오투

교사용 특별부록

교과 보충 자료 ····· 98

성취도 테스트 A, B ····· 126

정답과 해설 ····· 162

통합과학

01 우주의 시작과 원소의 생성

▶ 빅뱅 우주론 진도교재 12쪽

제2차 세계대전 중 원자폭탄 개발에 참여한 과학자였던 가모프는 자신이 참여해서 개발된 원자폭탄이 폭발하는 모습으로부터 빅뱅 우주론을 떠올리게 되었다는 이야기가 전해진다. '빅뱅'이라는 용어는 빅뱅 우주론을 반대하여 정상 우주론을 주장하였던 프레드 호일이 처음으로 사용하였다. 그는 영국의 한 라디오 방송에서 자신의 정상 우주론을 가모프의 모형과 비교하여 설명하는 과정에서 '뜨거운 대폭발(hot big bang)'이라는 용어를 사용하였다.

▶ 빅뱅 우주론의 정립 과정

과학자	시기	내용
아인슈타인	1910년대	일반 상대성 이론 발표, 정적 우주론 주장
르메트르, 프리드만	1920년대	허블보다 2년 앞서 은하의 적색 편이와 거리의 관계 주장, 빅뱅 우주론의 기초를 다짐
허블	1929년	은하가 서로 멀어진다는 관측 자료를 토대로 허블 법칙 발표
로버트슨, 워커	1935년	균질하고 등방적인 우주 모형 주장
가모프	1940년대	빅뱅 우주론(대폭발 우주론) 정립
본디, 호일	1940년대	팽창하지만 정상 상태인 우주 모형 주장
펜지어스, 윌슨	1965년	우주 배경 복사의 발견으로 빅뱅 우주론을 뒷받침함
구스	1980년	급팽창 이론 주장
래퍼런트, 허츠, 겔러	1986년	우주의 거대 구조 발견

▶ 인플레이션 이론(급팽창 이론)

빅뱅 우주론에서는 우주가 일률적으로 팽창한다고 가정하였으므로 구처럼 구부러진 우주의 모습이 관측되어야 하지만, 과학자들이 관측한 우주는 거의 평탄한 모습이었다. 이러한 문제를 해결한 것이 인플레이션 이론이다. 인플레이션 이론이란 초기 우주는 10^{-43}초~10^{-32}초의 짧은 시간 동안에 우주의 반지름이 약 10^{43}배로 급격히 증가하였다는 이론이다. 우주가 초기에 빛보다 빠른 속도로, 엄청난 규모로 팽창하였으므로 현재 우리가 관측하는 우주의 모습이 평탄하게 보이는 것이다. 만약 우주가 빅뱅 우주론에 의한 속도로 팽창하였다면, 우주가 평탄하지 않다는 관측 결과를 얻을 수 있을 것이다.

▶ 기본 입자 진도교재 12쪽

물질을 이루는 입자 중 더 이상 쪼개지지 않는 입자를 말한다. 표준 모형에서 기본 입자는 쿼크, 경입자(렙톤), 게이지 보손이 있으며, 쿼크와 경입자(렙톤)는 각각 6종류가 있다. 위 쿼크와 아래 쿼크는 결합하여 양성자와 중성자를 생성한다. 양성자는 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개가 결합하여 만들어지고, 중성자는 아래 쿼크 2개와 위 쿼크 1개가 결합하여 만들어진다.

구분	쿼크		경입자(렙톤)	
	명칭	기호	명칭	기호
종류	위(up)	u	전자	e
	아래(down)	d	전자 중성미자	ν_e
	맵시(charm)	c	뮤온	μ
	야릇한(strange)	s	뮤온 중성미자	ν_μ
	꼭대기(top)	t	타우	τ
	바닥(bottom)	b	타우 중성미자	ν_τ

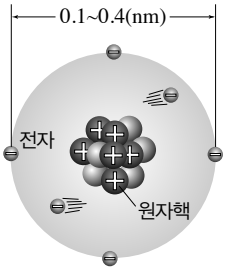
▶ 양성자와 중성자 진도교재 12쪽

구분	양성자(p)	중성자(n)
구성	위(u) 쿼크 2개 +아래(d) 쿼크 1개	위(u) 쿼크 1개 +아래(d) 쿼크 2개
상대 전하	$\left(+\frac{2}{3}\right)+\left(+\frac{2}{3}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)$ $=+1$	$\left(+\frac{2}{3}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)+\left(-\frac{1}{3}\right)$ $=0$

▶ 원자 진도교재 12쪽

• **원자와 원소** : 원소는 물질을 이루는 구성 요소이고, 원자는 화학 원소로서의 특성을 잃지 않는 범위에서 도달할 수 있는 물질의 최소 단위이다.

• **원자를 구성하는 입자** : 원자핵(양성자와 중성자)과 전자로 구성



입자	기호	위치	실제 전하량 ($\times 10^{-19}$ C)	상대 전하	상대 질량
양성자	p, H	핵 내부	+4.60218	+1	1.0
중성자	n	핵 내부	0	0	1.0
전자	e	핵 외부	−1.60218	−1	0.00055

• **원자의 크기** : 원자핵으로부터 전자가 분포하는 공간의 크기

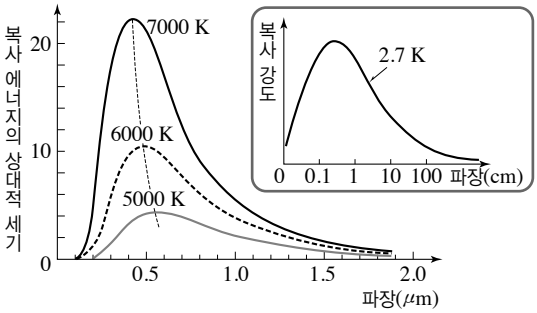
• **원자의 질량** : 원자핵의 질량이 전체 질량의 대부분을 차지한다. 원자를 구성하는 입자들의 실제 질량은 양성자가 1.67262×10^{-24} g, 중성자가 1.67493×10^{-24} g, 전자는 9.10939×10^{-28} g으로, 원자핵을 구성하는 양성자나 중성자의 질량이 전자 질량의 1800배 정도이다.

▶ 우주 배경 복사(cosmic microwave background radiation)의 관측 진도교재 13쪽

1964년 전파 천문학자들인 아노 펜지어스와 로버트 윌슨이 처음 발견하여 1978년에 노벨 물리학상을 공동으로 수상하였다. 1989년 쏘아올린 코비(COBE) 위성은 우주 배경 복사가 2.73 K에 해당하는 흑체 복사와 일치한다는 것을 밝혀냈을 뿐만 아니라 우주 배경 복사의 미세한 온도 차이를 발견하였다. 그 후 2001년 더블유맵(WMAP) 위성이 발사되어 우주 배경 복사의 미세한 온도 차이를 더욱 정밀하게 관측하였으며, 2009년에는 플랑크 위성이 발사되어 우주 배경 복사를 더 정밀한 수준에서 재확인하였다.

▶ **물체의 온도와 빛의 파장** 진도교재 13쪽

물체의 온도가 낮을수록 물체가 방출하는 최대 복사 에너지의 파장이 길어진다. 우주 배경 복사가 생성될 당시 우주의 온도는 약 3000 K으로, 최대 에너지를 내는 파장이 가시광선 영역(0.4 μm~0.7 μm)이었다. 현재는 우주의 온도가 약 2.7 K으로, 최대 에너지를 내는 파장이 길어져 마이크로파 영역(0.1 cm~100 cm)이 되었다.

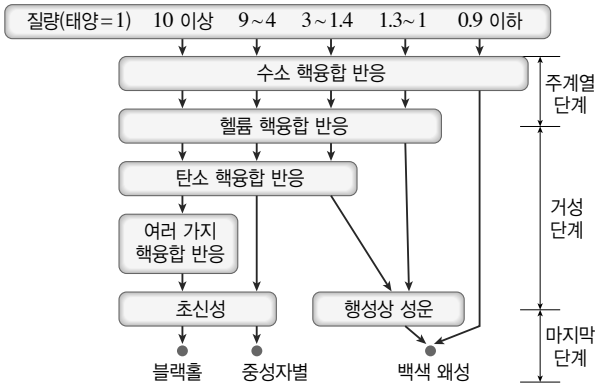


02 지구와 생명체를 이루는 원소의 생성

▶ **별이 주계열성에 머무는 기간** 진도교재 24쪽

별이 주계열성에 머무는 기간은 별의 질량(M)과 광도(L)에 따라 $10^{10}\times\frac{M}{L}$(년)으로 나타낸다. 이 식에 따라 태양은 10^{10}년을 주계열성으로 보내며, 질량이 태양보다 10배 큰 별은 밝기가 태양보다 10000배 밝으므로(질량 – 광도 관계) $10^{10}\times\frac{10}{10000}$(년) $=10^{7}$(년), 즉 1000만 년을 주계열성으로 보낸다. 따라서 별의 질량이 클수록 주계열성에 머무는 기간이 짧아진다.

▶ **별의 질량에 따른 핵융합 반응과 진화 과정** 진도교재 25쪽



▶ **핵융합 반응과 생성 원소** 진도교재 25쪽

핵융합 반응	연료	생성 원소	반응 온도(K)
수소(H)	수소	헬륨	1000만
헬륨(He)	헬륨	탄소	2억
탄소(C)	탄소	네온, 마그네슘, 나트륨	8억
네온(Ne)	네온	산소, 마그네슘	15억
산소(O)	산소	규소, 인, 황	20억
규소(Si)	규소	철 부근의 무거운 원소	30억

▶ **초신성 폭발과 무거운 원소의 생성** 진도교재 25쪽

초신성 폭발 과정에서 빛, 높은 에너지의 감마(γ)선, 중성자가 방출된다. 이때 중성자의 포획과 β – 붕괴로 철보다 무거운 원소들이 생성된다. 중성자가 철에 붙잡히고 이어서 β – 붕괴를 통해 양성자로 바뀌어 철보다 원자 번호가 큰 원소가 된다. (β – 붕괴 : 불안정한 원자핵이 전자나 양전자를 방출하고 다른 원자핵으로 변환하는 현상)

▶ **우주의 화학 조성**

• 빅뱅 후 약 30만 년(별이 형성되기 전) : 수소 약 76 %, 헬륨 약 24 %, 미량의 리튬

• 별의 탄생과 죽음이 반복된 후 : 수소 약 74 %, 헬륨 약 23 %, 산소 1 %, 탄소 0.5 %, 네온 0.5 %, 철 0.1 %, 질소 0.1 %, 미량의 다른 원소들

▶ **태양계의 기원론** 진도교재 26쪽

태양계의 기원에 대한 과학적 이론은 1755년 칸트가 주장한 성운론이 최초이다. 그는 태양계가 거대한 회전 구름에서 형성되었다고 주장하였으며, 이후 1796년 라플라스는 칸트의 주장을 발전시켜 회전 구름이 수축하면서 회전 속도가 증가하여 중심부에 원시 태양이, 주변부에 여러 개의 고리가 형성됨으로써 태양계가 형성되었다고 하였다. 1905년 몰턴과 1917년 진스는 근접 충돌 이론을 제안하여 성운설이 지닌 문제점(태양의 각운동량이 극히 작다는 점)을 해결하고자 하였다. 근접 충돌 이론이란 어떤 별이 태양에 근접하여 진행할 때 별에 의한 조석력으로 태양 물질의 일부가 떨어져 나갔고, 그 물질들이 뭉쳐져 행성이 되었다는 주장이다.

