조직이 발달해 있기 때문이다. **답 ①**

08

알짜풀이 ● 낙타는 건조한 사막 지역에서 사는 동물로 체내 수분을 보존하기 위해 땀을 잘 흘리지 않고 진한 오줌을 배설한다. 선인장도 건조한 사막 지역에서 사는 식물로, 건조한 환경에 적응하여 뿌리가 넓게 퍼져서 수분을 많이 흡수하도록 적응되었다. **답 ①**

우공비 BOX

쉽게쉽게

생태계에서 비생물적 요인과 생물적 요인은 서로 영향을 주고받아요.

쉽게쉽게

굴광성은 식물의 줄기가 빛이 비치는 방향으로 굽어 자라는 성질로, 식물 호르몬인 옥신이 관여해요. 줄기 중간에 운모 조각을 끼우면 옥신의 이동이 차단되지요.

09

모범답안 ● A : 생산자, B : 소비자, C : 분해자, A는 광합성을 하여 무기물로부터 유기물을 합성하는 생물, B는 다른 생물을 먹음으로써 유기물을 얻는 생물, C는 생물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해하는 생물이다.

채점 기준	배점
① A~C의 명칭과 역할을 모두 바르게 설명한 경우	100 %
② A~C의 명칭을 쓰고 역할 중 일부만 설명한 경우	70 %
③ A~C의 명칭만 쓴 경우	30 %

10

알짜풀이 ● 굴광성은 줄기 끝에서 생성된 옥신이 빛의 반대 방향으로 이동하여 불균등하게 분포하기 때문에 식물의 줄기가 빛이 비치는 방향으로 굽어 자라는 현상이다.

- A는 대조군으로 줄기가 빛의 방향으로 굽어 자란다.
- B와 같이 자엽초의 끝을 절단하면 줄기 끝에서 옥신이 분비되지 않아 굴광성이 나타나지 않는다.
- C의 경우 자엽초의 끝에 은박지를 씌웠기 때문에 옥신이 빛에 대해 반응하지 못해 굴광성이 나타나지 않는다.
- D와 같이 운모 조각을 빛이 비치는 쪽에 끼우면 옥신이 빛의 반대 방향으로 이동하는 데 영향을 미치지 않으므로 굴광성이 나타난다.
- E와 같이 운모 조각을 빛의 반대 방향에 끼울 경우 운모 조각 때문에 옥신이 빛의 반대 방향으로 이동하지 못하므로 굴광성이 나타나지 않는다. **답 A, D**

11

알짜풀이 ● A는 단일 식물로 낮의 길이가 짧아지는 가을에 개화하고, B는 장일 식물로 낮의 길이가 길어지는 봄과 초여름에 개화한다. **답 A : 가을, B : 봄, 초여름**

12

모범답안 ● 지속적인 암기의 길이가 식물의 개화에 영향을 미친다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 그 외의 경우	0 %

보충 설명

하나의 나무에서 빛이 많이 비추는 부분에는 양엽이, 빛을 적게 비추는 부분에는 음엽이 발달해요.

보충 설명

선인장은 수분이 적은 건조한 지역에서 생활하는 건생 식물로서, 건조한 환경에 적응하기 위해 저수 조직이 발달해 있어요.

어려운

중·단·원·별 문제 정복하기

별책 34쪽

01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ③

01

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 생물이 비생물적 환경 요인에게 영향을 주는 것이므로 반작용이고, (라)는 개체군 내의 상호 작용이다. (나)는 비생물적 환경 요인이 생물에 영향을 주는 작용, (다)는 서로 다른 종 간의 상호 작용인 개체군 간의 상호 작용이다.

나. 호랑나비의 계절형은 생물이 환경 요인인 온도의 영향을 받은 것으로, 작용에 해당하는 (나)의 예이다.

오답범기 ● 다. 닭장 안에 닭을 넣을 때 서로 쪼며 싸우는 것은 먹이를 두고 먹는 순서를 정하기 위한 것이며, 같은 종 내에서 일어나는 것이므로 개체군 내의 상호 작용인 (라)에 해당한다. ㉮ ③

02

알짜풀이 ● 물벼룩의 경우 여름형이 겨울형보다 크기가 큰 데, 이는 계절에 따른 수온 변화 때문에 나타난다. 따라서 온도 변화가 생물에 영향을 미치는 예를 찾아야 한다.

