

미래엔 교과서

자습서





**바른 답
알찬 풀이**

I. 과학의 기초

● 2 쪽~3 쪽

- 01 ④ 02 ③ 03 ③ 04 ⑤ 05 ②
 06 (가), (나), (다) 07 ㉠ 아날로그, ㉡ 센서
 08 ④ 09 해설 참조 10 해설 참조
 11 해설 참조

- 01** ㄴ. (가) 수소 원자는 미시 세계의 물질이고, (나) 지구와 달은 거시 세계의 물체이므로 공간의 규모는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.
 ㄷ. 지구와 달 사이의 거리는 레이저를 이용해 레이저 빛이 왕복한 시간을 측정하여 알 수 있다.
오답 피하기 ㄱ. (가) 수소 원자는 눈에 보이지 않는 미시 세계의 물질이므로 돋보기로 관찰할 수 없다.
- 02** (가): 자연 현상을 탐구할 때 측정 대상의 시간이나 공간의 규모를 고려해야 한다.
 (다): 과학기술의 발전으로 시간의 규모가 매우 짧은 시간에서 우주의 나이에 이르는 긴 시간으로, 공간의 규모가 눈에 보이지 않는 미시 세계에서 우주의 크기에 이르는 거시 세계로 확장되었다.
오답 피하기 (나): 자연 현상을 탐구할 때 측정 대상의 시간이나 공간의 규모를 고려하여 이에 맞는 적절한 측정 도구를 선택하는 것이 첨단 도구를 사용하는 것보다 중요하다.
- 03** ③ 시간의 기본 단위는 s(초)이다.
오답 피하기 길이의 기본 단위는 m(미터), 질량의 기본 단위는 kg(킬로그램), 온도의 기본 단위는 K(켈빈), 전류의 기본 단위는 A(암페어)이다.
- 04** ㄱ. 속력은 단위 시간당 이동한 거리이므로 길이와 시간을 이용한 유도량이며, 단위로 m/s, km/h 등을 쓴다.
 ㄴ. 부피는 물체나 물질의 공간을 나타내는 유도량으로 가로, 세로, 높이의 길이를 곱한 cm³, m³ 등을 단위로 쓴다.
 ㄷ. 물질이나 물체의 다양한 양을 나타내기 위해 기본량 외에도 기본량을 조합하여 유도량을 정의하여 표현한다.
- 05** ㉠ 어림이란 물체나 물질의 양을 눈이나 손 등의 감각을 이용해 가늠하는 것이다.
 ㉡ 자나 온도계와 같은 도구를 이용해 물체나 물질의 양을 측정하며, 측정 결과는 숫자를 단위와 함께 나타낸다.
 ㉢ 단위에 대한 정의나 단위의 정의를 구현한 도구 등을 측정 표준이라고 한다. 오늘날 이루어지는 측정은 측정 표준에 기반한 것이다.

- 06** 일상생활에서 기상 정보나 미세먼지 수치를 확인하는 것, 전자 상거래에서 물품의 크기나 성분 등을 확인하는 것, 정밀 기계 산업에서 부품의 규격을 맞추는 것 등은 모두 측정 표준을 활용하는 사례이다.
- 07** 자연에서 오는 신호는 자연에 대한 정보를 담고 있다. 그러므로 자연에서 오는 신호를 측정하고 분석하면 유용한 정보를 얻을 수 있다. 자연에서 오는 신호는 대부분 연속적인 아날로그 신호이며, 이를 센서를 이용하여 수집하면 불연속적인 디지털 신호로 변환된다.
- 08** ㄱ. (가)에서 측정한 기본량이 거리와 이동 시간이므로 이를 이용하여 유도량인 속력을 분석할 수 있다.
 ㄷ. (나)에서 교실의 여러 위치에서 온도 센서가 수집한 자료를 분석하면 난방이 되는 교실에서 위치에 따른 온도 정보를 산출할 수 있다.
오답 피하기 ㄴ. 온도 센서는 아날로그 형태인 온도 변화를 감지하여 디지털 형태로 변환한다.
- 09** **예시 답안** (나) → (다) → (가), (나)는 감각(시각)만을 이용한 것이고, (다)는 과학적 원리와 자를 이용하여 길이를 측정한 것이다. (가)는 첨단 기술인 원자시계를 이용한 것이다.

평가 기준	배점(%)
순서를 맞게 나열하고, 이용한 것을 모두 옳게 쓴 경우	100
순서는 맞게 나열했으나 이용한 것을 모두 쓰지 못한 경우	50

- 10** **예시 답안** 길이, 빛의 속력은 변하지 않으므로 측정 표준으로 가치가 크기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
어떤 기본량에 대한 설명인지 쓰고, 빛을 넣어 이용하는 까닭을 옳게 서술한 경우	100
어떤 기본량에 대한 설명이지만 옳게 쓴 경우	50

- 11** 아날로그 신호는 물리량이 연속적으로 변하는 신호이고, 디지털 신호는 물리량이 불연속적인 값으로 나타나는 신호이다.
예시 답안 (가), 방대한 자료를 쉽게 처리할 수 있다. 방대한 자료를 반도체 등에 저장하기 쉽다. 방대한 자료를 전송하기 쉽다. 등

평가 기준	배점(%)
아날로그 신호를 고르고, 좋은 점을 옳게 서술한 경우	100
아날로그 신호만 고르거나 좋은 점만 옳게 서술한 경우	50

II. 물질과 규칙성

1 원소의 생성과 규칙성

• 4 쪽~7 쪽

01 ㉔	02 ㉔	03 ㉔	04 ㉔	05 ㉔
06 ㉑, ㉒	07 ㉔	08 ㉑	09 ㉑	10 ㉑
11 ㉔	12 ㉔	13 ㉔	14 ㉑	15 ㉑
16 ㉔	17 전기 전도성이 있다. 18 해설 참조			
19 해설 참조	20 해설 참조	21 해설 참조		
22 해설 참조	23 해설 참조			

01 (가)는 기체 방전관, (나)는 백열등의 스펙트럼이다.

㉔ 기체 방전관의 스펙트럼에서는 원소마다 고유한 위치에 밝은색의 방출선이 나타난다.

오답 피하기 ㉑ (가)는 기체 방전관의 방출 스펙트럼이다.

㉒, ㉓ (나)에서는 연속 스펙트럼이 나타난다. 빛의 일부가 흡수될 때는 흡수 스펙트럼이 나타난다.

㉔ 태양의 스펙트럼은 (가), (나)와 다르게 연속 스펙트럼을 배경으로 검은색의 흡수선이 나타나는 형태이다.

02 ㉔ 빅뱅 이후 현재까지 우주는 계속 팽창하면서 온도가 낮아지고 있다.

오답 피하기 ㉑ 빅뱅 직후 우주의 온도는 매우 높았다.

㉒ 우주 배경 복사는 빅뱅 이후 약 38만 년이 지났을 때 형성되었다.

㉓ 빅뱅 이후 초기 우주에서는 수소와 헬륨이 생성되었고, 헬륨보다 무거운 원소들은 별의 진화 과정에서 생성되었다.

㉔ 빅뱅 우주론에 따르면 우주는 약 138억 년 전에 한 점에서 대폭발로 시작되었다.

03 A는 원자핵, B는 전자, C는 중성자, D는 쿼크이다. 양성자와 중성자는 쿼크로 이루어져 있으며, 쿼크는 기본 입자에 해당한다. 전자의 전하량은 -1 , 양성자의 전하량은 $+1$ 이다. 따라서 중성 상태의 원자는 양성자와 전자의 개수가 같다.

04 빅뱅 직후 최초로 기본 입자인 쿼크와 전자가 만들어졌고, 쿼크가 결합해 양성자와 중성자가 만들어졌다. 이후 양성자와 중성자가 2 개씩 결합해 헬륨 원자핵이 만들어졌고, 약 38만 년이 지나 원자핵이 전자와 결합해 원자가 만들어졌다.

05 (가)는 수소, (나)는 헬륨이다.