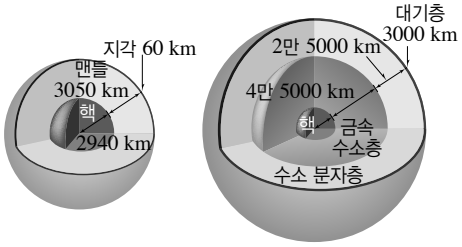
최근에는 태양의 각운동량 감소를 설명하는 자기 결합 이론과 성운설이 합쳐진 태양계 기원론이 받아들여지고 있다.

▶ **지구형 행성과 목성형 행성의 내부 구조** 진도교재 26쪽

태양계 형성 당시 지구형 행성은 무거운 물질이 응축되고 목성형 행성은 가벼운 물질이 응축되어 고체 물질을 형성하였다.

지구형 행성은 표면이 단단한 암석질로 이루어져 있으며, 내부는 중심부의 핵을 규산염 물질의 맨틀이 둘러싸고 있는 구조로 되어 있다. 수성, 금성, 지구의 핵은 철과 니켈로 이루어져 있지만, 화성의 핵은 지구의 핵보다 가벼운 철과 황화 철의 혼합물인 것으로 추정된다.

목성형 행성은 표면이 기체 상태로 되어 있고, 내부는 중심부의 핵을 금속 수소층이 둘러싸고 있으며, 금속 수소층을 수소 분자층이 둘러싸고 있는 구조로 되어 있다. 그러나 천왕성과 해왕성의 내부 구조는 명확하게 알려져 있지 않으며, 천왕성의 경우 목성이나 토성의 구조와 비슷할 것으로 추정된다.



▲ 금성의 내부 ▲ 목성의 내부

03 원소들의 주기성

▶ 현대 주기율표의 원소들

현재까지 알려진 원소는 110여 종이지만, 원자의 크기가 커지면 핵이 매우 불안정하게 되어 붕괴되므로 자연 상태에서 안정적으로 존재하는 원소는 원자 번호가 92인 우라늄까지이다. 원자 번호가 93 이상인 원소는 모두 인공적으로 실험실에서 핵반응으로 만든 것이다. 또, 원자 번호가 81보다 큰 원소들은 대체로 불안정하여 방사선을 방출하며 붕괴된다.

인공적으로 만든 가장 무거운 원소는 원자 번호가 109인 마이트너륨(Mt)이다. 이 원소는 1982년 비스무트에 철 원자핵을 충돌시켜 합성한 원소로 반감기는 0.002초~0.02초이다. 그 후 1994년이 되어서야 원자 번호가 110인 다름슈타튬, 111인 뢴트게늄, 1996년 112인 코페르니슘, 1999년에 114인 플레로븀, 2000년에 116인 리버모륨이 발견되었다.

한편 원자 번호가 117인 원소는 2010년 처음으로 합성되었다. 2012년과 2014년에 이 원소를 다시 합성하는 데 성공하자 2016년 6월 IUPAC에서는 이 원소를 연구했던 연구소가 있는 미국 테네시 주의 이름을 따서 테네신(tennessine, Ts)이라는 이름을 붙였다.

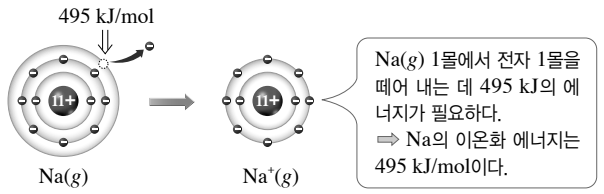
▶ 이온화 에너지와 전자 친화도

• **이온화 에너지** : 기체 상태의 중성 원자로부터 전자 1개를 떼어 내어 기체 상태의 양이온으로 만드는 데 필요한 에너지

➡ 원자핵과 전자 사이의 인력이 클수록 이온화 에너지가 크다.

$$M(g) + E \longrightarrow M^+(g) + \ominus \ (E : \text{이온화 에너지})$$

예 나트륨(Na)의 이온화 에너지



같은 주기	원자 번호가 증가할수록 이온화 에너지가 대체로 증가한다. ➡ 유효 핵전하가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문
같은 족	원자 번호가 증가할수록 이온화 에너지가 감소한다. ➡ 전자 껍질 수가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 감소하기 때문

• **전자 친화도** : 기체 상태의 중성 원자가 전자 1개를 얻어 기체 상태의 음이온이 될 때 방출하는 에너지

➡ 원자핵과 전자 사이의 인력이 클수록 전자 친화도가 크다.

같은 주기	원자 번호가 증가할수록 대체로 증가한다. (단, 18족은 제외) ➡ 유효 핵전하가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문
같은 족	원자 번호가 증가할수록 대체로 감소한다. ➡ 전자 껍질 수가 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 감소하기 때문 (단, F<Cl ➡ F은 Cl보다 크기가 작아 전자를 얻어 음이온이 되면 전자 사이의 반발력이 크게 증가하므로 Cl보다 전자를 받아들이기가 어렵기 때문)

▶ 알칼리 금속과 할로젠의 반응성 진도교재 34쪽

• **알칼리 금속의 반응성** : Li<Na<K<Rb

➡ 같은 족에서 원자 번호가 클수록 이온화 에너지가 작으므로 전자를 잃기 쉬워 반응성이 크다. ➡ 반응성이 클수록 산소, 물과 빠르게 반응하여 화합물을 형성하기 쉽다.

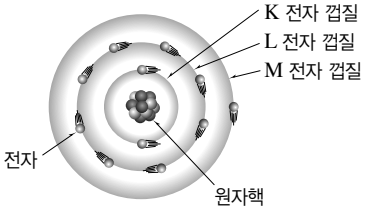
• **할로젠의 반응성** : $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

➡ 같은 족에서 원자 번호가 작을수록 전자 친화도가 크므로 전자를 얻기 쉬워 반응성이 크다. ➡ 반응성이 클수록 금속, 수소와 빠르게 반응하여 화합물을 형성하기 쉽다.(F_2의 반응성이 Cl_2보다 큰 까닭 : 할로젠 원소는 실온에서 원자 2개가 결합한 분자로 존재하므로 반응을 하기 위해서는 먼저 분자의 결합이 끊어져 원자 2개로 된 후 전자를 얻어 음이온이 된다. 이때 관여하는 에너지를 모두 고려하면 F_2의 반응성은 Cl_2보다 크다.)

▶ 보어의 원자 모형과 전자 배치 진도교재 35쪽

• **보어의 원자 모형** : 원자핵 주위의 전자는 특정한 에너지 준위의 원형 궤도를 따라 운동하는데, 이 궤도를 전자 껍질이라고 한다. 전자 껍질은 원자핵에 가까운 것부터 K(n=1), L(n=2), M(n=3), N(n=4)… 등으로 나타내고, n을 주양자수라고 한다.

• **보어의 원자 모형과 전자 배치** : 전자는 에너지 준위가 낮은 전자 껍질(원자핵에 가까운 안쪽 전자 껍질)부터 차례대로 채워지며, 이때 전자 껍질에 채워질 수 있는 최대 전자 수는 K(2), L(8), M(18)…이다.

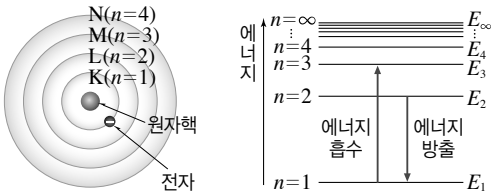


▲ 전자 껍질과 전자 배치

• **전자 껍질의 에너지 준위(E_n)** : 전자 껍질의 에너지 준위는 주양자수 n에 따라 결정되며, 주양자수가 클수록 에너지가 높아진다.

$$E_n = -\frac{1312}{n^2} \text{ kJ/mol } (n=1,\ 2,\ 3\cdots)$$

• **전자 전이와 에너지 출입** : 전자가 같은 궤도를 돌고 있을 때에는 에너지를 흡수하거나 방출하지 않지만 궤도를 옮길 때에는 두 궤도의 에너지 차이만큼의 에너지를 방출하거나 흡수한다. 이때 원자가 가장 낮은 에너지를 가지는 안정한 상태를 바닥상태라 하고, 바닥상태의 전자가 에너지를 흡수하여 높은 에너지 준위로 전이한 상태를 들뜬상태라고 한다.



▲ 수소 원자의 전자 배치와 에너지 준위

▶ **최외각 전자와 원자가 전자**

• **최외각 전자** : 각 원자에 전자를 배치할 때 안쪽 전자 껍질부터 전자를 채우게 되면 안정한 상태인 바닥상태의 전자 배치를 하게 된다. 이때 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자를 최외각 전자라고 한다.

• **원자가 전자** : 원소의 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자는 원소들의 주기성과 밀접한 관련이 있는데, 이때 이 전자는 화학 결합이나 화학 반응에 관여하기 때문에 화학에서는 매우 중요하다. 즉, 화학 반응에 참여하는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자를 원자가 전자(valence electron)라고 하며 1족부터 17족까지는 최외각 전자 수와 원자가 전자 수가 같지만, 18족 원소인 비활성 기체는 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 모두 채워져 있어 화학 반응에 관여하지 않기 때문에 원자가 전자 수가 0이다.

화학적 성질을 결정하는 원자가 전자의 배치가 유사한 같은 족 원소들은 화학적 성질이 비슷하게 나타난다.