ㄱ. 온도가 낮아지면 잎에 있는 녹색의 엽록소가 파괴되어 노란색이나 주황색을 띠는 크산토펜과 카로틴이 드러나 단풍이 든다.

나. 호랑나비의 경우 번데기 시절의 온도에 따라 몸집이나 몸 색깔이 달라진다. 호랑나비의 여름형은 크고 화려하지만 겨울형은 작고 수수하다.

오답범기 ● 다. 곤충의 몸 표면이 키틴질의 껍데기로 덮여 있는 것과 조류의 알이 단단한 껍데기로 싸여 있는 것은 물의 증발에 의한 건조를 막기 위한 것으로, 물(수분) 환경에 적응한 결과이다. ㉮ ③

03

알짜풀이 ● ⑤ 라운키에르의 생활형은 서로 다른 종이 비슷한 환경에 잘 적응한 모습을 구분한 것이다. 겨울눈의 위치는 그 지역의 기온과 수분 환경에 따라 다르다.

오답범기 ● ① 민들레와 같은 반지중 식물은 겨울눈이 지표에 위치한다. 반지중 식물은 겨울에 기온이 낮은 온대 지방에 많이 분포한다.

② 춥고 건조한 지역인 한대 지역에서는 추운 겨울을 견디기 쉬운 지중 식물이나 반지중 식물의 비율이 높다.

③ 라운키에르는 겨울눈의 위치를 기준으로 생활형을 나누었는데, 이것은 기온이나 수분 조건과 같은 식물의 서식지 환경에 따라 다르다.

④ 지상 식물은 기온이 높고 비가 많이 내리는 열대 지방에 주로 분포한다. ㉮ ⑤

04

알짜풀이 ● ㄱ, 나. (가) 실험을 통해 생장 호르몬(옥신)은 한천을 통과하지만 운모는 통과하지 못하는 것을 알 수 있다. (나) 실험에서 운모를 빛이 비치는 쪽에 끼우면 식물이 굽어 자라지만 빛의 반대편에 끼우면 식물이 굽어 자라지 못하는 것은 줄기 끝에서 만들어진 생장 호르몬이 운모에 막혀 이동하지 못하기 때문이다. 이것을 통해 식물 생장을 촉진하는 화학 물질은 줄기 끝에서 생성되며, 빛의 반대 방향으로 이동한다는 것을 알 수 있다.

오답범기 ● 다. 한천을 통해서만 자엽초 끝에서 만들어진 물질(옥신)이 이동할 수 있지만, 운모를 통해서만 이동하지 못하므로 식물이 굽어 자라지 못한다. 한천이나 운모에 생장 촉진 물질이 있는가 알아보기 위해 재료로 쓴 것이 아니라 줄기 끝에서 생성된 물질을 이동시킬 수 있는가 아닌가에 따른 차이를 비교하기 위해 사용한 것이다. ㉮ ③

우공비 BOX

필수 자료

개체군의 개체수가 처음에는 급격히 증가하다가, 어느 정도 시간이 지나면 더 이상 증가하지 않고 일정한 수준을 유지하는 이유는 환경 저항 때문이요.

보충 설명

물벼룩이나 호랑나비는 여름형이 다른 계절보다 큰데 이와 같이 계절에 따라 변한 것이기 때문에 계절형이라고 하고, 계절에 따른 가장 큰 특징은 온도지요.

쉽게쉽게

Ⅲ형 → Ⅱ형 → Ⅰ형으로 갈수록 대체로 먹이 사슬의 상위 단계에 해당해요. 먹이 사슬의 상위 단계에 해당하는 생물은 어릴 때 부모의 보호를 받아 사망률이 낮아요.

쉽게쉽게

한천은 목이나 젤리이고, 운모는 얇은 돌판이에요. 따라서 옥신이 한천은 통과할 수 있지만 운모는 통과할 수 없지요.

보충 설명

두 개체군 중 하나의 개체수가 급격히 줄어드는 경우를 경쟁 배타 원리라고 해요.