㉔ 우주 전역에서 관측된 천체들의 스펙트럼을 분석한 결과 현재 우주에 존재하는 수소와 헬륨의 질량비가 약 3:1이라는 것을 확인했다.

오답 피하기 ㉒ ㉓은 양성자, ㉔은 중성자이다.

㉑ 원자의 질량은 헬륨이 수소의 약 4 배이다.

㉒ 현재 우주를 구성하는 수소와 헬륨은 대부분 초기 우주에 생성된 것으로, 이때 수소와 헬륨의 질량비는 약 3:1이고, 개수비는 약 12:1이다.

06 ㉑, ㉒ 이 반응은 수소 원자핵 4 개가 헬륨 원자핵 1 개로 바뀌는 수소 핵융합 반응이다.

오답 피하기 ㉓ 수소 핵융합 반응이 일어날 때 에너지가 생성되어 빛의 형태로 방출된다.

㉔ 원시별의 중심부 온도가 1000만 K 이상이 되면 수소 핵융합 반응이 일어나기 시작해 안정한 별이 된다.

㉕ 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나는 별은 별의 중력과 내부 압력에 의한 힘이 평형을 이루어 크기가 일정하게 유지된다.

07 ㉔ 철의 원자핵은 매우 안정하기 때문에 별의 내부에서 철이 생성되면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다. 즉, 별 내부에서 핵융합 반응으로 만들어지는 가장 무거운 원소는 철이다.

오답 피하기 ㉑ 별은 질량에 따라 서로 다른 진화 단계를 거친다.

㉒ 별의 질량이 클수록 중심부 온도가 높으므로 더 무거운 원소가 만들어질 수 있다.

㉓ 질량이 태양과 비슷한 별의 내부에서는 탄소까지만 생성될 수 있다.

㉔ 금이나 우라늄은 철보다 무거운 원소이며, 이들은 모두 초신성 폭발 과정에서 만들어진 것이다.

08 ㉑, ㉒. 초신성 폭발이 일어나면 철보다 무거운 금, 납, 우라늄 등의 원소가 생성될 수 있고, 폭발 후 우주 공간에 초신성 잔해를 남긴다.

오답 피하기 ㉓. 초신성 폭발은 질량이 태양보다 훨씬 큰 별에서 일어난다.

09 ㉑. 태양계 성운이 회전하면서 수축해 중심부에 원시 태양이 형성되었고, 주변부에 원시 원반이 형성되었다.

오답 피하기 ㉒. 원시 행성은 티끌 같은 고체 물질이 뭉쳐 만들어진 미행성체가 성장해 형성되었다.

㉓. 원시 태양이 형성된 이후에 미행성체가 만들어졌고, 미행성체가 충돌하고 성장해 원시 행성이 형성되었다.

10 ③ 주기율표의 원소들은 원자 번호 순서와 화학적 성질을 기준으로 배열되어 있다. 원자 번호는 원자핵을 이루는 양성자수와 같다.

오답 피하기 ① 주기율표의 가로줄은 주기라고 한다.

② 원자가 전자 수가 같아 유사한 성질을 갖는 원소들은 같은 족에 배치한다.

④ 비금속 원소들은 대부분 주기율표의 오른쪽에 위치한다.

⑤ 같은 족 원소들은 원자가 전자 수가 같고, 같은 주기 원소들은 전자가 채워진 전자 껍질의 수가 같다.

11 금속 원소의 성질을 설명한 것이다. Mg은 3주기 2족에 속하는 금속 원소이다.

12 원자 A~D의 원자 번호, 주기율표에서의 족과 주기는 다음과 같다.

구분	A	B	C	D
원소 기호	He	F	Mg	Cl
원자 번호	2	9	12	17
족	18	17	2	17
주기	1	2	3	3

ㄴ. B와 D는 17족에 속하는 원소로 원자가 전자 수가 같아 화학적 성질이 비슷하다.

ㄷ. B는 전자 1 개를 얻어 2주기 18족 원소인 Ne과 같은 전자 배치를 하고, C는 전자 2 개를 잃어 2주기 18족 원소인 Ne과 같은 전자 배치를 한다.

오답 피하기 ㄱ. A는 18족, C는 2족 원소이다.

13 ㄱ, ㄷ. 알칼리 금속(M)이 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 반응한 뒤 수용액은 페놀프탈레인 용액을 붉게 변하게 하므로 염기성을 띤다는 것을 알 수 있다.



ㄴ. 물과의 반응 정도가 리튬 → 나트륨 → 칼륨으로 갈수록 커지므로 원자 번호가 클수록 반응성이 커짐을 알 수 있다.

14 A는 산소(O), B는 나트륨(Na), C는 염소(Cl)이다.

ㄴ. 염소는 원자가 전자 수가 7이므로 산소 원자와 1 개의 전자쌍을 공유하며 18족 원소인 아르곤과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다. 산소는 원자가 전자 수가 6이므로 2 개의 염소 원자와 각각 1 개씩, 총 2 개의 전자쌍을 공유하며 18족 원소인 네온과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다.

오답 피하기 ㄱ. A는 비금속 원소, B는 금속 원소이므로 이온 결합을 형성한다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서 양이온과 음이온이 강하게 결합하고 있으므로 전류가 흐르지 않는다.

ㄷ. 나트륨은 원자가 전자 수가 1이므로 전자 1 개를 잃고 나트륨 이온이 되어 18족 원소인 네온과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다. 염소는 원자가 전자 수가 7이므로 전자 1 개를 얻어 염화 이온이 되어 18족 원소인 아르곤과 같은 전자 배치를 하여 안정해진다.

15 ③ B는 전자 1 개를 잃어 +1의 전하를 띠는 양이온이 되기 쉽고, E는 전자 1 개를 얻어 -1의 전하를 띠는 음이온이 되기 쉽다. 따라서 B와 E가 결합한 물질은 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

오답 피하기 ① A는 수소로 비금속 원소이고, B는 리튬으로 알칼리 금속이다. 따라서 같은 1족에 위치하나 화학적 성질은 다르다.

② 비금속 원소는 A, C, D, E로 4 가지이다.

④ D는 18족 원소로 가장 바깥 전자 껍질이 모두 채워져 있으므로 결합을 형성하지 않는다.

⑤ C의 안정한 이온의 전자 배치는 D(Ne)와 같고, E의 안정한 이온의 전자 배치는 Ar과 같다.

16 ④ 물과 반응한 뒤 용액이 염기성을 띠는 것은 1족 알칼리 금속이다.

오답 피하기 ①, ② A는 플루오린(F), B는 염소(Cl)로 주기율표의 17족 원소이다. 플루오린과 염소는 원자 2 개가 결합한 분자로 존재하며 실온에서 기체 상태이다.

③, ⑤ 할로젠은 전자 1 개를 얻어 음이온이 되기 쉽고, 반응성이 커서 다른 원소와 잘 반응한다.

17 A는 금속 원소인 마그네슘이고, B는 비금속 원소인 산소로 이온 결합을 형성한다. 이온 결합 물질은 고체 상태에서는 이온이 이동할 수 없어 전류가 흐르지 않으나 물에 녹은 수용액 상태에서는 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전류가 흐른다.

18 **예시 답안** 별 A의 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 위치는 원소 ㉠과 ㉡의 스펙트럼에서 관측되는 방출선의 위치와 같다. 따라서 별 A의 대기에 포함된 원소는 ㉠과 ㉡이다.

평가 기준	배점(%)
별 A의 대기에 포함된 원소의 종류를 스펙트럼과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
별 A의 대기에 포함된 원소의 종류만 옳게 쓴 경우	40

19 예시 답안 철, 철의 원자핵은 매우 안정하므로 별의 내부에서 철이 생성되면 더 이상 핵융합 반응이 일어나지 않는다. 따라서 질량이 태양보다 훨씬 큰 별의 중심부에서 최종적으로 생성되는 원소는 철이다.