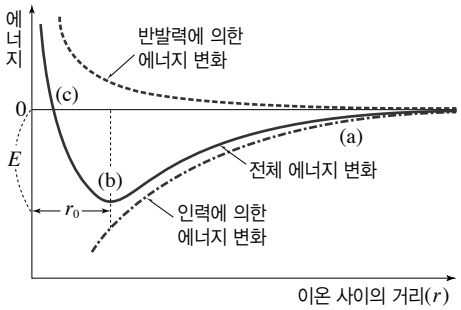
• 최외각 전자 수와 원자가 전자 수의 관계

족	1	2	13	14	15	16	17	18
최외각 전자 수	1	2	3	4	5	6	7	8
원자가 전자 수	1	2	3	4	5	6	7	0

04 원소들의 화학 결합과 물질의 생성

▶ **이온 결합** 진도교재 46쪽

• **이온 결합의 형성** : 양이온과 음이온 사이의 거리가 가까워질수록 인력이 작용하여 에너지가 낮아지지만, 두 이온 사이의 거리가 너무 가까워지면 반발력이 커지므로 에너지가 급격하게 높아진다. 따라서 한 이온의 원자핵과 다른 이온의 전자 사이의 인력과 전자 – 전자, 원자핵 – 원자핵 사이의 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 거리에서 결합이 형성된다.



(a)	⊕ → ← ⊖ (r)	두 이온이 접근할수록 인력이 작용하여 안정해진다.
(b)	⊕⊖ (r_0)	에너지가 가장 낮은 지점에서 이온 결합이 형성된다.
(c)	← ⊕⊖ →	너무 가까워지면 반발력이 작용하여 불안정해진다.

• **쿨롱 힘**(Coulomb force, F) : 전하를 띠는 입자 사이에 작용하는 정전기적 인력이다.

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

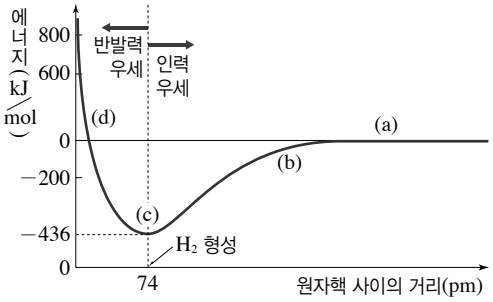
(k : 쿨롱 상수, q_1과 q_2 : 두 입자의 전하량, r : 두 입자 사이의 거리)

• **이온 결합력** : 쿨롱 힘에 의해 이온 결합력은 $k'\frac{q_1 q_2}{r^2}$(k' : 비례 상수)이다. 양이온과 음이온의 전하량이 클수록, 두 이온 사이의 거리가 가까울수록 이온 결합력이 증가하므로 녹는점과 끓는점이 높아진다.

구분	전하량	1가 양이온과 음이온			2가 양이온과 음이온	
	화합물	NaF	NaCl	KI	MgO	CaO
이온 사이의 거리(nm)		0.230	0.278	0.353	0.205	0.239
녹는점(℃)		870	800	723	2800	2572
끓는점(℃)		1676	1413	1330	3600	2850

▶ **공유 결합** 진도교재 46쪽

• **공유 결합의 형성** : 원자들이 멀리 떨어져 있으면 서로 영향을 미치지 않지만 원자들이 매우 가까워지면 공유한 전자와 원자핵 사이의 인력보다 전자 – 전자, 원자핵 – 원자핵 사이의 반발력이 강해져 불안정해진다. 따라서 공유한 전자와 원자핵 사이의 인력과 전자 – 전자, 원자핵 – 원자핵 사이의 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 거리에서 결합이 형성된다.



(a)	H H	멀리 떨어져 있어 서로 영향을 미치지 않는다.
(b)	H H	두 원자가 접근할수록 인력이 작용하여 안정해진다.
(c)	HH (74 pm)	에너지가 가장 낮은 지점에서 공유 결합이 형성된다.
(d)	HH	너무 가까워지면 반발력이 작용하여 불안정해진다.

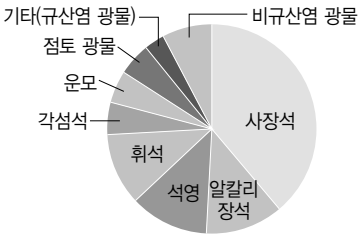
• 공유 결합 물질

분자 결정	분자들이 분자 사이에 작용하는 인력에 의해 규칙적으로 배열되어 있는 결정으로, 분자 사이의 인력이 약해 쉽게 부스러지고 녹는점과 끓는점이 비교적 낮다. 예 드라이아이스(CO_2), 아이오딘(I_2) 등
공유 결정	물질을 구성하고 있는 모든 원자가 연속적으로 공유 결합을 형성하여 그물처럼 연결된 결정으로, 원자들이 강하게 결합되어 있어 단단하고, 녹는점이 매우 높다. 예 다이아몬드(C), 석영(SiO_2) 등

01 지각과 생명체 구성 물질의 결합 규칙성

▶ 광물의 분류 진도교재 62쪽

대부분의 광물이 음이온과 금속 성분의 양이온으로 구성되어 있으므로 광물은 음이온의 성분에 따라 구분하는 것이 일반적이다. 이와 같은 기준으로 분류해 보면 광물은 원소 광물, 황화 광물, 산화 광물, 할로젠 광물, 탄산염 광물, 황산염 광물 등 여러 종류가 있으며, 그중에서 규산염 광물이 지각과 맨틀의 90 % 이상을 차지한다.



▲ 규산염 광물의 함량비

▶ 규산염 광물의 구조와 성질 진도교재 62쪽

규산염 광물은 규산염 사면체를 기본 구조로 한다. 규산염 사면체는 규소 1개를 중심으로 산소 4개가 결합하여 음전하를 띠므로 규산염 광물은 사면체의 결합 사이에 양이온이 결합하여 전기적으로 중성이다.

결합 구조	특징
독립형 구조	• 규산염 사면체끼리 산소를 공유하지 않고 독립적으로 음이온을 이루며, 금속 성분의 양이온이 규칙적으로 결합하여 규산염 광물을 만든다. • 이러한 구조는 방향에 따라 결합력이 비슷하므로 외부에서 강한 힘이 가해지면 불규칙하게 깨지는 성질이 나타난다. • 독립형 구조의 대표적인 예로 감람석이 있다.
단사슬 구조	• 규산염 사면체와 규산염 사면체 사이에 산소가 공유되어 만들어진 한 줄의 사슬 구조 사이에 금속 성분의 양이온이 규칙적으로 결합하여 규산염 광물을 만든다. • 외부에서 강한 힘이 가해지면 사슬끼리 떨어져 나가므로 대체로 두 방향의 쪼개짐이 나타난다. • 단사슬 구조의 대표적인 예로 휘석이 있다.
복사슬 구조	• 규산염 사면체와 규산염 사면체 사이에 산소가 공유되어 만들어진 두 줄의 사슬 구조 사이에 금속 성분의 양이온이 규칙적으로 결합하여 규산염 광물을 만든다. • 단사슬 구조와 마찬가지로 두 방향의 쪼개짐이 나타난다. • 복사슬 구조의 대표적인 예로 각섬석이 있다.
판상 구조	• 규산염 사면체 사이에 산소가 공유되어 만들어진 판 모양의 구조에 금속 성분의 양이온이 규칙적으로 결합하여 규산염 광물을 만든다. • 판과 판 사이의 결합력이 약하여 외부에서 강한 힘이 가해지면 한 방향의 쪼개짐이 나타난다. • 판상 구조의 대표적인 예로 흑운모가 있다.
망상 구조	• 규산염 사면체 사이에 산소가 공유되어 입체 구조를 이룬다. • 석영은 사면체의 모든 산소가 공유되고, 양이온의 결합이 없어 매우 단단하고, 모든 방향의 결합력이 비슷하여 깨지는 성질이 나타난다. • 입체 구조에 Na^+, Ca^{2+}, K^+ 등의 양이온이 결합하면 장석이 되는데, 두 방향의 쪼개짐이 나타난다. • 망상 구조의 대표적인 예로 석영과 장석이 있다.

▶ 광물의 쪼개짐과 깨짐

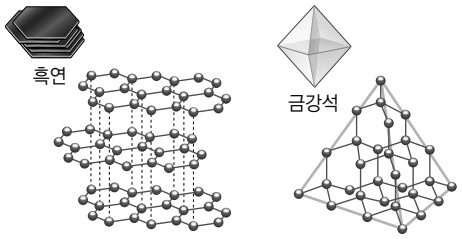
광물은 단일 원소 또는 여러 원소들이 결합하여 화합물을 이루므로 결합력에 따라 외부의 충격에 의해 떨어져 나가는 양상이 달라진다. 광물을 구성하는 이온이나 원자들의 배열에 따라 특정 방향으로 결합력이 약한 경우 그 방향에서 쪼개짐이 나타난다. 방해석은 3방향, 흑운모는 1방향으로 쪼개짐이 뚜렷하게 나타난다. 한편, 모든 방향으로 결합력이 비슷하면 외부의 충격에 대해 방향성이 없이 불규칙하게 깨지는데, 이를 깨짐이라고 한다. 감람석이나 석영은 깨짐이 나타난다.

감람석	휘석	각섬석	흑운모	석영	장석
깨짐	쪼개짐	쪼개짐	쪼개짐	깨짐	쪼개짐

▲ 주요 규산염 광물의 쪼개짐과 깨짐

▶ 광물의 화학 조성과 결합

화학 조성이 같지만 결합 방식이 달라 서로 다른 종류의 광물이 되는 경우도 있다. 이러한 예로 금강석(다이아몬드)과 흑연이 있다. 두 광물은 모두 화학 조성이 탄소(C)이지만 흑연은 공유 결합을 이루는 층과 층 사이에 분자 인력이 작용하고, 금강석은 공유 결합만으로 이루어져 있다. 이에 따라 광물의 밀도, 굳기, 색 등 여러 가지 성질이 다르게 나타난다.

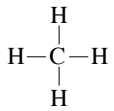
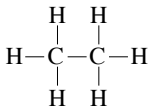
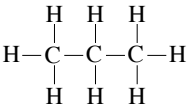
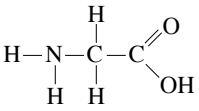


▲ 흑연과 금강석의 결정 구조

▶ 여러 가지 탄소 화합물 진도교재 63쪽

• 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 최대 4개의 다른 원자와 결합이 가능하며, 다양한 원소와 공유 결합을 하기 때문에 많은 종류의 화합물을 형성할 수 있다.

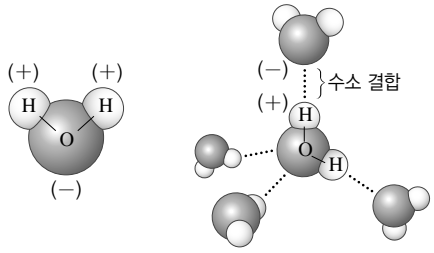
• **탄화수소** : 탄소와 수소만으로 이루어진 화합물을 탄화수소라고 하며, 탄소 화합물의 기본 골격을 이룬다.