IV. 자연 속의 인간

11

생태계의 구성과 기능 (2)

꼭 나오는

문제 점검하기

○ 별책 35~36쪽

01 ④ 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ⑤ 06 ④ 07 해설
참조 08 텃새(세력권) 09 (나) 기생 (다) 편리 공생

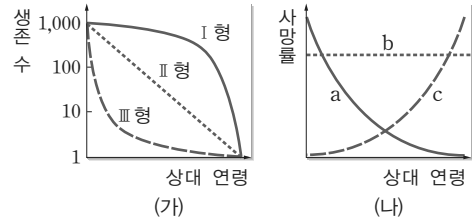
01

알짜풀이 ● ④ S자형 생장 곡선의 경우 초기에는 개체수의 증가율이 점차 증가하지만 시간이 지남에 따라 점차 증가율이 감소한다.

오답범기 ● ①, ②, ⑤ J자형의 경우 개체수가 많아질수록 성장률이 높은 형태를 보인다.

○ ③ 실제 생태계에서 개체군의 생장 곡선이 S자형을 이루는 것은 개체수가 증가할수록 환경 저항이 커지기 때문이다. ㉮ ④

02 자료 분석하기



- a : Ⅲ형 - 초기 사망률이 높아 초기에 생존 개체수가 급격하게 줄어든다.
- b : Ⅱ형 - 사망률이 일정하게 유지된다.
- c : Ⅰ형 - 초기 사망률이 낮아 대부분의 개체가 수명을 다한다.

알짜풀이 ● 나. (가)를 통해 Ⅱ형은 상대 연령에 따른 생존율이 일정하므로 사망률도 일정하다고 판단할 수 있다.

다. c와 같은 사망률을 보이는 동물은 후기 사망률이 높으므로 Ⅰ형이다. a와 같은 사망률을 보이는 Ⅲ형의 평균 수명이 Ⅰ형보다 짧다.

오답범기 ● ㄱ. Ⅰ형은 적은 수의 자손을 낳지만 초기에 부모가 잘 보호하기 때문에 초기 사망률이 낮은 c와 같은 사망률 곡선을 보인다. ㉮ ④

03

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 온도가 높고 연평균 강수량이 많으므로 열대 다우림이다. 열대 다우림은 많은 종류의 목본과 초본 개체군을 포함하고 있어 수직 층상 구조가 발달한다.

나. (나)는 북극 지방이나 높은 산의 꼭대기와 같은 곳에 발달하는 군집인 툰드라이다. 이곳에는 영구 동토층이 형성되어 있어 초본류나 이끼류가 주로 서식한다.

다. (다)는 강수량이 극히 적은 곳이므로 사막 군집이다. 건조한 곳에 적응한 선인장 등이 분포한다. ㉮ ⑤

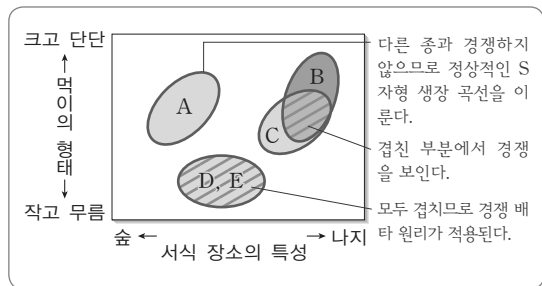
04

○ **알짜풀이** ● A와 B를 혼합 사육한 경우 B가 급격히 줄어들어 멸종하므로 A와 B는 경쟁 관계이다.

우공비 BOX

A와 C를 혼합 사육한 경우는 둘다 약간씩 개체수가 증가했으므로 상리 공생 관계이다.
B와 C를 혼합 사육한 경우는 단독 사육했을 때와 거의 같으므로 경쟁을 피한 분석을 한다. ㉡ ①

05 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. A는 다른 뱀지렁이와 장소나 먹이를 달리한다. 그러므로 일반적인 S자형 성장 곡선을 나타낼 것이다.
ㄴ. B와 C는 일부 생태적 지위가 겹치는 곳에서는 경쟁을 피할 수 없다.
ㄷ. D와 E는 서식 장소와 먹이가 완전히 겹치므로 경쟁 배타 원리가 적용되어 두 개체군 중 하나는 결국 멸종할 수 밖에 없다. ㉡ ⑤

06

알짜풀이 ● ㄴ. 관목이 생장할 때 초본의 생물량은 줄어든다. 관목이 생장하여 토양이 비옥해지면 양수가 증가한다.
ㄷ. 천이가 시작될 때는 용암 대지에 토양이 없었지만 점차 암석이 풍화되어 토양이 생기고 수분이 저장되면서 식물이 살기 좋은 조건이 만들어진다.