평가 기준	배점(%)
철을 쓰고, 그 까닭을 철의 특성 및 별 내부의 핵융합 반응과 관련지어 옳게 서술한 경우	100
철만 쓴 경우	40

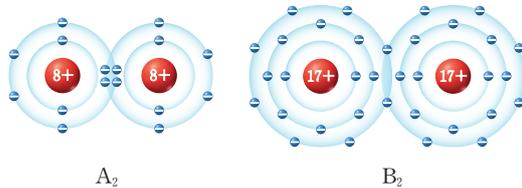
20 예시 답안 (나), 지구의 대부분이 녹아 마그마 바다가 형성된 뒤 무거운 물질은 중심부로 가라앉아 핵을 형성하고, 가벼운 물질은 떠올라 맨틀과 지각을 형성했다.

평가 기준	배점(%)
(나)를 쓰고, 분리 과정을 옳게 서술한 경우	100
(나)만 쓴 경우	40

21 예시 답안 18족 원소는 원자의 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질에 2 개 또는 8 개의 전자가 채워져 있어 화학적으로 안정하므로 다른 원소와 반응하지 않고 원자 상태로 존재한다.

평가 기준	배점(%)
2 개 또는 8 개의 전자가 채워져 있어 화학적으로 안정하다고 서술한 경우	100
화학적으로 안정하다고만 서술한 경우	40

22 A₂와 B₂의 화학 결합 모형은 다음과 같다.



예시 답안 A는 원자가 전자 수가 6이므로 2 개의 A 원자가 결합할 때는 2 개의 전자쌍을 공유한다. B는 원자가 전자 수가 7이므로 2 개의 B 원자가 결합할 때는 1 개의 전자쌍을 공유한다. 따라서 공유하는 전자쌍 수는 A₂가 B₂보다 많다.

평가 기준	배점(%)
A ₂ 와 B ₂ 가 결합을 형성하는 과정에서 공유하는 전자쌍 수를 서술하고, 그 수를 옳게 비교한 경우	100
공유 전자쌍 수만 옳게 비교한 경우	50

23 A는 1주기 1족 원소인 수소, B는 2주기 16족 원소인 산소, C는 3주기 1족 원소인 나트륨이다. 화합물 (가)는 비금속 원소인 수소와 산소가 전자쌍을 공유하며 형성된 공유 결합 물질이다.

화합물 (나)는 금속 원소인 나트륨과 비금속 원소인 산소가 전자를 주고받아 양이온과 음이온이 되고, 이들 이온이 정전기적 인력으로 결합한 이온 결합 물질이다.

예시 답안 (가) 공유 결합, (나) 이온 결합, 화합물 (가)는 비금속 원자인 A와 B가 전자쌍을 공유하며 결합을 형성하고, 화합물 (나)는 금속 원자인 C와 비금속 원자인 B가 전자를 주고받아 결합을 형성한다.

평가 기준	배점(%)
결합의 종류를 모두 옳게 쓰고, 결합이 형성되는 과정을 옳게 서술한 경우	100
결합의 종류는 옳게 썼으나, 결합이 형성되는 과정에 대한 설명이 미흡한 경우	50

2 자연의 구성 물질

• 8쪽~11쪽

01 ⑤	02 ①	03 ④	04 ④	05 ④
06 ③	07 ⑤	08 ④	09 ④	10 ④
11 ⑤	12 ①	13 ③		
14 (1) (가) 휘석, (나) 석영 (2) 해설 참조				
15 (1) 뉴클레오타이드 (2) 해설 참조 (3) 해설 참조				
16 해설 참조	17 해설 참조	18 해설 참조		

01 ⑤ 지각을 구성하는 광물은 대부분 규산염 사면체를 기본 단위체로 하는 규산염 광물이다.

오답 피하기 ① 지각에 가장 풍부한 원소는 산소이다.

② 지각은 주로 산소와 규소의 화합물로 이루어져 있다.

③, ④ 지각은 주로 별의 진화 과정에서 생성된 산소, 규소 등으로 구성되어 있고, 수소나 헬륨은 거의 포함되어 있지 않다.

02 ① 규산염 사면체의 중심에는 규소가 위치하고, 모서리에 4 개의 산소 원자가 위치하므로 A는 산소, B는 규소이다.

오답 피하기 ② 규소와 산소는 공유 결합 한다.

③ 규소의 원자가 전자 수는 4이다.

④ 규산염 사면체는 독립적으로 존재하며 감람석을 이루기도 한다.

⑤ 규산염 사면체는 이웃한 규산염 사면체와 산소를 공유하며 결합을 형성한다.

03 ㄴ. 암석을 이루는 광물 중 90 % 이상은 규산염 광물이다.
ㄷ. 규산염 사면체는 한 줄 또는 두 줄로 길게 결합하거나 판 모양으로 결합하는 등 다양한 형태로 결합해 여러 종류의 규산염 광물을 형성한다.

오답 피하기 ㄱ. 규산염 광물에는 감람석, 휘석, 각섬석, 흑운모, 석영 등이 있다.

04 A는 기본 단위체인 뉴클레오타이드가 반복적으로 결합해 형성된 핵산이고, B는 기본 단위체인 아미노산이 반복적으로 결합해 형성된 단백질이다. 뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기가 하나씩 결합한 화합물이고, 단백질을 구성하는 아미노산은 약 20 종류가 있다.

05 ㄴ. X를 구성하는 A와 B는 모두 단백질의 기본 단위체인 아미노산이며, X에서 아미노산 A와 B는 펩타이드결합으로 연결되어 있다.

ㄷ. 단백질을 구성하는 기본 단위체인 아미노산의 종류와 수, 배열 순서에 따라 단백질(X)의 입체 구조가 달라진다.

오답 피하기 ㄱ. 이웃한 2 개의 아미노산은 물 분자 1 개가 빠져나가면서 결합하므로 ①은 물이다.

06 ㄱ. DNA를 구성하는 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)이므로 ㉠은 T(타이민)이다.

ㄴ. DNA는 핵산의 한 종류이므로 DNA의 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.

오답 피하기 ㄷ. DNA를 이루는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드는 염기 사이의 결합으로 연결된다. 이때 구아닌(G)은 사이토신(C)과, 아데닌(A)은 타이민(T)과 상보적으로 결합한다.

07 (가)는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 DNA이고, (나)는 한 가닥의 폴리뉴클레오타이드로 이루어진 RNA이다. DNA(가)는 생명체의 유전정보를 저장하고, RNA(나)는 DNA의 유전정보를 전달하거나 단백질을 합성하는 과정에 관여한다. DNA(가)를 구성하는 당은 디옥시리보스이며, DNA(가)에서 아데닌(A)은 타이민(T)과 상보적으로 결합하고, 유라실(U)은 RNA(나)에만 있다. 따라서 ㉡은 유라실(U)이다.

08 (가)는 물질 내 자유 전자가 거의 없는 부도체를 나타낸 것이고, (나)는 물질 내 자유 전자 수가 많아 전류가 잘 흐르는 도체를 나타낸 것이다.

ㄱ. (가)는 부도체이므로 전류가 잘 흐르지 않는다.

ㄴ. 반도체는 도체와 부도체의 중간적인 전기적 성질을 가지므로 도체보다 전기 전도성이 낮다.

오답 피하기 ㄷ. 규소, 저마늄은 반도체이다. 부도체에는 유리, 플라스틱 등이 있다.

09 (가) 종이는 부도체, (나) 규소는 반도체, (다) 구리는 도체이다.

ㄴ. 반도체에 특정 원소를 첨가하면 전기 전도성을 조절할 수 있다.

ㄷ. 도체, 반도체, 부도체 순으로 전기 전도성이 높다. 따라서 전기 전도성이 가장 높은 것은 도체인 (다)이다.

오답 피하기 ㄱ. 종이는 부도체이다.

10 (가)는 태양 전지에 대한 설명이므로 반도체를 활용하는 예이다. (나)는 전기 전도성이 낮은 부도체, (다)는 전기 장치에서 전류가 잘 흐르도록 하는 도체에 대한 설명이다.

11 ㄱ. A를 연결할 때 전구에 불이 켜졌으므로 A는 도체이고, B를 연결할 때 전구에 불이 켜지지 않았으므로 B는 부도체이다.