포화 탄화수소	단일 결합(C－C)만으로 만들어진다. 예 메테인(CH_4), 에테인(C_2H_6), 프로페인(C_3H_8), 뷰테인(C_4H_{10}), 글라이신 등  ▲ 메테인(CH_4)  ▲ 에테인(C_2H_6)  ▲ 프로페인(C_3H_8)  ▲ 글라이신
불포화 탄화수소	2중 결합(C＝C)이나 3중 결합(C≡C)이 포함된다. 예 에텐(C_2H_4), 프로펜(C_3H_6) 등

02 생명체 구성 물질의 형성

▶ 물 분자의 구조 진도교재 68쪽

- 산소 원자 1개와 수소 원자 2개가 결합되어 있다(H_2O).
- 산소 원자는 약한 음전하를 띠고, 수소 원자는 약한 양전하를 띤다. ➡ 산소 원자가 수소 원자보다 전자를 끌어당기는 힘이 커서 전자가 산소 원자 쪽으로 끌려가기 때문에 물 분자는 극성을 띤다.
- 한 물 분자의 산소와 인접한 물 분자의 수소 사이에 인력이 작용하여 수소 결합이 일어난다. ➡ 물은 물 분자 간의 수소 결합을 끊는 데에 많은 열이 소비되기 때문에 비열과 기화열이 크다.
- 물 분자의 구조와 수소 결합



▲ 물 분자의 구조 ▲ 물 분자 간의 수소 결합

▶ 중성 지방, 인지질, 스테로이드

중성 지방	• 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 구성된다. • 글리세롤 1분자와 지방산 3분자가 결합된 형태이다. • 저장 에너지원(9 kcal/g)으로 이용된다. • 피하 지방은 체온 유지에 중요한 역할을 한다.
인지질	• 탄소(C), 수소(H), 산소(O) 외에 인(P) 등을 포함한다. • 친수성 머리와 소수성 꼬리로 구성된다. • 생체막(세포막, 핵막 등)의 주성분이다.
스테로이드	• 4개의 탄소 고리로 되어 있다. • 성호르몬, 부신 겉질 호르몬의 구성 성분이며, 대표적인 예로 콜레스테롤이 있다.

▶ 단위체와 중합체 진도교재 68쪽

- 고분자 화합물은 분자량이 10000 이상인 물질을 말하는데, 분자량이 작고 구조가 간단한 단위체가 매우 많이 결합하여 만들어진다. 단위체는 고분자 화합물을 이루는 기본 단위가 되는 분자량이 작은 분자이고, 중합체는 많은 단위체가 공유 결합으로 길게 연결된 고분자 화합물이다.

▲ 단위체 ▲ 중합체(고분자 화합물)

- 생명체를 구성하는 물질 중 녹말, 글리코젠, 셀룰로스, 단백질, 핵산 등은 단위체가 규칙적으로 반복 결합하여 만들어진 중합체이다.

단위체	중합체(고분자 화합물)
포도당	녹말, 글리코젠, 셀룰로스
아미노산	단백질
뉴클레오타이드	핵산(DNA, RNA)

▶ 단백질의 종류와 기능

- **케라틴 단백질** : 손톱, 머리카락 등 신체를 구성한다.
- **콜라겐 단백질** : 뼈, 힘줄, 인대 등을 구성한다.
- **호르몬** : 우리 몸속 생리 기능을 조절한다.
- **항체** : 병원체로부터 우리 몸을 보호한다.

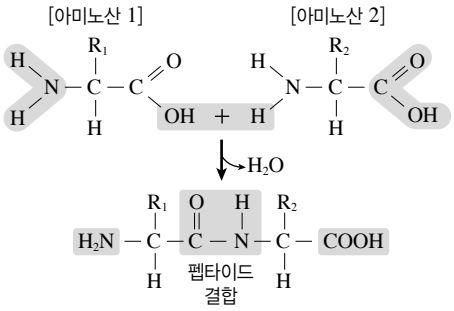
▶ 아미노산의 종류

아미노산의 종류는 곁사슬에 따라 달라지는데, 곁사슬의 성질에 따라 아미노산은 극성(친수성), 비극성(소수성), 산성, 염기성으로 구분된다. 곁사슬의 물리적·화학적 성질에 따라 곁사슬의 상호 작용이 일어나 단백질의 3차 구조가 결정된다.

곁사슬의 성질	아미노산
극성(친수성)	세린, 트레오닌, 시스테인, 타이로신, 아스파라진, 글루타민
비극성(소수성)	글리신, 알라닌, 발린, 류신, 아이소류신, 메싸이오닌, 페닐알라닌, 트립토판, 프롤린
산성	아스파트산, 글루탐산
염기성	라이신, 아르지닌, 히스티딘

▶ 펩타이드 결합

- 한 아미노산의 카복실기와 다른 아미노산의 아미노기 사이에서 물이 한 분자 빠져나오면서 탄소 원자와 질소 원자가 연결되는 결합이다.
- 펩타이드 결합에 의해 많은 아미노산이 긴 사슬처럼 연결된 것을 폴리펩타이드라고 한다. 아미노산의 배열 순서는 DNA의 유전 정보에 의해 결정되며, 아미노산 사이의 펩타이드 결합에 의해 단백질을 이루는 골격이 형성된다.

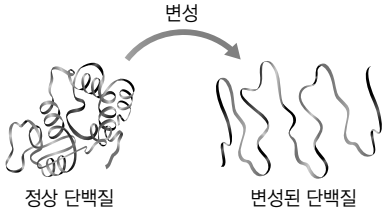


▲ 아미노산의 구조와 펩타이드 결합

▶ 단백질의 변성

단백질은 열이나 산 등에 의해 입체 구조가 바뀔 수 있는데, 이를 단백질의 변성이라고 한다. 단백질이 변성되면 입체 구조가 변하여 기능을 잃는다.

예 달걀을 가열하면 단단해지는 것은 달걀을 구성하는 단백질이 변성되었기 때문이다.



▲ 단백질의 변성

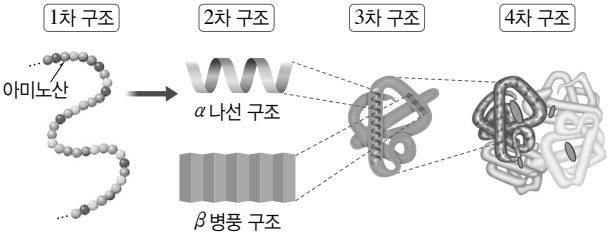
▶ **단백질의 구조**

• **1차 구조** : 아미노산의 배열 순서이다.

• **2차 구조** : 펩타이드 골격을 구성하는 모든 아미노산이 갖고 있는 카보닐기의 산소($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$)와 아미노기의 수소($-\overset{H}{\overset{|}{N}}-$) 사이의 수소 결합에 의해 나선 모양이나 병풍 모양이 생기는 구조이다.

• **3차 구조** : 폴리펩타이드를 구성하는 다양한 아미노산 곁사슬의 상호 작용에 의해 폴리펩타이드 사슬이 꺾이고 접혀 만들어진 공 모양의 구조이다.

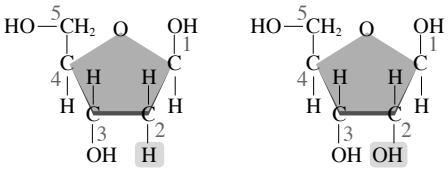
• **4차 구조** : 여러 개의 폴리펩타이드가 모여 하나의 단백질로 작용하는 구조이다. 하나의 폴리펩타이드가 단백질로서의 기능을 하면 4차 구조는 나타나지 않는다.



▲ 단백질의 구조

▶ **핵산의 당** 진도교재 69쪽

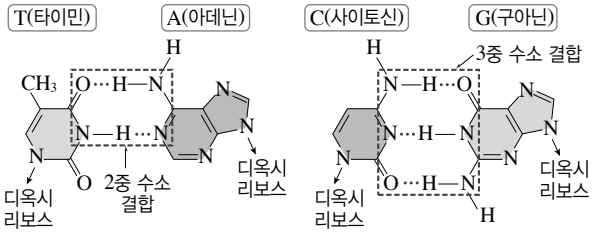
DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이고, RNA를 구성하는 당은 리보스이다. 리보스는 2번 탄소에 −OH가 있지만, 디옥시리보스는 −H가 있어 리보스에 비해 산소(oxygen)가 하나 적다.



▲ 디옥시리보스의 구조 ▲ 리보스의 구조

▶ **DNA의 상보결합** 진도교재 69쪽

DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드가 나선형으로 꼬여 있는 이중 나선 구조이다. 뉴클레오타이드의 염기 중 A(아데닌)은 항상 T(타이민)과, G(구아닌)은 항상 C(사이토신)과 수소 결합을 한다. 이것은 A(아데닌)과 T(타이민), G(구아닌)과 C(사이토신)이 수소 결합에 적합한 수의 원자를 가지고 있기 때문인데, A(아데닌)과 T(타이민) 사이에는 2중 수소 결합이, G(구아닌)과 C(사이토신) 사이에는 3중 수소 결합이 형성된다. 염기가 정해진 짝하고만 결합하는 것을 염기의 상보결합이라고 한다.



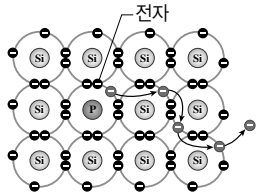
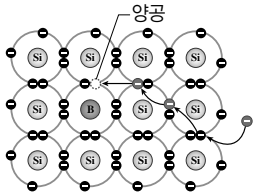
▲ 염기의 상보결합

03 신소재의 개발과 활용

▶ **반도체** 진도교재 74쪽

• **순수 반도체** : 불순물이 첨가되지 않은 순수한 반도체로, 원자가 전자가 4개인 물질이다. 낮은 온도에서 양공이나 자유 전자의 수가 매우 적어 전류가 거의 흐르지 않는다. 예 규소(Si), 저마늄(Ge) 등

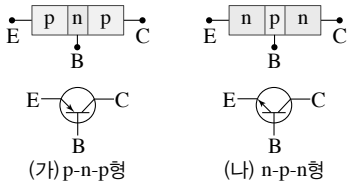
• **불순물 반도체** : 순수 반도체에 원자가 전자가 3개, 5개인 원소를 첨가하여 전기 전도성을 증가시킨 반도체

n형 반도체	p형 반도체
원자가 전자가 4개인 규소에 원자가 전자가 5개인 인(P), 비소(As) 등을 첨가하여 만든 반도체로, 공유 결합 후 발생한 여분의 전자에 의해 전류가 흐른다.	원자가 전자가 4개인 규소에 원자가 전자가 3개인 붕소(B), 알루미늄(Al) 등을 첨가하여 만든 반도체로, 공유 결합 후 생성된 양공에 의해 전류가 흐른다.
	