오답탐기 ● ㄱ. 천이가 진행될수록 토양에는 점차 수분과 유기물이 축분해진다. 따라서 무기 염류 양도 증가한다. ㉡ ④

07

알짜풀이 ● 이른 봄에 돌말의 개체수가 증가하는 것은 영양 염류가 충분한 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아지기 때문이며, 돌말의 증식으로 영양 염류가 감소하면 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아도 돌말의 생장에 필요한 영양 염류가 부족하여 돌말의 개체수가 감소한다.

모범답안 ● 영양 염류가 충분한 상태에서 빛의 세기가 강해지고 수온이 높아질 때에는 돌말의 개체수가 증가하며, 돌말의 증식으로 영양 염류가 감소하면 다른 조건이 좋아도 돌말의 개체수는 감소한다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이른 봄에 돌말이 급증하는 이유 또는 늦은 봄에 감소하는 이유 중 하나만을 정확히 설명한 경우	50 %
③ 돌말 개체수의 변동을 영양 염류만으로 설명한 경우	30 %

08

알짜풀이 ● 일정한 생활 공간을 차지하고 다른 개체의 접근을 막는 것은 텃새이다. 텃새는 개체를 분산시켜 밀도를 알맞게 조절하고 생식을 위한 불필요한 싸움을 피하게 하는 역할을 한다. ㉡ 텃새(세력권)

●보충 설명●

생태적 지위가 중복되는 범위가 넓을수록 경쟁은 증가하지요.

●보충 설명●

- 초원 : 열대 초원(사바나), 온대 초원(스텝)
- 황원 : 열대 사막, 온대 사막, 한대 사막(툰드라)
- 삼림 : 열대 우림(열대 지방), 낙엽활엽수림(온대 지방), 상록활엽수림(아열대 지방, 난대 지방), 침엽수림(한대 지방)

●보충 설명●

얼룩말 외에 물개, 까치, 은어 등도 개체군 내에서 텃새를 나타내는 대표적인 동물이에요.

09

알짜풀이 ● (나) 혼합 배양 후 a 종의 개체수는 증가하지만 b 종의 개체수가 줄어들었다. 이와 같은 상호 관계는 기생이다. a 종은 기생 생물, b 종은 숙주이다.
(다) b 종은 단독 배양한 것보다 개체수가 늘었지만 c 종은 변화가 없다. 이와 같은 개체군 사이의 상호 관계는 b 종만 이익을 얻는 편리 공생이다. ㉡ (나) 기생 (다) 편리 공생

어려운

중 단 원 별 문제 정복하기

●별책 37쪽

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ③ 04 ①

01

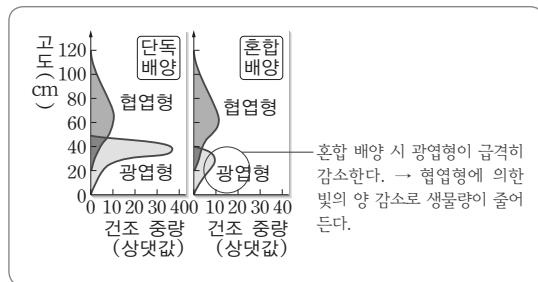
알짜풀이 ● ⑤ 초원은 강수량이 적고 건조한 대륙 내부에서 발달한다. 초원 군집의 예로는 열대의 사바나와 온대의 스텝 등이 있다. D는 사바나이고, E는 온대 초원이다.

오답탐기 ● A는 강수량이 극히 적은 지역이며, 온도가 높은 지역이므로 황원 군집에 속하는 사막이다.

B는 여름에 강수량이 많고 기온이 높은 지역에서 발달하는 삼림 군집의 상록활엽수림 지역이다.