ㄴ. 도체는 자유 전자가 많아 전류가 잘 흐르고, 부도체는 자유 전자가 거의 없어 전류가 잘 흐르지 않는다. 따라서 도체인 A의 자유 전자 수가 B보다 많다.

ㄷ. 전기 작업을 하는 작업자의 감전 사고를 예방하기 위해 사용하는 절연 장갑은 부도체를 활용하여 만들므로 B를 활용한 예이다.

12 ㄱ. 다이오드는 전류를 한 방향으로 흐르게 하는 정류 작용을 한다.

오답 피하기 ㄴ. 회로에 흐르는 전류의 세기를 크게 하는 증폭 작용을 하는 것은 트랜지스터이다.

ㄷ. 다이오드는 불순물 반도체를 결합하여 만든 반도체 소자이다.

13 ㄱ. A는 전선으로 도체, B는 전선 피복으로 부도체이다.
ㄴ. 전기 전도성은 도체가 부도체보다 높으므로 A가 B보다 높다.

오답 피하기 ㄷ. 건물에 떨어지는 번개를 안전하게 대지로 흘려보내는 피뢰침은 전류가 잘 흐르는 도체를 활용하므로, 피뢰침을 만들 때 사용할 수 있는 것은 A이다.

14 (1) 휘석은 규산염 사면체가 한 줄로 길게 결합한 형태이고, 석영은 규산염 사면체가 입체적으로 결합한 형태이다.
(2) **예시 답안** 규산염 사면체가 한 줄 또는 두 줄로 길게 결합하거나 판 모양으로 결합하는 등 다양한 형태로 결합함에 따라 다양한 종류의 규산염 광물이 형성된다.

평가 기준	배점(%)
규산염 광물의 종류가 다양한 까닭을 규산염 사면체의 다양한 결합 구조와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
규산염 사면체가 다양한 형태로 결합한다고만 서술한 경우	40

15 (1) 핵산인 DNA를 구성하는 기본 단위체는 뉴클레오타이드이다.

(2) **예시 답안** DNA를 구성하는 당(㉠)은 디옥시라이보스이고, RNA를 구성하는 당은 라이보스라고 서술한 경우

평가 기준	배점(%)
DNA를 구성하는 당(㉠)은 디옥시라이보스이고, RNA를 구성하는 당은 라이보스라고 서술한 경우	100
DNA와 RNA의 당(㉠)은 다르다고만 서술한 경우	30

(3) **예시 답안** (나)에서 아데닌(A)의 수와 타이민(T)의 수는 같다. DNA에서 한쪽 가닥의 아데닌(A)은 항상 다른 쪽 가닥의 타이민(T)과 상보적으로 결합하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
아데닌(A)의 수와 타이민(T)의 수가 같다고 쓰고, 그 까닭을 아데닌(A)과 타이민(T)의 상보결합을 들어 옳게 서술한 경우	100
아데닌(A)의 수와 타이민(T)의 수가 같다는 것만 쓴 경우	30

16 **예시 답안** 도체는 자유 전자 수가 많아 전기 전도성이 높고, 부도체는 자유 전자 수가 적어 전기 전도성이 낮다.

평가 기준	배점(%)
도체와 부도체의 전기 전도성을 자유 전자와 관련지어 옳게 서술한 경우	100
도체와 부도체의 전기 전도성만 옳게 비교한 경우	30

17 **예시 답안** (가) 다이오드, 전류를 한 방향으로 흐르게 하는 정류 작용을 한다. (나) 트랜지스터, 회로에 흐르는 전류의 세기를 크게 하는 증폭 작용을 한다.

평가 기준	배점(%)
(가), (나)의 이름을 쓰고, 역할을 모두 옳게 서술한 경우	100
(가), (나) 중에 하나만 이름과 역할을 옳게 서술한 경우	50

18 **예시 답안** (가) 도체, 전선이나 정전기 방지 패드에 활용된다. (나) 반도체, 태양 전지, 자율주행 자동차, 스마트 기기 등에 활용된다. (다) 부도체, 절연 장갑이나 반도체 기판의 코팅 물질로 활용된다.

평가 기준	배점(%)
(가), (나), (다)의 종류와 예를 모두 옳게 쓴 경우	100
(가), (나), (다)의 종류와 예를 옳게 쓴 경우 1 개당	30
(가), (나), (다)의 종류만 옳게 쓴 경우	10

III. 시스템과 상호작용

1 지구시스템 • 12 쪽~15 쪽				
01 ⑤	02 ③	03 ②	04 ④	05 ④
06 ③	07 ⑤	08 ④	09 ②	10 ①
11 ②	12 ③	13 ④	14 ⑤	15 ③
16 ③	17 ⑤	18 해설 참조	19 해설 참조	
20 해설 참조		21 해설 참조		
22 (1) 지진, 화산 활동 (2) 해설 참조			23 해설 참조	

01 지구는 태양계라는 시스템의 구성 요소이면서 그 자체로도 여러 요소가 서로 영향을 주고 받으며 하나의 시스템을 이루고 있다. 지구시스템의 요소는 기권, 수권, 지권, 생물권 등이 있으며, 생물권은 인간을 포함해 지구에 사는 모든 생명체이다.

02 A는 대류권, B는 성층권, C는 중간권, D는 열권이다.
 ③ 중간권에서는 대류 현상은 일어나지만 수증기가 거의 없어서 기상 현상은 나타나지 않는다.

- 오답 피하기** ① 대류권은 대류 현상이 일어나는 불안정한 층이다.
 ② 기상 현상은 대류권에서 일어난다.
 ④ 오존층은 성층권에 존재한다.
 ⑤ 기온의 일교차는 공기가 희박한 열권에서 가장 크다.

03 A는 혼합층, B는 수온 약층, C는 심해층이다.
 ㄷ. 심해층에서는 계절이나 깊이에 관계없이 수온의 변화가 거의 없다.

- 오답 피하기** ㄱ. 혼합층의 두께는 바람이 강하게 불수록 두꺼워지므로 위도와 계절에 따라 다르게 나타난다.
 ㄴ. 수온 약층은 수심이 깊어질수록 수온이 급격히 낮아지는 안정한 층이므로 해수의 혼합 작용이 잘 일어나지 않는다.

04 A는 내핵, B는 외핵, C는 맨틀, D는 지각이다.
 ④ 지권에서 가장 큰 부피를 차지하는 층은 맨틀이다.

- 오답 피하기** ①, ② 내핵은 고체 상태, 외핵은 액체 상태이다.
 ③ 대륙 지각은 해양 지각보다 두께가 두껍다.
 ⑤ 외핵과 내핵은 대부분 철과 니켈로 이루어져 있다.

05 ㄴ, ㄷ. 생물권을 이루는 생명체는 광합성이나 호흡을 통해 기권과 상호작용 하며 기권의 성분을 변화시킬 수 있다. 생명체는 다양한 방법으로 주변 환경에 적응하거나 주변 환경을 변화시키며 생명 현상을 유지해 나간다.

- 오답 피하기** ㄱ. 생물권은 지권, 기권, 수권에 걸쳐 넓은 영역에 분포한다.

06 (가)는 태양 에너지, (나)는 지구 내부 에너지, (다)는 조력 에너지이다.

③ 지구 내부 에너지는 대륙을 이동시키고 지진과 화산 활동을 일으킨다.

- 오답 피하기** ① 물의 순환은 태양 에너지에 의해 일어난다.
 ②, ④ 지구 탄생 과정에서 축적된 열이나 방사성 물질에서 방출된 열은 지구 내부 에너지를 이룬다. 지구, 태양, 달 사이의 인력에 의해 생기는 에너지는 조력 에너지이다.
 ⑤ 지구시스템의 에너지원 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 태양 에너지이다.

07 ㄱ, ㄷ. A는 증발, B는 지표의 물이 이동하는 과정이다. 물이 증발할 때는 에너지를 흡수한다. 이처럼 물은 순환 과정에서 에너지를 흡수하거나 방출하며 상태가 변한다.
 ㄴ. 강수에 의해 지표로 이동한 물은 낮은 곳으로 흐르면서 지형을 변화시키고 지권의 물질을 바다로 운반한다.