▲ n형 반도체의 원리	▲ p형 반도체의 원리

▶ **다이오드와 트랜지스터**

• **다이오드** : n형 반도체와 p형 반도체를 접합하여 양 끝에 전극을 붙인 것으로, 전류를 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 특성이 있다. 다이오드는 세기와 방향이 변하는 교류를 세기와 방향이 일정한 직류로 변환시키는 데 이용된다.

• **트랜지스터** : n형 반도체와 p형 반도체를 순서대로 접합하여 만드는데, 접합 순서에 따라 p−n−p형, 또는 n−p−n형으로 구분한다. 트랜지스터는 단자에 걸린 전압에 따라 전류를 흐르게 하거나 흐르지 못하게 하는 스위칭 작용을 하므로 컴퓨터의 연상 장치나 메모리 등에 사용된다.



▲ 트랜지스터의 구조

▶ **OLED(유기 발광 다이오드)**

OLED는 빛의 3원색인 빨간색, 초록색, 파란색 빛을 모두 스스로 발광하면서 높은 전력이 필요하지 않고, 휘어지는 영상 장치를 구현할 수 있어 시야각이 넓다. 또한 직류 저전압으로 작동이 가능하며 반응 속도가 빠르고 고체로 이루어져 외부 충격에도 강하다. 그리고 제조 비용도 LCD에 비해 저렴하다.

전도성 고분자를 이용하여 만든 영상 장치인 OLED는 가볍고 얇으며, 자체 발광을 하는 등의 장점이 있다. 전도성 고분자는 일반적으로 섬유의 유연한 특징을 그대로 살릴 수 있어 휘어질 수 있고 영상 장치의 무게와 부피를 획기적으로 감소시킬 수 있다.

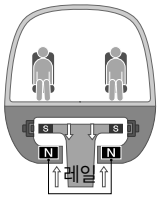
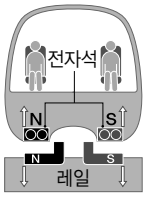
▶ 물질의 자기적 성질에 따른 분류

물질은 자기적 성질에 따라 강자성체, 상자성체, 반자성체로 분류할 수 있다.

강자성체	자석이 될 수 있는 물질로, 강한 자기장 속에 놓아두면 외부 자기장을 제거해도 오랫동안 자석의 성질을 유지한다. 예 철, 니켈, 코발트 등
상자성체	자석이 될 수 없는 물질로, 자석에 약하게 끌려오지만 외부 자기장을 제거하면 자석의 성질을 유지할 수 없다. 예 종이, 알루미늄 등
반자성체	자석을 가까이 하면 밀리는 성질이 있는 물질로, 외부 자기장과 반대 방향으로 자성을 띤다. 예 초전도체, 금, 구리, 물 등

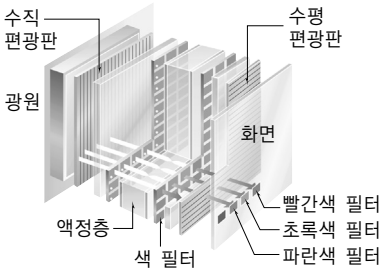
▶ 자기 부상 열차의 원리 진도교재 74쪽

자기 부상 열차를 띄우는 방식에는 자기력의 인력을 이용하는 흡인식과 척력을 이용하는 반발식이 있다.

흡인식 자기 부상	자석의 다른 극끼리 끌어당기는 힘을 이용해 열차에 설치된 전자석을 잡아당기는 힘으로 열차를 띄우는 방식이다. 주로 열차에 있는 전자석에 전류가 흐르면 철판에 붙으려는 힘이 작용하여 전자석과 함께 차체가 위쪽 방향으로 올라가 부상한다.	
반발식 자기 부상	자석의 같은 극끼리 밀어내는 힘을 이용해 열차를 띄우는 방식이다. 열차에 장착한 강한 자석과, 레일에 코일을 배치하여 열차가 이동할 때 전자기 유도에 의해 두 극 사이에 일어나는 반발력을 이용하여 부상한다.	

▶ LCD(액정 디스플레이) 진도교재 75쪽

LCD는 액정(Liquid Crystal) 분자를 이용하는 영상 장치로, 액정 분자의 배열을 조절하여 화면을 나타낸다. LCD는 스스로 빛을 낼 수 없으며, 색도 낼 수 없다. LCD 뒤쪽에는 항상 백라이트(back light)라고 하는 형광등이 켜져 있고 이 형광등에서 나오는 백색의 빛이 색 필터를 통과한다. 이 빛은 액정 분자의 배열에 의해 편광판을 통과하기도 하고 통과하지 못하기도 하면서 화면에 영상을 만들어 낸다. 예를 들어 전압이 걸리지 않은 액정 분자가 빨간색 빛과 파란색 빛을 가리면 화면에 초록색 빛만 나타나게 된다. 이와 같이 LCD는 자체 발광이 아닌 백라이트를 이용해야 하므로 많은 전력이 필요하고 시야각이 넓지 못한 한계가 있다.

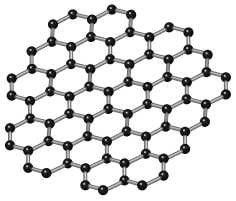


▲ LCD의 원리

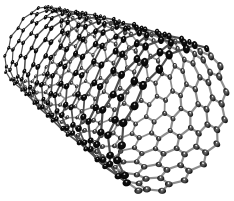
▶ 그래핀과 탄소 나노 튜브 진도교재 76쪽

탄소 원자가 나노 분자를 이루면 흑연과 같이 많은 수가 모여 커다란 덩어리로 있을 때는 없었던 새로운 특징들이 나타난다. 흑연의 한 층만 떼어 내어 탄소 원자가 육각형 벌집 모양으로 연결된 평면적인 구조를 이루고 있는 물질이 그래핀이다.

그래핀의 두께는 약 0.4 nm로, 종이 한 장 두께가 0.1 mm일 때 그래핀 25만 장을 포개야 종이 한 장 두께가 된다. 그래핀은 육각형 구조의 빈 공간이 완충 역할을 하기 때문에 강도는 강철보다 100배 강하고, 면적의 20 %까지 늘어날 정도로 신축성이 좋다. 또 구리보다 100배 이상 전기가 잘 통하고, 반도체로 주로 쓰이는 단결정 실리콘보다 100배 이상 전자를 빠르게 이동시킬 수 있어, 탄소 나노 튜브를 뛰어넘는 소재로 평가받고 있다. 그래핀과 탄소 나노 튜브는 화학적 성질이 매우 비슷하고, 금속성과 반도체성을 분리할 수 있지만 그래핀은 탄소 나노 튜브보다 균일한 금속성을 갖고 있기 때문에 산업적으로 이용될 가능성이 더 크다.



▲ 그래핀



▲ 탄소 나노 튜브

▶ 생체 모방 기술이 함께 하는 세상 진도교재 76쪽

나노 세계를 관찰할 수 있는 도구의 개발과 인간의 상상력이 만나 생체를 모방하는 기술을 이용하면 에너지 부족난을 해결할 수 있고, 제품의 기능을 강화하며 다양한 신소재를 개발할 수 있다.

• **에너지 절감** : 산업 혁명은 인간의 노동을 감소시켰으나 많은 에너지가 필요했다. 그리고 원료를 가열하고, 시스템화된 기계 장비로 형태를 만들며, 화학적 마감 처리로 디자인을 세련되게 하고 강도를 높이는 과정에서 에너지의 효율성을 생각해야 했다. 그 예로 일본의 한 회사는 왕나비가 날갯짓을 많이 하지 않고도 장거리를 여행한다는 사실로부터 왕나비의 날개 구조를 연구하여 에너지를 절감할 수 있는 7엽 날개의 선풍기를 개발하였다.

• **제품의 기능 강화** : 의료 분야에서 사용되는 무통 주사 바늘은 모기의 들쭉날쭉한 주둥이를 형상화한 것으로 통증 없이 주사를 맞을 수 있고, 전신 수영복에 응용된 상어의 피부 구조를 테니스 라켓의 전면에 적용하여 공의 스피드를 높이기도 하였다.

• **신소재의 개발** : 거미 실크는 매우 얇아 끊어질 듯이 약해 보이지만 강철보다 20배 튼튼하고, 방탄복의 소재로 이용되는 케블라 섬유보다도 4배 강해 신소재 분야에서 인기 있는 소재이다. 거미는 단백질을 실샘으로부터 긴 관을 통해 몸 밖으로 뽑아내어 고체 상태의 거미 실크를 만든다. 영국의 한 회사는 이 과정을 모방한 인공적 제조 과정을 연구하여 알레르기 반응이나 면역 거부 반응을 일으키지 않는 인공 연골 제품을 개발하였다. 이러한 제조 과정은 의료 분야에 다양하게 적용될 전망이다.

01 중력과 역학적 시스템

▶ 무중력 상태

무중력 상태란 중력이 없는 것이 아니라 중력이 작용하지 않는 것처럼 보이는 상태이다. 지구에서는 자유 낙하 하는 엘리베이터 안에서 무중력 상태를 경험할 수 있다. 자유 낙하 하는 엘리베이터 안에 있는 사람이 1 m 떨어지면 엘리베이터도 함께 1 m 떨어지기 때문에 무중력 상태에서는 마치 공중에 떠 있는 것과 같은 느낌을 받는다.

▶ 지표면 근처에서 중력 가속도 g 진도교재 90쪽

지표면 근처에서 중력 가속도는 g로 일정하다. 지구에 의한 중력 공식 $F=G\frac{Mm}{r^2}$(G : 중력 상수, M : 지구 질량, m : 물체 질량, r : 지구와 물체 사이의 거리)에서 G, M은 일정한 값이고, r는 지구 반지름 6400 km에 비해 매우 작아 일정하다고 할 수 있으므로 $F\propto m$이다. 가속도 법칙 $a=\frac{F}{m}$에서 F와 m이 비례하므로 가속도 a는 일정한 것을 알 수 있다. 이 일정한 값을 중력 가속도라고 한다. 질량이 클수록 지구가 물체를 당기는 힘이 크지만, 질량이 클수록 물체가 움직일 때 드는 힘의 크기가 커지기 때문에 물체의 가속도는 질량에 관계없이 일정하다. 따라서 공기 저항을 무시하면 지표면 근처에서 질량이 다른 물체를 낙하시키더라도 동시에 떨어진다.