C는 기온이 높고 강수량이 많은 지역에서 발달하는 삼림 군집의 열대 우림 지역이다. ㉡ ⑤

02 | 자료 분석하기 |



알짜풀이 ● ㄱ. 혼합 배양할 경우 약 30~40 cm 부분에서 광엽형 식물의 생장량이 가장 많이 줄어드는 것을 통해 두 개체의 잎이 겹치는 높이에서 생산량 변화가 가장 크다는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 단독 배양할 경우 충분한 양의 빛에너지가 도달하지만 혼합 배양할 경우 협엽형에 가려 빛이 충분히 들어오지 못하므로 광엽형이 잘 자라지 못한다.

ㄷ. 빛을 많이 받아야 살 수 있는 광엽형의 경우 빛의 양이 적게 도달되어 생장률이 떨어진다. ㉡ ⑤

03

알짜풀이 ● ㄱ. 새가 침투하지 못하게 되면 새의 먹이가 되는 파개비 B의 개체수는 증가하게 된다. 파개비 B의 증가로 인해 서로 먹이를 두고 경쟁하는 다른 파개비들은 개체수가 감소한다.

ㄷ. 불가사리의 먹이인 따개비 A와 옆줄름고둥의 수가 감소했는데도 불가사리의 개체수가 증가한 것은 새가 불가사리를 포식하지 못했기 때문이다.

오답نب기 ● ㄴ. 옆줄름고둥은 따개비 A를 포식하는 포식자이다. 옆줄름고둥의 감소로 따개비 A가 더 감소하는 것을 막을 수 있으며, 따개비 A와 따개비 C는 서로 경쟁 관계이므로 서로 영향을 미친다. 그러므로 옆줄름고둥은 따개비 A뿐만 아니라 따개비 C에도 영향을 준다. ㉑ ③

04

알짜풀이 ● ① 갈매기 개체군의 생존 곡선에서 연령에 따른 사망률이 일정하게 나타난다. 생존 수가 1,000마리에서 100마리로 되는 기간인 태어나서 ㉑까지와 100마리에서 10마리로 되는 기간인 ㉒에서 ㉓까지의 기간은 같다. 이때의 사망률도 90%로 같다.

오답نب기 ● ② (가)의 경우 포식자에 의한 사망률이 크지만 이외에도 어미의 사망으로 인해 부모의 보호를 받지 못하는 것도 생존율 감소의 원인이다.

③ 갈매기는 수명을 다하기 전에 죽는 경우가 많으므로 노쇠한 개체가 거의 없다. 그러므로 노쇠에 의하여 사망하는 경우도 많지 않다.

④ 야자나무는 종자가 발아 후 어린 개체일 때 많이 죽게 되므로 큰 나무와의 경쟁에서 생존이 어렵다는 것을 알 수 있다. 하지만 크게 자랐을 때는 사망률이 급격히 떨어진다.

⑤ 야자나무의 종자는 어린 묘목이 되기 전에 많이 죽는 것을 통해 분산의 실패나 동물에 의한 피식 등이 발아에 제한을 준다고 볼 수 있다. ㉑ ①

우공비 BOX

쉽게쉽게

식물의 잎에 있는 기공은 탄소보다 공기 중에 더 많은 질소는 받아들이지 못해요. 질소는 이온의 형태로 뿌리를 통해 흡수되지요.

쉽게쉽게

갈매기 개체군의 성장 곡선은 사망률이 일정한 II형이에요.

④ 대기 중의 CO₂는 생산자에 의해 유기물인 포도당과 녹말 등으로 합성된 후 먹이 사슬을 따라 이동한다.

⑤ 육상 생태계에서 생산자가 광합성으로 이용하는 CO₂양은 1,200이므로, 호흡으로 배출하는 CO₂양인 1,190보다 많다. ㉑ ③

02

알짜풀이 ● ③ 사체나 배설물에 포함된 질소는 세균에 의해 질산 이온이나 암모늄 이온으로 전환되어야 식물이 이용할 수 있다.

오답نب기 ● ① (가)는 질소 동화 작용이며, 질소 동화 작용의 결과 식물은 단백질과 핵산, ATP 등을 생산한다.

② 질소 고정 세균인 뿌리혹박테리아는 공중 질소를 무기 질소의 형태로 식물에 제공해 주고, 식물은 질소 동화 작용으로 만들어진 단백질을 뿌리혹박테리아에 공급해 준다.