08 ④ 지권의 탄소는 화산 활동이나 화석 연료의 연소를 통해 기권으로 이동한다.

- 오답 피하기** ① 탄소의 분포량이 가장 많은 곳은 지권의 석회암이다.
 ② 지권에서 탄소는 대부분 탄산 칼슘(석회암)이나 화석 연료의 형태로 존재한다.
 ③ 광합성에 의해 기권의 탄소가 생물권으로 이동하고, 호흡을 통해 생물권의 탄소가 기권으로 이동한다.
 ⑤ 수권에서 탄소는 탄산 이온의 형태로 녹아 있다.

09 바닷물의 침식 작용에 의해 바위가 깎여 지형이 변하는 것은 수권과 지권의 상호작용에 해당한다. 생물의 유해가 땅에 묻혀 화석 연료가 생성되는 것은 생물권과 지권의 상호작용에 해당한다.

10 A는 암석권(판), B는 연약권이다.
 ㄱ. 연약권은 고체 상태이지만 맨틀의 일부가 녹아서 유동성이 있기 때문에 맨틀 대류가 일어난다.

- 오답 피하기** ㄴ. 암석권과 연약권은 모두 고체 상태이다.
 ㄷ. 판의 평균 밀도는 대륙보다 해양에서 크다.

11 ㄷ. 지진과 화산 활동은 지구 내부 에너지가 급격하게 방출되며 일어나는 현상이다.

- 오답 피하기** ㄱ. 지진은 화산 활동 없이 일어나기도 한다.
 ㄴ. 지진과 화산 활동은 판의 경계 같은 특정한 지역에서 활발하게 일어난다.

12 ㄱ, ㄴ. (가)는 발산형 경계, (나)는 보존형 경계, (다)는 수렴형 경계이다. 보존형 경계에서는 변환 단층이 발달한다.

오답 피하기 ㄷ. 수렴형 경계 중 판이 섭입하는 곳에서는 지진과 화산 활동이 모두 활발하게 일어난다.

13 A는 대륙판과 대륙판이, B는 해양판과 해양판이, D는 대륙판과 해양판이 서로 가까워지는 수렴형 경계이다. C는 두 판이 어긋나게 이동하는 보존형 경계이고, E는 두 해양판이 서로 멀어지는 발산형 경계이다. 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 D에서는 해구와 나란하게 습곡 산맥이 발달하고, 두 판이 어긋나게 이동하는 C에서는 변환 단층이 발달한다.

14 ㄱ. A는 해령, C는 변환 단층이다. B는 판이 서로 어긋나게 이동하는 보존형 경계에 해당하지 않으므로 지진은 B보다 C에서 자주 발생한다.

ㄴ, ㄷ. A에서는 판이 갈라지는 틈 사이로 마그마가 솟아 올라 새로운 지각이 형성되며, D와 E 사이에도 해령이 존재하므로 시간이 지남에 따라 D와 E 사이의 거리는 점점 멀어진다.

15 (가), (나) 모두 수렴형 경계이나 (가)는 해양판이 대륙판 아래로 섭입하고, (나)는 대륙판과 대륙판이 충돌한다.

ㄱ. 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 곳에서는 해구와 습곡 산맥 또는 호상열도가 형성된다.

ㄴ. (가)는 해양판과 대륙판, (나)는 대륙판과 대륙판이 접해 있으므로 서로 접해 있는 두 판의 밀도 차는 (가)가 (나)보다 크다.

오답 피하기 ㄷ. 대륙판끼리 충돌하는 곳에서는 지진은 자주 발생하지만 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

16 ㄱ, ㄷ. 지진은 건물과 도로를 파괴하고 산사태, 화재를 유발해 피해를 주지만 지진으로 발생한 지진파를 지구 내부 구조나 구성 물질 연구에 이용하기도 한다.

오답 피하기 ㄴ. 해저에서 발생하는 지진은 지진 해일을 일으켜 해안 지역에 피해를 줄 수 있다.

17 ⑤ 화산재는 햇빛을 차단해 지구의 평균 기온을 낮춘다.

오답 피하기 ①, ④ 화산 활동으로 분출된 용암은 산불이나 산사태를 일으킬 수 있고, 대기 중으로 방출된 화산 가스는 산성비를 내리게 해 생물에게 피해를 준다.

②, ③ 화산 분출물이 풍화를 받으면 비옥한 토양이 만들어지고, 화산 지대의 독특한 지형이 관광 자원으로 활용되는 등 화산 활동은 이로운 점도 있다.

18 **예시 답안** 혼합층의 평균 두께는 6월보다 12월에 더 두껍다. 혼합층의 두께는 풍속이 강할수록 두꺼운데, 6월보다 12월에 풍속이 더 강하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
6월과 12월의 혼합층 두께를 옮겨 비교하고, 그 까닭을 옮겨 서술한 경우	100
6월과 12월의 혼합층 두께만 옮겨 비교한 경우	40

19 **예시 답안** 광합성, 생물은 광합성 과정에서 기권의 이산화탄소를 흡수해 유기물의 형태로 저장한다.

평가 기준	배점(%)
광합성을 쓰고, 탄소의 형태 변화를 옮겨 서술한 경우	100
광합성만 쓴 경우	40

20 **예시 답안** 태양 에너지, 이 현상은 기권과 수권의 상호작용에 해당한다.

평가 기준	배점(%)
태양 에너지를 쓰고, 권역 간의 상호작용을 옮겨 서술한 경우	100
태양 에너지만 쓴 경우	40

21 **예시 답안** A는 발산형 경계, B는 보존형 경계, C는 수렴형 경계이다. A에서는 해령이 형성되고, B에서는 변환 단층이 발달하며, C에서는 해구가 형성된다.

평가 기준	배점(%)
A~C에 해당하는 판의 경계 종류를 옮겨 쓰고, 발달하는 지형을 모두 옮겨 서술한 경우	100
A~C에 해당하는 판의 경계 종류만 옮겨 쓴 경우	40

22 (1) 홍해와 동아프리카 열곡대는 발산형 경계에 해당하며, 이 부근에서는 지진과 화산 활동이 자주 일어난다.

(2) **예시 답안** 멀어진다. 동아프리카 열곡대는 발산형 경계에 해당하므로 열곡대를 사이에 두고 양쪽 판이 서로 반대 방향으로 이동하기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
거리 변화를 옮겨 쓰고, 그 까닭을 옮겨 서술한 경우	100
거리 변화만 옮겨 쓴 경우	40

23 **예시 답안** 화산 활동으로 공기 중에 분출된 화산재가 햇빛을 가려 기후를 변화시키기도 하지만 화산 분출물이 풍화를 받아 비옥한 토양을 만들기도 한다.

평가 기준	배점(%)
화산 활동의 부정적인 영향과 긍정적인 영향을 모두 옮겨 서술한 경우	100
화산 활동의 부정적인 영향과 긍정적인 영향 중 한 가지만 옮겨 서술한 경우	50

2 역학 시스템

• 16 쪽~19 쪽

01 ④	02 ⑤	03 ③	04 ④	05 ③
06 ③	07 ①	08 ①	09 ②	10 ③
11 ①	12 ①	13 ④	14 ③	15 ④
16 ②	17 해설 참조	18 해설 참조		
19 해설 참조	20 해설 참조	21 해설 참조		
22 해설 참조				