▶ 등가속도 직선 운동

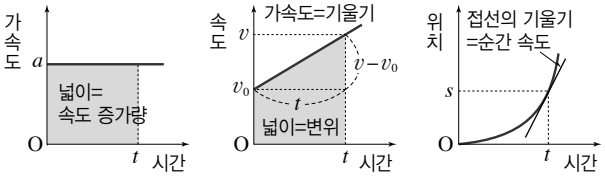
속도가 일정하게 증가하거나 감소하는 운동으로, 가속도가 일정한 직선 운동이다. 등가속도 직선 운동하는 물체의 속도, 이동 거리, 가속도 사이의 관계는 다음과 같다.

$$v=v_0+at,\ s=v_0t+\frac{1}{2}at^2,\ 2as=v^2-v_0^2$$

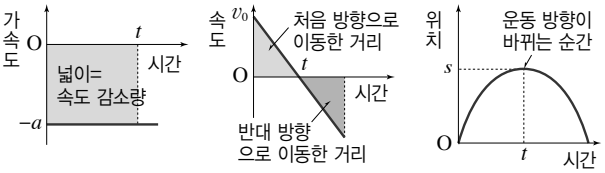
(v : 나중 속도, v_0 : 처음 속도, a : 가속도, t : 걸린 시간, s : 이동 거리)

▶ 등가속도 직선 운동의 그래프

• 처음 속도가 v_0이고 운동 방향과 같은 방향으로 힘이 작용하는 경우 예 자유 낙하 운동



• 처음 속도가 v_0이고 운동 방향과 반대 방향으로 힘이 작용하는 경우 예 물체를 위로 던져 올렸을 때



▶ 인공 위성의 궤도 진도교재 91쪽

공기와의 마찰을 무시할 수 있는 높이에서 포탄을 쏘면 포탄은 어느 정도 가다가 떨어진다. 그러나 포탄의 속력을 증가시켜 어느 정도 이상의 속력으로 쏘면 포탄은 땅에 떨어지지 않고 지구를 중심으로 원운동을 한다. 인공위성 역시 이러한 원리를 이용하여 지구 주위를 돌 수 있다.

▲ 포탄의 운동

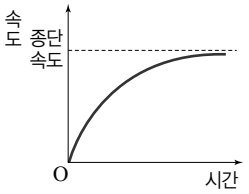
물체가 원운동을 하려면 항상 중심을 향하는 일정한 크기의 구심력이 필요한데, 인공위성의 경우 지구가 인공위성에 작용하는 중력이 구심력의 역할을 한다. 지구의 질량을 M, 인공위성의 질량을 m이라고 할 때 지구 중심으로부터 거리가 r인 곳에서 속력 v로 원운동하는 인공위성에 작용하는 구심력과 지구에 의한 중력 사이에는 다음 관계가 성립한다.

$$m\frac{v^2}{r}=G\frac{Mm}{r^2}$$

지구에서 볼 때 정지해 있는 것처럼 보이는 인공위성을 정지 위성이라고 한다. 인공위성의 속력 $v=\frac{2\pi r}{T}$(T : 인공위성의 공전 주기)이므로 주기와 궤도 반지름 사이에는 $T^2=\frac{4\pi^2}{GM}r^3$인 관계가 성립한다. 이 식으로 정지 위성의 궤도 반지름을 구하면 $r=42000$ km이다. 인공위성은 달과 태양의 인력의 영향을 받고, 지구의 모양이 타원형이어서 처음에 쏘아 올린 상태로 계속 궤도를 유지할 수 없다. 그래서 정지 위성이 궤도에서 벗어나면 로켓 추진제를 이용하여 원래의 궤도로 돌아가도록 수정한다.

▶ 종단 속도

물체가 공기나 물과 같이 유체 속을 낙하할 때 처음에는 중력에 의해 낙하 속도가 증가하지만 어떤 값 이상으로는 빨라지지 않고 일정한 속도에 이르게 된다. 이때의 속도를 종단 속도라고 한다.



질량이 m인 빗방울에는 중력 mg와 공기 저항력 kv가 작용한다. 이때 빗방울의 가속도를 a라고 하면 $ma=mg-kv$가 성립한다. 따라서 종단 속도를 v_f라고 하면 빗방울은 등속도 운동을 하므로 $a=0$이 되어 $v_f=\frac{mg}{k}$가 된다.

낙하산의 경우에 종단 속도는 약 6 m/s이고, 스카이다이버의 종단 속도는 자세에 따라 다르지만 약 60 m/s이며, 지름이 약 2 mm인 빗방울의 종단 속도는 약 7 m/s이다.

02 역학적 시스템과 안전

▶ 관성 법칙과 가속도 법칙 진도교재 99쪽

가속도 법칙 $F=ma$에서 힘 F가 0이면 가속도 a도 0이다. 즉, 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체가 등속도 운동을 한다는 것으로, 이것은 관성 법칙과 같다. 뉴턴 운동 제1법칙, 즉 관성 법칙은 뉴턴 운동 제2법칙인 가속도 법칙의 특수한 경우라고 볼 수 있지만 관성 법칙은 물체가 관성을 가지고 있다는 것이고, 가속도 법칙은 힘을 질량과 가속도의 곱으로 정의함을 설명하는 법칙이다.

▶ 관성 질량과 중력 질량

• **관성 질량** : 운동 법칙 $F=ma$에서 물체에 일정한 힘을 가할 때 물체가 얻은 가속도를 비교하여 측정한 질량을 관성 질량(또는 질량)이라고 한다.

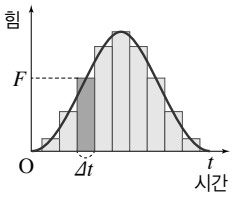
$$m=\frac{F}{a}$$

• **중력 질량** : 물체의 중력 $F=mg$에서 물체에 작용하는 중력과 표준 물체에 작용하는 중력의 크기를 비교하여 측정한 질량을 중력 질량이라고 한다. 같은 물체일 때 관성 질량과 중력 질량은 서로 일치하므로 구분하지 않고 질량이라고 한다.

$$m=\frac{F}{g}$$

▶ 힘 – 시간 그래프와 충격량

일반적인 충돌에서 물체에 작용한 힘의 크기는 일정하지 않다. 이 경우 작용한 시간을 짧은 구간 Δt로 간격을 나누어 보면 힘 – 시간 그래프에서 작은 직사각형의 넓이가 Δt 동안의 충격량을 나타낸다. 이 작은 직사각형의 넓이를 모두 더하면 그래프 아랫부분의 전체 넓이가 되며, 이것은 힘이 작용한 전체 시간 동안 물체가 받은 충격량과 같다.



▲ 힘 – 시간 그래프

▶ 자동차의 충돌 과정에서 나타나는 충돌의 종류

자동차의 충돌 과정에서 나타날 수 있는 충돌의 종류는 다음과 같이 세 종류로 분류할 수 있으며, 충돌로 인한 피해를 줄이기 위해서는 안전띠, 에어백과 같은 안전장치의 착용 및 장착이 필요하다.

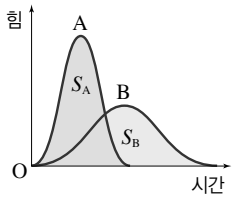
• **1차 충돌** : 자동차가 다른 물체와 처음 충돌하였을 때 벽이나 다른 자동차와 같은 물체가 자동차에 힘을 가하여 멈추게 되는 과정

• **2차 충돌** : 자동차는 정지하지만 안전띠를 하지 않은 사람의 몸이 관성에 의해 자동차가 운동하던 방향으로 움직이게 되고, 몸과 자동차의 차체가 충돌하면서 몸이 멈추게 되는 과정

• **3차 충돌** : 2차 충돌로 인하여 몸은 정지하였으나, 몸 안의 뇌, 심장과 같은 기관들이 계속 운동할 때 신체의 벽이 몸 안의 내부 기관에 힘을 작용하여 뇌와 심장이 정지하게 되는 과정

▶ 충격을 감소시키는 원리 진도교재 100쪽

운동하던 물체가 다른 물체와 충돌하여 멈출 때 물체의 질량이 일정하고 충돌 전 속도가 같다면 멈추는 과정에서 운동량의 변화량은 같다. 따라서 물체가 받는 충격량도 같다. 충격량 $I=F\Delta t$에서 충격량이 같을 때, 즉 힘 – 시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이가 같을 때($S_A=S_B$) 힘이 작용한 시간이 길수록 힘의 크기는 작아진다. 일반적인 충돌 현상에서 물체가 받는 힘의 크기는 일정하지 않으므로 이때의 힘은 평균 힘(충격력)을 의미한다.



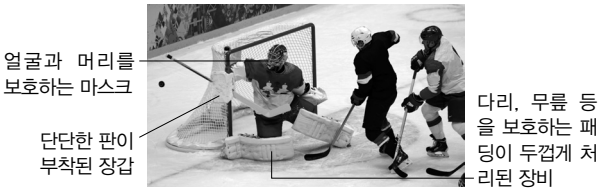
▲ 힘 – 시간 그래프

▶ 자동차의 안전띠

안전띠를 매면 차가 충돌했을 때, 자동차 안에 탄 사람이 부상을 입는 정도가 줄어든다. 예를 들어 70 km/h의 속력으로 달리는 자동차 안에 탄 사람은 자동차와 같은 속력으로 달리는 것과 같다. 이렇게 달리던 자동차가 충돌한 직후 멈출 때, 안전띠를 매지 않은 사람은 관성 때문에 70 km/h의 속력으로 계속 운동하여 자동차 운전대나 앞유리창에 부딪혀 갑자기 멈추면서 심한 부상을 입는다. 70 km/h의 속력은 약 20 m 높이에서 떨어져 바닥과 충돌할 때의 속력에 해당하는 것으로 사람이 건물 5층에서 낙하하는 것과 같다. 안전띠를 매면 충돌 시간을 길게 하여 자동차 안에 탄 사람의 속력이 서서히 줄어들기 때문에 사람이 받는 힘의 크기가 줄어들어 부상 정도를 줄일 수 있다.

▶ 충격 완화 장치 진도교재 100쪽

• **일상생활의 충격 완화 장치** : 경기장의 안전 펜스, 공기가 충전된 포장재, 공기 매트 등은 탄성이 있거나 푹신한 재질로 되어 있어 운동량을 가진 물체가 멈추는 데 걸리는 시간을 길게 하여 힘의 크기를 작게 하는 효과가 있다. 운동 경기에서 선수들이 충돌에 의해 입는 피해를 줄이기 위해 보호대를 착용하는 것도 같은 역할을 한다.



▲ 아이스하키 선수의 안전장치

• **자동차에서의 충격 완화 장치** : 자동차의 범퍼나 에어백의 역할은 충돌이 일어났을 때 탑승자가 받는 힘을 작게 해 주는 것이다. 범퍼는 적절히 찌그러지도록 만들어져 있어 충돌이 일어났을 때 자동차가 서서히 멈추게 하는 역할을 한다. 또한 에어백은 사람이 차량에 충돌하였을 때 충격이 가해지는 시간을 길게 하는 역할을 한다.