④ 식물은 질소를 질산 이온이나 암모늄 이온의 형태로 흡수한다.

⑤ 질소 고정 세균은 대기 중의 질소를 암모늄 이온으로 전환시킨다. ㉑ ③

03

알짜풀이 ● ㄱ. 안정된 생태계에서 에너지 효율은 영양 단계가 높아질수록 점차 높아지는 역피라미드 형태를 이루므로 A보다 C가 높다.

ㄷ. A는 생산자이다. 각 영양 단계에서 에너지는 호흡을 통해 열에너지 형태로 방출되고 이것은 생태계 밖으로 이동하므로 생산자가 이용할 수 없다.

ㄹ. 생태계의 에너지 근원은 태양으로부터 오는 빛에너지이므로 빛에너지가 유입되지 않으면 생태계 내의 에너지양은 점차 감소하게 된다.

오답نب기 ● ㄴ. 일반적으로 개체수는 생산자인 A가 1차 소비자인 B보다 많고, 2차 소비자인 C보다는 1차 소비자 B가 더 많다. ㉑ ⑤

04

알짜풀이 ● ㄱ. (가)는 무성 생식에 의한 개체의 증식을 나타낸 것이며, 체세포 분열로 생성된 세포가 떨어져 새로운 개체가 되는 것이므로 모체와 같은 유전자를 갖게 된다. 그러므로 (나)에 비해 유전적 다양성이 잘 나타나지 않는다.

ㄴ. 무성 생식은 영양 생식, 포기나누기, 출아법, 포자법 등이 있다. 무성 생식에 의해 만들어지는 개체는 모체와 같은 유전자를 가지므로 유전적 다양성을 갖기 위해서는 돌연변이가 일어나야 한다.

ㄷ. 유성 생식을 하는 경우 서로 다른 두 개체가 감수 분열을 통해 형성한 생식 세포가 서로 합쳐져 새로운 개체가 형성되므로 유전적 다양성이 커지게 된다. ㉑ ⑤

05

알짜풀이 ● ② 국립공원을 지정하여 서식지를 보존하면 생태계의 먹이 사슬을 안정화시킬 수 있다.

IV. 자연 속의 인간

12 생물의 다양성과 환경

꼭 나오는

○별책 38~39쪽

중 단 원 별 문제 점검하기

01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ② 06 ③ 07 ⑤
08 (가) 소비자 (나) 분해자 (다) 생산자 09 유전적(유전자)
다양성, 종 다양성, 생태계 다양성 10 해설 참조 11 해
설 참조

01

알짜풀이 ● ③ 대기로 이동하는 탄소의 양을 모두 더하면 $(1,150 + 40 + 53 + 880 = 2,123)$ 이고, 대기에서 식물이나 물로 이동하는 양을 모두 더하면 $(1,200 + 900 = 2,100)$ 이므로 대기로 이동하는 양이 더 많다.

오답نب기 ● ① 화석 연료가 연소되면 대기로 CO₂가 방출되므로 대기 중 CO₂ 농도가 증가한다.

② 탄소의 흡수는 육상 생태계에서 생산자에 의한 광합성이, 탄소의 방출은 육상 생태계에서 생산자와 소비자에 의한 호흡이 가장 큰 영향을 준다.

●보충 설명

무성 생식은 유전자의 변화가 없으므로 환경의 변화에 적응하기 어렵고, 유성 생식은 유전적으로 다양한 개체가 생겨 새로운 환경에 적응할 수 있어요.

- 오답범기** ● ① 생태계에 외래종이 유입되어 환경에 잘 적응하면 먹이 그물의 특정 부분에서 천적이 없는 가운데 특정 종들을 대량 포식하여 일부 종이 멸종하게 될 수 있다.
- ③ 도로나 철도 등의 건설은 서식지의 단편화를 초래한다. 서식지가 고립되면 생물이 다른 곳으로 이동하기 어렵고, 도로나 철도를 건너는 중 사고로 죽을 수도 있다.
- ④ 도시를 개발하거나 공장을 건설하는 과정에서 서식지가 많이 파괴될 수 있다. 그 결과 육상의 많은 생물 종이 멸종 위기에 처할 수 있으며 육상의 종 다양성이 감소한다.
- ⑤ 물의 흐름을 인위적으로 조절하면 강의 깊이와 유속이 바뀌어 어류 종이 살기 어려운 환경이 된다. **답 ②**