- 01 가속도는 단위 시간당 속도 변화량이다. 2 초 후 속력이 12 m/s이므로 가속도의 크기는 $\frac{12 \text{ m/s} - 0}{2 \text{ s}} = 6 \text{ m/s}^2$ 이다.
- 02 ㄱ. 두 물체가 서로에게 작용하는 중력의 크기는 같다.
 ㄴ. 두 물체가 서로에게 작용하는 중력의 방향은 반대이다.
 ㄷ. 중력의 크기는 물체 사이의 거리가 멀수록 작아지므로 지구와 달 사이의 거리가 멀어지면 F_2 의 크기는 감소한다.
- 03 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 자신의 운동 상태를 유지한다. 이때 물체는 등속 직선 운동을 한다.
- 04 ㄴ. 떨어지는 동안 공에 작용하는 중력은 연직 아래 방향이므로 공의 운동 방향과 같다.
 ㄷ. 운동 방향으로 중력이 작용하므로 공의 속력은 증가한다.
오답 피하기 ㄱ. 공이 정지해 있는 동안 공에 작용하는 알짜힘은 0이지만 중력은 0이 아니다. 중력은 지표면과 지구 주위의 모든 물체에 작용한다.
- 05 ③ 질량이 있는 지구상의 모든 물체에는 중력이 작용한다. 책상 위를 구를 때 공에는 중력과 책상이 공을 떠받치는 힘이 작용한다.
오답 피하기 ① 빗방울에는 중력이 연직 아래 방향으로 작용한다.
 ② 공에 중력이 연직 아래 방향으로 작용한다.
 ④, ⑤ 달은 지구 중력을 받아 지구 중심 방향의 가속도 운동을 한다.
- 06 ㄱ. 속도-시간 그래프에서 기울기가 가속도이므로 자유 낙하 하는 물체의 가속도는 $\frac{20 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}^2$ 이다.
 ㄷ. 속도-시간 그래프의 기울기가 일정하므로 낙하하는 동안 가속도의 크기가 일정하고 중력의 크기도 일정하다.

오답 피하기 ㄴ. 속도-시간 그래프에서 그래프가 시간축과 이루는 면적이 이동 거리이다. 따라서 0 초~2 초 동안 물체는 20 m 낙하하였다.(다른 풀이: 처음 속력이 0이고 최종 속력이 20 m/s인 등가속도 운동이므로 평균 속력은 10 m/s이다. 따라서 0 초~2 초 동안 물체가 낙하한 거리는 $10 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 20 \text{ m}$ 이다.)

- 07 ① 물체가 낙하하는 동안 물체에는 크기와 방향이 일정한 중력이 작용한다. 따라서 물체의 가속도 방향은 연직 아래 방향으로 일정하다.
오답 피하기 ② 물체에 작용하는 알짜힘은 중력이므로 연직 아래 방향으로 일정하고, 물체의 운동 방향은 계속 변한다.
 ③ 중력 가속도가 10 m/s^2 이므로 2 초 후 물체의 연직 방향 속력은 $10 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ s} = 20 \text{ m/s}$ 이다.
 ④ 수평으로 던진 물체는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 한다. 따라서 물체가 지면에 도달할 때까지 수평 방향 속력은 10 m/s로 일정하다.
 ⑤ 2 초 동안 물체가 수평 방향으로 이동한 거리는 $10 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} = 20 \text{ m}$ 이다. 연직 방향으로 낙하한 거리도 있으므로 물체가 이동한 거리는 20 m보다 크다.
- 08 ㄱ. A, B 모두 중력을 받아 중력 가속도로 운동한다.
오답 피하기 ㄴ. A, B는 연직 방향으로는 자유 낙하 운동을 하므로 같은 높이에서 A, B의 연직 방향 속력은 같다. 그러나 B는 수평 방향의 속력이 있으므로 같은 높이에서 속력은 B가 A보다 크다.
 ㄷ. B는 연직 방향으로만 중력을 받고 수평 방향으로는 힘을 받지 않으므로 등속 운동을 한다. 따라서 B의 수평 방향 속력은 일정하다.
- 09 ② 중력의 크기는 B가 A보다 크므로 질량은 B가 A보다 크다.
오답 피하기 ① 가속도는 중력 가속도로 A와 B가 같다.
 ③, ④ A가 B보다 더 높은 곳에서 출발하므로 지면에 닿을 때까지 걸린 시간이 A가 B보다 크다. 지면에 닿기 직전 연직 방향 속력이 A가 B보다 크므로 속도도 A가 B보다 크다.
 ⑤ 처음 속력은 같지만 지면에 닿기까지 걸린 시간이 A가 B보다 크므로 수평 방향으로 이동한 거리는 A가 B보다 크다.
- 10 ③ 원 궤도를 따라 운동하는 A와 지구 사이의 거리가 일정하므로 중력의 크기는 일정하다.
오답 피하기 ① 지구 주위를 원운동하는 인공위성에는 중력이 작용한다.
 ② A에 작용하는 중력의 방향은 지구 중심 방향이므로 A의 위치에 따라 중력의 방향은 다르다.

- ④ A에 작용하는 중력의 방향은 운동 방향과 항상 수직이다.
- ⑤ 지구와 A가 서로에게 작용하는 중력은 상호작용이므로 크기는 같다.

11 ㄱ. 버스가 급정거할 때 앞으로 계속 운동하려고 하는 관성 때문에 몸이 앞으로 쏠린다.

오답 피하기 ㄴ. 버스와 함께 달리던 사람이 정지하게 되므로 사람에게 작용하는 알짜힘의 방향은 버스의 운동 방향과 반대이다.

ㄷ. 물로켓이 물을 뿜으며 위로 날아가는 것은 물로켓이 물을 뿜어 내는 힘과 물이 물로켓을 밀어 올리는 힘이 서로 상호작용하기 때문이다.

12 ① 질량이 클수록 관성이 크다.

오답 피하기 ② 자전거가 등속 직선 운동하므로 운동량은 일정하다.

③ 운동량은 질량×속력이므로 사람의 운동량=60 kg×10 m/s=600 kg·m/s이다.

④ 자전거가 일정한 속력으로 직선 운동하므로 자전거에 작용하는 알짜힘은 0이다.

⑤ 사람과 자전거가 같은 방향으로 운동하므로 운동량의 방향은 사람과 자전거가 같다.

13 ④ 충격량은 운동량의 변화량과 같으므로 충격량의 방향은 운동량 변화량의 방향과 같다. 즉 운동량이 증가하면 충격량과 운동량의 방향은 같고, 운동량이 감소하면 충격량과 운동량의 방향은 반대이다.

오답 피하기 ①, ② 운동량은 질량과 속도의 곱이므로 속도가 클수록 운동량이 크다. 운동량의 방향은 속도의 방향이다.

③ 물체가 충격량을 받으면 운동량이 변하므로 충격량은 운동량 변화량과 같다.

⑤ 물체에 힘이 작용할 때 물체가 받은 충격량은 물체에 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱이다.

14 ㄷ. 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같으므로 0 초~4 초 동안과 6 초~8 초 동안의 충격량의 크기는 8 kg·m/s로 같다.

오답 피하기 ㄱ. 2 초일 때 물체의 운동량이 4 kg·m/s이고 질량이 2 kg이므로 속력은 $\frac{4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}}{2 \text{ kg}}=2 \text{ m/s}$ 이다.

ㄴ. 7 초일 때 물체의 운동량이 감소하므로 속도도 감소한다. 따라서 물체의 가속도 방향은 운동 방향과 반대이다. 운동량의 방향은 속도의 방향(물체의 운동 방향)이므로 가속도와 운동량은 방향이 반대이다.

15 충격량은 운동량 변화량이다. 운동량 변화량을 Δp 라고 하면 $Ft=\Delta p$ 에서 $t=0.2$ 초, $\Delta p=10000 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 평균 힘의 크기 $F=\frac{10000 \text{ kg}\cdot\text{m/s}}{0.2 \text{ s}}=50000 \text{ N}$ 이다.

16 힘-시간 그래프에서 그래프가 시간축과 이루는 면적이 충격량의 크기이다. 그래프에서 물체가 받은 충격량의 크기를 구하면 $(6 \text{ N}\times 5 \text{ s})+\frac{1}{2}(6+10)\times 5 \text{ N}\cdot\text{s}=70 \text{ N}\cdot\text{s}$ 이다. 0 초~10 초 동안 물체에 작용한 힘의 방향이 운동 방향과 같으므로 물체의 운동량은 증가한다. 물체의 처음 운동량이 $10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이고 운동량 변화량의 크기가 $70 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 10 초일 때 물체의 운동량의 크기는 $80 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 이다. 따라서 10 초일 때 물체의 속력은 $\frac{80 \text{ kg}\cdot\text{m/s}}{2 \text{ kg}}=40 \text{ m/s}$ 이다.