01 지구 시스템의 에너지와 물질 순환

▶ **계** 진도교재 112쪽

서로 영향을 주고받으며 상호 작용을 하는 구성 요소들의 집합을 계(시스템, system)라고 한다. 예를 들어 학교는 교실, 운동장, 학생, 교사, 화단 등으로 구성되어 있다. 운동장과 체육관에서 학생들은 활동을 하고, 교실에서는 교사와 학생이 학업을 가르치며 배운다. 또, 화단에는 나무와 꽃들이 더불어 살아가고 있다. 이처럼 학교는 다양한 요소들로 구성되어 있으며 상호 작용을 하는 하나의 시스템이다.

▶ **과학에서 다루는 계(시스템)** 진도교재 112쪽

태양계	태양, 행성, 위성, 소행성 등으로 구성되어 있으며, 구성 천체의 중력으로 유지되는 역학적 시스템이다.
지구계	지권, 기권, 수권, 생물권, 외권으로 구성되어 있으며, 이들이 서로 상호 작용을 하면서 지구 환경을 이루고 있다.
생태계	생산자, 소비자, 분해자, 자연 환경 등으로 구성되어 있으며, 생산자인 식물은 햇빛을 이용해 양분을 만들고, 소비자인 동물은 식물을 섭취하며, 동식물이 죽으면 분해자인 미생물에 의해 분해된다.
순환계	심장, 혈액, 혈관 등으로 구성되어 있으며, 이러한 구성 요소들이 상호 작용을 하면서 혈액이 온몸을 순환할 수 있게 한다.
소화계	입, 위, 소장, 대장, 간 등의 기관으로 구성되어 있으며, 이러한 구성 요소들이 상호 작용을 하면서 음식물을 소화한다.

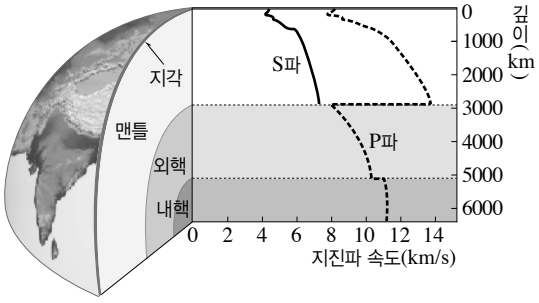
▶ **지권의 층상 구조를 구분하는 기준-지진파** 진도교재 112쪽

• **지진파** : 지진 활동에 의해 발생한 에너지가 파동의 형태로 사방으로 전달되는 것으로, 물질에 따라 전달되는 지진파의 속도가 다르다.

• 지진파에는 P파, S파와 같이 지구 내부를 통과하여 전파되는 실체파와 L파와 같이 지구 표면을 따라 전파되는 표면파가 있다.

지진파	전파 속도 (km/s)	진폭	피해	통과 매질의 상태
P파	5~8	작다	작다	고체, 액체, 기체
S파	4	중간	크다	고체
L파	3	크다	매우 크다	지표면으로 전달

• 지권은 지진파의 속도가 급격히 달라지는 곳을 경계로 지각, 맨틀, 외핵, 내핵으로 구분한다.



▲ 지구 내부에서 지진파의 속도 변화

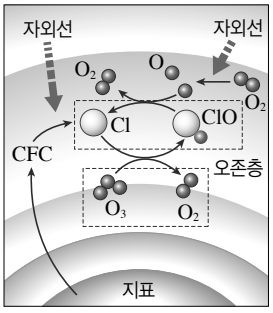
▶ **오존층(ozone layer)**

• 성층권 내에 높이 약 20 km~30 km 부근에 오존이 밀집되어 있는 층을 오존층이라고 한다. 광합성을 하는 생물의 출현으로 대기 중 산소 농도가 증가하기 시작하였고, 대기 중 산소가 성층권으로 올라가 오늘날 오존층의 주요 성분이 되었다.

• **오존층 생성** : 성층권의 오존은 산소 분자(O_2)가 태양의 자외선을 흡수하면 두 개의 산소 원자(O)로 분해되는데, 이때 발생된 산소 원자(O)가 다시 산소 분자(O_2)와 결합하여 오존(O_3)이 생성된다. 오존(O_3)은 자외선을 흡수하여 다시 산소 원자(O)와 산소 분자(O_2)로 분해되며, 이 과정에서 태양 에너지의 일부가 산소 원자(O)와 산소 분자(O_2)의 운동 에너지로 변환되므로 대기가 가열되어 온도가 상승하는 것이다.

• **오존층 파괴** : 오존층은 인공적으로 만든 염화 플루오린화 탄소(CFC)와 할론(Halon) 가스 등에 의해 파괴되고 있다. 오존층이 파괴되면 지표에 도달하는 자외선의 양이 증가하여 피부암, 백내장 등의 질병이 증가하고, 식물의 광합성 활동이 저하된다. 이러한 오존층 파괴를 방지하기 위해서는 오존을 파괴하는 물질의 배출을 규제하고 사용을 금지해야 한다.

오존층 파괴 과정



❶ CFC가 성층권으로 올라가면 자외선에 의해 분해되어 염소 원자(Cl)가 생성된다.

$$CCl_3F \xrightarrow{\text{자외선}} CCl_2F + Cl$$

❷ 염소 원자(Cl)는 오존(O_3)과 반응하여 산소 분자(O_2)와 일산화 염소(ClO)를 생성한다.

$$Cl + O_3 \longrightarrow O_2 + ClO$$

❸ 일산화 염소(ClO)는 산소 원자(O)와 반응하여 다시 염소 원자(Cl)와 산소 분자(O_2)가 된다.

$$ClO + O \longrightarrow Cl + O_2$$

❹ O_2는 자외선에 의해 O로 분해된다.

$$O_2 \xrightarrow{\text{자외선}} O + O$$

❺ 염소 원자(Cl)는 ❷~❹ 과정을 계속 반복하면서 오존을 파괴한다.

▶ **지구의 자기권** 진도교재 113쪽

자기력선에 비스듬하게 입사한 대전 입자는 자기력선을 따라 나선 운동을 한다. 따라서 태양풍이 지구로 접근하면 지구 자기장은 대전 입자를 직접 투과시키지 않으며, 오존층에서 태양 복사의 유해한 자외선을 차단하는 것과 같이 대전 입자를 차단시켜 지구의 생명체를 보호하는 역할을 한다.

지구의 자기권은 태양풍의 영향으로 태양을 향한 쪽의 경계면은 지구 반경의 약 10배의 거리에 있으며, 자기권 꼬리 쪽은 지구 반경의 수백 배까지 뻗쳐 있는 것으로 추정된다.

▶ **밴앨런대(Van Allen Belt)**

태양풍에 의해 지구의 자기권으로 유입된 대전 입자의 일부는 양극 지방에 도달하여 대기 상층에서 공기를 이루는 분자와 충돌하여 오로라를 일으키지만, 나머지 대부분의 대전 입자는 지구 자기장에 붙잡혀 지구를 중심으로 도넛 모양으로 분포한다. 이 부분을 밴앨런대라고 한다.

밴앨런대는 적도 상공 약 3000 km부터 지구 반경의 약 10배의 공간까지 퍼져 있으며, 내대와 외대로 구분된다. 양성자는 주로 약 3000 km~4000 km 높이의 내대에 분포하고, 전자는 주로 13000 km~20000 km 높이의 외대에 분포한다. 이러한 밴앨런대는 우주에서 날아오는 고에너지 대전 입자를 붙잡아 지구의 생명체를 보호한다.

▶ **태양 에너지의 생성** 진도교재 114쪽

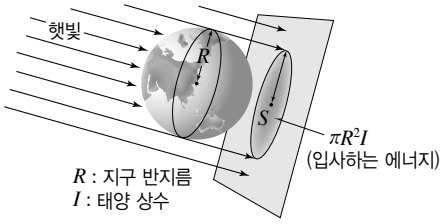
19세기의 과학자들은 태양 에너지의 원천을 중력에 의한 위치 에너지라고 추측하였다. 태양이 자신의 중력으로 수축할 때 방출하는 위치 에너지가 빛에너지로 전환된다고 생각한 것이다. 그러나 태양이 탄생한 이후 현재의 모습이 될 때까지 방출할 수 있는 에너지의 총량을 계산해 보면 2000만 년 분량밖에 되지 않았다. 이 문제는 아인슈타인의 상대성 이론으로 해결되었다. 아인슈타인은 특수 상대성 이론에서 질량은 에너지의 한 형태이며, 원자핵 반응에서 질량이 감소할 때 매우 큰 에너지가 방출된다고 하였다.

질량이 m kg으로 감소할 때 방출하는 에너지의 양(E)은 $E=mc^2$(c : 광속)으로 구할 수 있다. 1 kg의 수소 원자핵이 핵융합 반응을 일으키면 약 6.9 g의 질량이 소멸하여 6.2×10^{14} J의 에너지가 발생한다. 태양이 1초에 방출하는 에너지의 양은 약 4×10^{26} J이므로 태양의 내부에서는 1초에 약 6000억 kg의 수소 핵융합 반응이 일어나고 있다고 추정된다. 이와 같은 수소 핵융합 반응에서 나오는 에너지가 바로 태양의 에너지원이다.

▶ **지구가 받는 태양 복사 에너지양**

태양의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나 4×10^{26} W의 에너지가 생성되며, 이를 우주 공간으로 방출한다. 그중에서 지구에 도달하는 양은 극히 적으며, 지구가 받는 태양 복사 에너지양은 태양 상수를 이용하여 구할 수 있다.

태양 상수란 태양 광선에 수직인 1 m^2의 면적이 1초 동안 받는 태양 복사 에너지양을 말하며, 그 값은 약 1.4×10^3 W/m^2~1.5×10^3 W/m^2이다. 그림과 같이 햇빛에 수직인 지구의 단면적(S)은 $S=\pi R^2$이고, 이 단면적에서 1 m^2의 면적이 1초 동안 받는 태양 복사 에너지양(태양 상수)을 I라고 하면 지구가 받는 태양 복사 에너지양은 $\pi R^2\times I$이다.

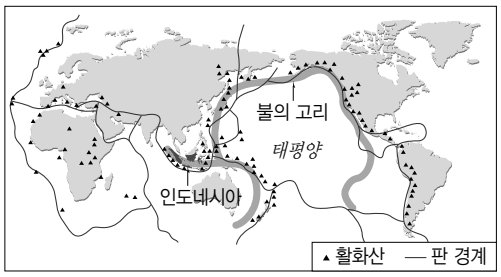


▲ 지구가 받는 태양 복사 에너지양

02 지권의 변화

▶ **불의 고리** 진도교재 122쪽

서쪽의 일본·대만·동남아, 북쪽의 러시아 캄차카와 미국의 알래스카, 동쪽의 미주 대륙 서부와 남미 해안 지역, 뉴질랜드 등 태평양 연안 지역을 아우르는 고리 모양의 지진대·화산대를 말한다. 이 지역의 활화산이 원 모양으로 분포되어 있어 '불의 고리'라는 이름이 붙여졌다. 불의 고리는 여러 판들 중 가장 큰 판인 태평양판이 유라시아판, 인도 – 오스트레일리아판 등과 맞물리는 경계선이기 때문에 지각 변동이 활발하다. 전 세계 활화산과 휴화산의 75 %가 불의 고리 지역에 몰려 있으며, 전 세계 지진의 80 %~90 %도 이곳에서 발생한다.