06

알짜풀이 ● 세균의 독을 이용한 보툴리눔독소는 병의 치료와 미용의 목적으로 쓰인다. 소화제는 나팔꽃과 현호색에서 얻는다. **답 ③**

07

알짜풀이 ● ㄱ. 지속 가능한 발전은 현재의 욕구도 충족시키고, 미래 세대를 위한 발전도 추구해야 한다.

ㄴ. 우리나라는 저탄소 녹색 성장을 추진하면서 녹색 기술과 신재생 에너지를 이용하는 방안을 꾸준히 모색하고 있다.

ㄷ. 지속 가능한 사회가 되기 위해 자원을 보존해야 하며, 환경을 우선 보전함으로써 생물 다양성이 보전되어야 한다. 따라서 지속 가능한 발전을 위해서는 인간의 필요에 따른 개발과 환경 보전 사이의 균형에 역점을 두어야 한다. **답 ⑤**

08

알짜풀이 ● (다)는 대기 중의 CO₂를 받아들여 양분을 합성하는 생산자이다. 생산자가 흡수한 탄소는 광합성을 통해 유기물로 합성되며, 합성된 유기물을 소비자가 섭취하므로 (가) 또는 (나)는 소비자이다. 그런데 분해자는 생산자와 소비자의 사체나 배설물을 섭취하므로 (나)는 분해자이고 (가)가 소비자이다. **답 (가) 소비자 (나) 분해자 (다) 생산자**

09

알짜풀이 ● 생물 다양성의 세 가지 구성 요소는 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성이며, 이 중 종 다양성이 높을수록 먹이 그물이 복잡하여 안정된 생태계가 유지된다.

답 유전적(유전자) 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성

10

알짜풀이 ● (가)와 (나)의 종 수는 5종으로 같지만, 생물 종이 균등하게 분포하는 (나)가 종 다양성이 높다.

모범답안 ● (나), (나) 지역은 (가) 지역에 비해 식물 종이 더 다양하므로, 다양한 식물을 먹이로 하는 초식 동물과 초식 동물을 먹는 육식 동물이 다양하여 종 다양성을 보이고, 먹이 그물이 복잡한 안정된 생태계를 이룬다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 예상되는 지역이나 이유 중 한 가지만 정확히 설명한 경우	50 %

우공비 BOX

● 보충 설명 ● 서식지가 도로나 철도 등에 의해 나누어질 때 서식지 단편화가 일어나며, 이로 인해 생물 종 다양성이 급격히 줄어들게 되므로, 이를 줄이기 위해 생태 통로를 만들어 주어야 해요.

● 보충 설명 ● 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율이 증가하는 것은 식물성 먹이보다 동물성 먹이가 소화가 잘 되고, 몸집이 커서 단위 무게당 에너지 소비가 적기 때문이에요.

조심조심

종 다양성은 생물 종 수뿐 아니라 비율도 포함하므로 많은 생물 종이 균등하게 분포할수록 종 다양성이 높아요.

11

○ 모범답안 ● 생태 통로, 야생 동물의 서식지가 분리되는 것을 막을 수 있다.

채점 기준	배점
① 모범답안과 같이 설명한 경우	100 %
② 이동 통로의 명칭 또는 이를 통해 얻을 수 있는 이익 중 한 가지만을 정확히 설명한 경우	50 %

아려움

[중 단 원 별 문제 정복하기]

○ 별책 40쪽

01 ② 02 ③ 03 ③ 04 ⑤

01

알짜풀이 ● ② 소비자의 에너지 효율을 계산해 보면 (가) 생태계는 $\frac{3}{20} \times 100 = 15\%$ 이고, (나) 생태계는 $\frac{5}{18} \times 100 = 27.8\%$ 이다. 그러므로 소비자의 에너지 효율은 (나) 생태계가 더 높다.