17 **예시 답안** B의 연직 방향 운동은 자유 낙하 운동이므로 A와 같고, B의 수평 방향 운동은 처음 속력이 A보다 크므로 더 빠른 속력으로 등속 운동 한다.

평가 기준	배점(%)
연직 방향과 수평 방향 운동을 모두 옳게 비교한 경우	100
연직 방향과 수평 방향 운동 중 하나만 옳게 비교한 경우	50

18 **예시 답안** A와 B의 연직 방향 운동은 모두 자유 낙하 운동이므로 A와 B의 높이는 항상 같다. A의 수평 방향 속력이 2 배가 되면 A가 수평 방향으로 같은 거리를 이동하는데 걸리는 시간이 $\frac{1}{2}$ 이 되므로 A와 B는 P보다 높은 지점에서 충돌한다.

평가 기준	배점(%)
충돌하는 까닭을 옳게 설명하고 P보다 높은 지점에서 충돌한다고 서술한 경우	100
충돌하는 까닭을 옳게 서술한 경우	70
충돌한다고만 쓴 경우	30

19 **예시 답안** 통신위성에 작용하는 중력의 크기는 일정하고 방향은 지구 중심 방향으로 계속 변한다.

평가 기준	배점(%)
중력의 크기와 방향을 옳게 서술한 경우	100
중력의 크기와 방향 중 하나만 옳게 서술한 경우	50

20 **예시 답안** 충격량은 힘과 힘이 작용한 시간의 곱이므로 0 초~2 초 동안 물체가 받은 충격량의 크기는 $5 \text{ N}\times 2 \text{ s}=10 \text{ N}\cdot\text{s}$ 이다.

평가 기준	배점(%)
충격량의 크기를 풀이 과정과 함께 서술한 경우	100
충격량의 크기만 옳게 구한 경우	50

- 21 예시 답안** 물체의 처음 운동량이 $2 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고 2초 동안 충격량이 $10 \text{ N} \cdot \text{s}$ 이므로 2초일 때 물체의 운동량은 $10 + 10 = 20(\text{kg} \cdot \text{m/s})$ 이다. 물체의 질량이 2 kg 이므로 2초일 때 속력은 $\frac{20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}$ 이다.

평가 기준	배점(%)
속력을 풀이 과정과 함께 서술한 경우	100
속력만 옳게 구한 경우	50

- 22 예시 답안** 충돌하는 시간을 길게 하여 사람에게 작용하는 힘의 크기를 줄인다.

평가 기준	배점(%)
충돌 시간을 길게 하여 힘의 크기를 줄인다고 서술한 경우	100
힘의 크기를 줄인다고만 서술한 경우	30

3 생명 시스템

• 20 쪽~23 쪽

- 01 ⑤ 02 ① 03 ⑤ 04 ③ 05 ②
 06 (나), (다) 07 ④ 08 ㄱ, ㄴ 09 ③
 10 ② 11 ⑤ 12 ④ 13 ⑤ 14 ③
 15 ⑤ 16 ⑤ 17 해설 참조
 18 해설 참조 19 (1) A: 인지질, B: 막단백질
 (2) 해설 참조 20 해설 참조 21 해설 참조
 22 (1) AUGACCUUCCGAGUCGA (2) 해설 참조

- 01** 생명 시스템은 세포로 구성되어 있다. 세포는 생명 시스템을 구성하는 기본 단위이자 생명 유지에 필요한 화학 반응이 일어나는 기능적 단위이다. 생명체에서 일어나는 화학 반응에는 물질을 합성하는 반응과 분해하는 반응이 있으며, 물질을 합성하는 반응에서 에너지가 흡수되고, 물질을 분해하는 반응에서 에너지가 방출된다. 생명체 내에는 화학 반응의 속도를 빠르게 하는 생체촉매인 효소가 있다.

- 02** A는 핵, B는 라이보솜, C는 소포체, D는 골지체, E는 마이토콘드리아이다.

① 핵(A)은 유전물질인 DNA가 있으며, 세포의 생명활동을 조절한다.

오답 피하기 ② 라이보솜(B)은 아미노산을 연결해 단백질을 합성한다.

③ 소포체(C)는 라이보솜에서 합성한 단백질을 운반하는 통로 역할을 한다.

④ 골지체(D)는 세포에서 합성한 단백질을 세포 밖으로 분비하는 데 관여한다.

⑤ 마이토콘드리아(E)에서는 생명활동에 필요한 에너지를 생성하는 세포호흡이 일어난다.

- 03** ㄱ. 효소의 주성분은 단백질이다.

ㄴ. 효소는 그 구조에 맞는 특정 반응물과만 결합해 작용하며, 다른 반응물과는 결합하지 않는다.

ㄷ. 효소는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 화학 반응이 빠르게 일어날 수 있도록 한다.

- 04** ㄷ. 카탈레이스는 감자 세포 등 대부분의 세포에 풍부하게 들어 있는 효소로, 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나도록 한다. 카탈레이스의 작용으로 산소가 생성되면 거품이 발생하므로 과산화 수소 분해 반응의 활성화에너지는 거품이 발생한 B에서가 거품이 발생하지 않은 A에서보다 낮다.

오답 피하기 ㄱ. 카탈레이스의 반응물은 과산화 수소이며, 카탈레이스는 에탄올과는 결합하지 않으므로 C에서는 거품이 발생하지 않는다. 따라서 ㉠은 '거품이 발생하지 않음.'이다.
 ㄴ. 카탈레이스는 과산화 수소를 물과 산소로 분해하므로 B에서 발생하는 거품의 성분은 산소이다.

05 A는 효소가 없을 때의 활성화에너지이고, B는 효소가 있을 때의 활성화에너지이다.
 ㄴ. 반응물의 에너지가 생성물의 에너지보다 크므로 이 화학 반응은 에너지가 방출되는 반응이다.

오답 피하기 ㄱ. 효소가 작용하면 활성화에너지가 낮아지므로 A는 효소가 없을 때의 활성화에너지이다.
 ㄷ. 활성화에너지는 화학 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지이므로 활성화에너지가 높으면 화학 반응이 느리게 일어난다. 따라서 활성화에너지가 A일 때가 B일 때보다 화학 반응이 느리게 일어난다.

06 효소는 생명체 안에서뿐만 아니라 생명체 밖에서도 작용하므로 세제, 의약품, 식품 등을 만드는 데 다양하게 활용할 수 있다.

07 A는 인지질, B는 막단백질이다. 세포 안과 밖은 물이 풍부하므로 인지질에서 친수성을 띠는 머리 부분은 세포막의 바깥쪽에 배열되어 있고, 소수성을 띠는 꼬리 부분은 안쪽으로 서로 마주 보고 배열되어 이중층을 이룬다.

08 ㄱ. A는 인지질 이중층을 직접 통과하는 물질로 산소와 같이 크기가 작은 기체 분자나 지용성 물질이다.
 ㄴ. B는 막단백질을 통해 이동하는 물질로 포도당, 아미노산과 같이 크기가 큰 물질이나 전하를 띠는 이온이다.

오답 피하기 ㄷ. B는 세포 밖에서 세포 안으로 막단백질을 통해 확산하므로 B의 농도는 세포 밖에서가 세포 안에서보다 높다.

09 배추에 소금을 뿌리면 배추 세포 안보다 세포 밖의 농도가 높아지므로 삼투에 의해 세포 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많다. 따라서 세포의 부피가 작아지다가 세포막과 세포벽이 분리된다.

10 적혈구를 A에 넣었을 때에는 적혈구가 터지고, B에 넣었을 때에는 변화가 없으며, C에 넣었을 때에는 적혈구가 쭈그러들었으므로 A는 적혈구 안보다 용질의 농도가 낮은 용액, B는 적혈구 안과 용질의 농도가 같은 용액, C는 적혈구 안보다 용질의 농도가 높은 용액이다.
 ㄷ. 적혈구를 C에 넣었을 때 적혈구가 쭈그러드는 것은 적혈구 밖으로 빠져나가는 물의 양이 많기 때문이다.