오답범기 ● ① (가) 생태계의 순생산량은 유입된 태양 에너지 20에서 호흡량 10을 뺀 나머지 값인 10이 되고, (나) 생태계의 순생산량은 유입된 태양 에너지 18에서 호흡량 8을 뺀 나머지 값인 10이 된다. 그러므로 두 생태계 생산자의 순생산량은 같다.

③ 에너지 대수량은 에너지의 출입량과 비례한다. 분해자의 경우 (가) 생태계에서의 에너지 출입량이 (나) 생태계보다 더 많으므로 에너지 대수량은 (가) 생태계가 더 많다.

④ 태양의 빛에너지는 광합성을 통해 화학 에너지로 저장되고, 유기물에 저장된 화학 에너지는 먹이 사슬을 통해 다음 영양 단계로 전해져 호흡에 이용된 후 열에너지로 방출된다. 이처럼 에너지의 형태는 전환되어도 유입된 에너지는 중간에 사라지지 않으므로 에너지의 총량은 일정하게 보존된다.

⑤ 광합성에 의해 흡수된 태양 에너지는 생태계의 각 영양 단계를 거치면서 호흡을 통해 열에너지 형태로 방출된다. **답 ②**

02

알짜풀이 ● ㄱ. 대기 오염의 원인 물질은 대부분 인간의 활동으로 생긴 것이다.

ㄷ. 산성비는 대기 중의 이산화 황과 질소 산화물 등이 빗물에 녹아 pH 5.6 미만의 산성을 띠는 비가 되어 내리는 것을 말하며, 이로 인해 식물의 물질대사에 영향을 미쳐 식물이 죽게 되므로 생물 다양성을 감소시킨다.

오답범기 ● ㄴ. 광화학 스모그는 오염 물질들이 공기 중의 수증기와 결합하여 짙은 안개를 형성한 것이므로 식물의 광합성을 방해하며, 온실 효과로 인해 해수면이 높아지고 기후 변화로 인해 생태계에 변화를 가져온다. 또한 오존층 파괴는 외계로부터 오는 자외선을 차단하지 못하게 하여 육상 생물에게 치명적인 영향을 줄 수 있다. **답 ③**

03

알짜풀이 ● ㄷ. 두 종 모두 외래종이다. 외래종은 원래의 서식지에서 새로운 지역으로 옮긴 종을 말한다.

오답نب기 ● ㄱ. 큰입배스는 생태계의 먹이 사슬을 파괴하여 토종 물고기와 양서류의 개체수에 영향을 주었다. 그러나 호두나무는 우리나라 환경에 잘 정착하여 개체수를 늘렸다.
 ㄴ. 호두나무는 우리나라 환경에 잘 적응하여 고유종과 공존하며 개체수를 늘린 경우이다. 외래종도 고유종과 공존할 수 있게 되면 생물 다양성을 증가시킬 수 있다. 그러나 큰입배스는 고유종과 공존하지 못하는 외래종에 속한다. ㉮ ③

04

알짜풀이 ● ⑤. 늑대의 제거로 인해 생태계 평형이 파괴된 것은 늑대의 피식자였던 사슴이 급격히 늘어 사슴이 먹는 초

우공비 BOX

조심조심

외래종이 모두 생태계의 먹이 사슬을 파괴하는 것은 아니에요.

원의 생산량도 급격히 줄어들었기 때문이다. 이와 같이 생태계의 평형은 먹이 그물이 복잡하고 안정적일 때 유지된다.

오답نب기 ● ① 포식과 피식의 관계이므로 늑대의 증가는 사슴의 감소를 가져오고, 사슴이 감소하면 늑대도 감소하는 주기적인 변동을 보이다.

② 1933년 이후 초원의 생산량과 사슴의 개체수가 점차 증가하고 있으므로 시간이 지나면서 생태계의 평형은 점차 회복된다.

③ 1920년 경이 사슴의 개체수가 가장 많은 시기이지만 이때 초원의 생산량이 적으므로 불안정한 상태이다.

④ 늑대와 초원은 포식과 피식의 관계가 아니므로 늑대의 감소는 초원의 생산량 감소에 직접적인 영향은 주지 않는다. 늑대의 감소로 사슴의 증가를 가져오고 사슴의 증가로 인해 초원의 생산량이 줄어든 것이다. ㉮ ⑤