오답 피하기 ㄱ. A~C 중 용질의 농도가 가장 높은 용액은 C이다.

ㄴ. 적혈구를 B에 넣었을 때에는 적혈구 안으로 들어오는 물의 양과 적혈구 밖으로 빠져나가는 물의 양이 같아 적혈구의 부피가 변하지 않는다.

11 ㉠ 세포 안팎의 용질 농도가 다를 때, 물 분자는 세포막을 통해 용질의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동한다.

오답 피하기 세포막은 선택적 투과성이 있어 물질의 종류, 크기 등에 따라 물질의 이동 방식이 다르게 나타난다. 크기가 작은 기체 분자나 지용성 물질은 인지질 이중층을 직접 통과하여 확산하고, 포도당, 아미노산과 같이 크기가 큰 물질은 막단백질을 통해 확산한다.

12 ㄴ. ㉠은 DNA에 있는 유전자이다. 유전자(㉠)는 염기 배열 순서의 형태로 특정한 단백질(㉡)의 아미노산 배열 순서에 대한 정보를 저장하고 있다.

ㄷ. 효소의 주성분은 단백질(㉡)이다.

오답 피하기 ㄱ. 하나의 DNA에는 수많은 유전자(㉠)가 각각 정해진 위치에 있다.

13 ㄱ. 아밀레이스 유전자(㉠)를 포함해 DNA의 유전부호는 연속된 3 개의 염기로 이루어진 3염기조합이다.

ㄴ. 소화효소인 아밀레이스(㉡)는 녹말을 엇당으로 분해하는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나도록 한다.

ㄷ. 아밀레이스 유전자(㉠)로부터 아밀레이스(㉡)가 만들어질 때 유전정보의 흐름이 일어난다.

14 ㉢ (가)는 DNA, (나)는 RNA, (다)는 단백질이다. DNA(가)에 저장된 유전정보를 이용해 단백질(다)이 만들어지며, 단백질(다)의 작용으로 형질이 나타난다.

오답 피하기 ㉠, ㉡ (가)는 유전자가 있는 DNA이다.

㉣ ㉠은 DNA(가)의 유전정보가 RNA(나)로 옮겨지는 전사이다. 라이보솜에서 일어나는 과정은 RNA의 정보를 이용해 단백질(다)을 합성하는 번역(㉣)이다.

㉤ 세균을 비롯한 모든 생물에서는 전사(㉠)와 번역(㉣)이 일어나 세포 내에서 단백질이 만들어진다.

15 (가)는 유라실(U)이 있으므로 RNA의 유전부호인 코돈이고, (나)는 DNA의 유전부호인 3염기조합이다. 3염기조합(나)이 전사되어 코돈(가)이 만들어지며, 각각의 3염기조합은 1 개의 아미노산을 암호화한다. 전사에 사용된 DNA 가닥의 ㉠은 RNA의 아데닌(A)으로 대응되었으므로 ㉠은 타이민(T)이다.

16 ⑤ (다)의 ㉑에 해당하는 아미노산은 (나)의 다섯 번째 코돈에 의해 지정된다. 그런데 (나)의 다섯 번째 코돈(AUG)은 첫 번째 코돈과 같으므로 (다)의 ㉑에 해당하는 아미노산은 ㉑이다.

오답 피하기 ①, ② (가)의 염기 배열 순서에서 타이민(T)을 유라실(U)로 바꾸면 (나)의 염기 배열 순서가 되므로 (가)는 전사에 사용되지 않은 DNA 가닥이다. 따라서 ㉑는 CGA이다.

③ 전사되어 만들어진 RNA (나)에 18 개의 염기가 있으므로 (나)에 6 개의 코돈이 있다.

④ 단백질 (다)는 6 개의 아미노산으로 구성되므로 (다)에 5 개의 펩타이드결합이 있다.

17 A는 핵, B는 소포체, C는 미토콘드리아, D는 엽록체, E는 세포벽이며, 엽록체와 세포벽은 식물 세포에만 있다.

예시 답안 식물 세포, 식물 세포에만 있는 엽록체(D)와 세포벽(E)이 있기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
식물 세포를 쓰고, 엽록체(D)와 세포벽(E)이 있기 때문이라고 서술한 경우	100
식물 세포를 쓰고, 엽록체(D)와 세포벽(E) 중 1 가지가 있기 때문이라고 서술한 경우	70
식물 세포만 쓴 경우	30

18 **예시 답안** B, 효소는 화학 반응의 활성화에너지를 낮추므로 카탈레이스가 있을 때의 에너지 변화는 활성화에너지가 낮은 B이다.

평가 기준	배점(%)
B를 쓰고, 효소는 활성화에너지를 낮추기 때문이라는 내용을 포함하여 옳게 서술한 경우	100
B만 쓴 경우	30

19 (1) 세포막에서 이중층을 이루고 있는 A는 인지질이고, B는 인지질 이중층 곳곳에 있는 막단백질이다.

(2) **예시 답안** 인지질(A)에서 ㉑은 물 분자와 쉽게 결합하는 친수성 부위이고, ㉒은 물 분자와 쉽게 결합하지 않는 소수성 부위이다.

평가 기준	배점(%)
㉑은 물 분자와 쉽게 결합하는 친수성 부위이고, ㉒은 물 분자와 쉽게 결합하지 않는 소수성 부위라는 것을 모두 서술한 경우	100
㉑이 물 분자와 쉽게 결합하는 친수성 부위인 것과 ㉒이 물 분자와 쉽게 결합하지 않는 소수성 부위인 것 중 1 가지만 서술한 경우	50

20 증류수는 식물 세포 안보다 용질의 농도가 낮은 용액이므로 식물 세포를 증류수에 넣으면 세포 안으로 들어오는 물의 양이 많아 세포의 부피가 커진다. 따라서 (가)는 식물 세포를 10% 소금물에 넣었을 때의 변화이고, (나)는 식물 세포를 증류수에 넣었을 때의 변화이다.

예시 답안 (나), 식물 세포를 증류수에 넣으면 물이 세포 밖에서 안으로 이동해 세포의 부피가 커지기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
(나)를 쓰고, 물이 세포 밖에서 안으로 이동하는 것과 세포의 부피가 커지는 것을 모두 서술한 경우	100
(나)를 쓰고, 물이 세포 밖에서 안으로 이동하는 것과 세포의 부피가 커지는 것 중 1 가지만 서술한 경우	70
(나)만 쓴 경우	30

21 유전물질인 DNA에서 각각의 형질에 대한 유전정보가 저장되어 있는 특정 부위를 유전자(㉑)라고 한다.

예시 답안 유전자, 유전자(㉑)에는 특정한 단백질을 합성하는 데 필요한 아미노산 배열 순서에 대한 정보가 저장되어 있다.

평가 기준	배점(%)
유전자를 쓰고, 단백질합성을 위한 아미노산 배열 순서에 대한 정보가 저장되어 있다고 서술한 경우	100
유전자를 쓰고, 단백질합성과 아미노산 배열 순서 중 1 가지만 포함하여 옳게 서술한 경우	70
유전자만 쓴 경우	30

22 (1) 전사에 사용되는 DNA 가닥의 염기 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 타이민(T)에 대하여 각각 유라실(U), 사이토신(C), 구아닌(G), 아데닌(A)을 갖는 뉴클레오타이드가 차례대로 연결되어 RNA가 만들어진다.

(2) **예시 답안** 6 개, 1 개의 아미노산을 지정하는 RNA의 유전부호인 코돈은 연속된 3 개의 염기로 이루어져 있는데, 전사가 일어나 만들어지는 RNA에는 6 개의 코돈이 있기 때문이다.

평가 기준	배점(%)
6 개를 쓰고, RNA의 유전부호인 코돈은 연속된 3 개의 염기로 이루어져 있다는 것과 각 코돈은 1 개의 아미노산을 지정한다는 것을 모두 서술한 경우	100
6 개를 쓰고, RNA의 유전부호인 코돈은 연속된 3 개의 염기로 이루어져 있기 때문이라고만 서술한 경우	70
6 개만 쓴 경우	30