▲ 화산 활동 지역과 판 경계

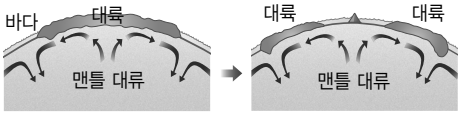
▶ **판 구조론의 정립 과정** 진도교재 122쪽

판 구조론은 대륙 이동설, 맨틀 대류설, 해저 확장설을 종합하여 정립되었다.

대륙 이동설 ➡ 맨틀 대류설 ➡ 해저 확장설 ➡ 판 구조론

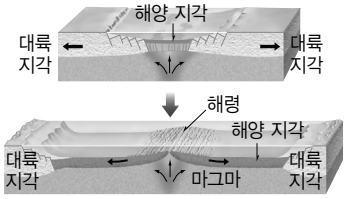
• **대륙 이동설** : 약 3억 년 전에 한 덩어리였던 큰 대륙이 여러 대륙으로 분리되고 이동하여 현재와 같은 분포가 되었다는 학설로, 베게너가 여러 가지 증거를 제시하면서 주장하였다. 하지만, 대륙을 이동시키는 힘이 무엇인지 설명하지 못했기 때문에 인정받지 못하였다.

• **맨틀 대류설** : 맨틀은 고체 상태이지만 유동성이 있어 움직이므로 상부와 하부의 온도 차에 의해 대류가 일어나고 그 결과 맨틀 위에 있는 대륙이 맨틀 대류를 따라 이동한다는 학설로, 홈스가 주장하였다.



▲ 맨틀 대류와 대륙의 이동

• **해저 확장설** : 해저의 맨틀 물질이 상승하는 곳(해령)에서 새로운 해양 지각이 만들어지고, 만들어진 해양 지각이 양옆으로 이동하면서 바다가 넓어진다는 학설로, 헤스와 디츠가 주장하였다.



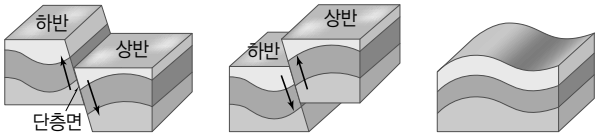
해저 확장설의 증거
해령에서 멀어질수록 해양 지각의 두께가 두꺼워지고 해양 지각의 나이가 많아진다.

◀ 해저 확장 과정

▶ 판의 운동과 지질 구조 진도교재 124쪽

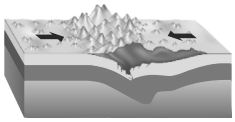
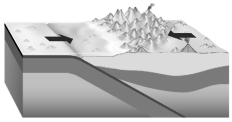
두 판이 서로 멀어지는 발산형 경계에서는 장력(양쪽에서 잡아당기는 힘)이 작용하여 정단층이 주로 발달하고, 두 판이 서로 가까워지는 수렴형 경계에서는 횡압력(양쪽에서 미는 힘)이 작용하여 역단층과 습곡이 주로 발달한다.

외부의 힘을 받은 지층이 두 개의 조각으로 끊어져 서로 어긋난 지질 구조를 단층이라고 한다. 이때 지층의 잘린 면을 단층면(fault surface, 斷層面)이라 하고, 단층면을 기준으로 위에 있는 지각을 상반, 아래에 있는 지각을 하반이라고 한다. 정단층은 단층면을 경계로 상반이 미끄러져 내려가 하반보다 상대적으로 아래에 위치한 단층이다. 역단층은 단층면을 경계로 하반이 미끄러져 내려가 상반이 하반보다 위로 올라간 단층이다. 습곡은 수평 퇴적된 지층이 횡압력을 받아 물결 모양으로 변형되어 굴곡 상태를 나타내는 지질 구조를 말한다. 온도가 높은 지하 깊은 곳에서 압력을 받는 지층은 끊어지기보다 휘어지기 쉬워 습곡이 형성된다.



▲ 정단층 ▲ 역단층 ▲ 습곡

▶ 히말라야산맥과 안데스산맥의 비교 진도교재 124쪽

구분	히말라야산맥	안데스산맥
생성	대륙판(인도 – 오스트레일리아판)과 대륙판(유라시아판)이 충돌하는 수렴형 경계에서 형성	해양판(나스카판)이 대륙판(남아메리카판) 아래로 섭입하는 수렴형 경계에서 형성
위치	대륙의 내부에 위치	대륙의 가장자리에 위치
지각 변동	천발~중발 지진	천발~심발 지진, 화산 활동
모식도		

▶ 판 경계가 아닌 곳에도 화산 활동이 일어나는 열점

판 아래 지하 수백 km 깊은 곳에 마그마가 모여 있다가 지각을 뚫고 분출하는 곳을 열점(hot spot)이라고 한다. 고정되어 있는 열점 위로 오랫동안 엄청난 양의 마그마가 지각을 뚫고 분출하면 화산섬이나 해산이 만들어진다. 시간이 지나면서 판이 이동하고, 새로운 화산섬이 연속해서 만들어져 일정한 배열을 보인다. 그로 인해 열점에서 멀어질수록 화산섬이나 해산의 나이가 많아진다. 전 세계적으로 확인된 열점은 수십여 개로, 대표적인 예가 하와이 열도이다.

▲ 열점

▶ 화산 폭발과 화산재 진도교재 125쪽

화산이 폭발한다고 하면 용암을 먼저 연상할 수 있지만 실제로는 엄청난 양의 화산재, 화산 기체(대부분이 수증기) 등이 분출된다. 수십만 km^2의 넓은 지역에 화산재로 인해 대낮에도 불을 켜야 보일 정도의 암흑 상태를 만든다. 이 화산재는 대기 중에 오래 머무르면서 태양 광선을 차단하여 전 세계적인 기상 이변과 기후 변화가 나타난다. 높은 곳까지 뿜어져 올라간 입자들은 햇빛 속에 있는 특정한 파장의 빛들을 흩뜨리고 다른 파장은 꿰뚫고 지나가게 하여 우리 눈에 보이는 달과 태양의 모습을 바꾸어 놓기도 한다. 화산재는 긴 시간에 걸쳐서 지구의 평균 온도를 낮추어 생물의 대멸종을 일으키고 심지어 빙하기를 도래하기도 한다.

▶ 지진에 의한 쓰나미 진도교재 125쪽

쓰나미(tsunami, 津波)는 많은 양의 물이 연직 방향으로 움직이면서 발생하는 파동이다. 쓰나미는 주로 지진에 의해 발생하지만, 물 근처에서 화산이 분출하거나 산사태가 발생하는 경우, 해저에서 폭발이 발생하거나 지표에 운석이 충돌한 경우에도 발생할 수 있다.

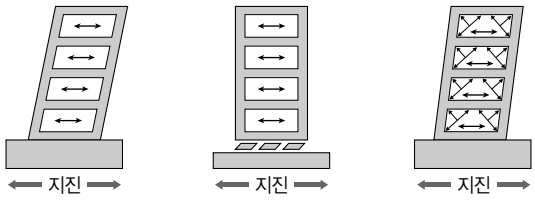
한편, 지진이 발생했다고 해서 반드시 쓰나미가 발생하는 것은 아니다. 쓰나미는 해수의 연직 방향 변위이기 때문에 수평 방향으로 어긋나는 단층이 발생하는 경우에는 쓰나미가 발생하기 어렵다. 따라서 쓰나미가 발생하기 위해서는 단층이 연직 방향으로 움직여 지진이 발생해야 하는데, 이런 현상은 섭입대에서 잘 발생한다. 섭입대에서 변형된 상부의 판이 복원되어 튕겨 올라가면서 해수의 연직 변위를 일으켜 쓰나미가 발생한다(지권과 수권의 상호 작용). 환태평양 조산대는 대부분 섭입대로 이루어져 있으며 전 세계에서 발생하는 쓰나미의 80 % 이상을 일으킨다.

▶ 내진 설계의 원리 진도교재 125쪽

• **내진 구조** : 지진이 발생했을 때 건물이 무너지지 않도록 튼튼하게 건설하는 방법이다. 건물의 강도나 연성을 증가시켜 건물 자체의 내력으로 지진에 대항한다. 하지만, 이 방법만으로는 건물 내부의 설비들까지 보호하지는 못한다.

• **면진 구조** : 지진이 발생했을 때 나타나는 진동이 건물에 전달되는 것을 최소화하는 방법이다. 건물과 지반 사이에 유연한 고무 받침이나 구슬 형태의 장치를 설치하면 건물이 받는 진동과 충격을 줄일 수 있다.

• **제진 구조** : 지진으로 발생한 충격을 탄성체가 흡수하게 하여 건물을 보호하는 방법이다. 건물의 층간에 댐퍼를 설치하면 건물의 흔들림을 억제할 수 있다.(댐퍼 : 지진 에너지의 일부를 흡수하여 건물을 보호하는 장치)

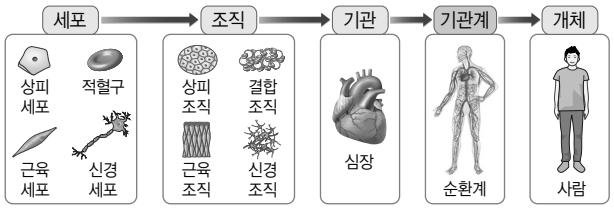


▲ 내진 구조 ▲ 면진 구조 ▲ 제진 구조

01 생명 시스템의 기본 단위

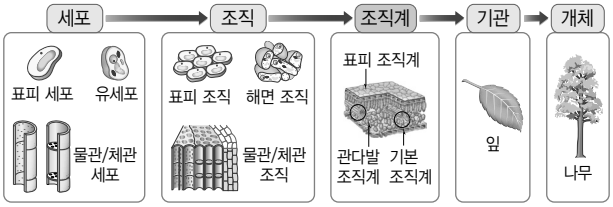
▶ 생물체의 구성 단계 진도교재 138쪽

• **동물체의 구성 단계** : 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체
기관계는 공통의 기능을 담당하는 여러 기관들의 모임으로 동물체에만 있다.



▲ 동물체의 구성 단계

• **식물체의 구성 단계** : 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체
조직계는 여러 조직이 모여 통합적인 기능을 수행하는 단계로 식물체에만 있다.



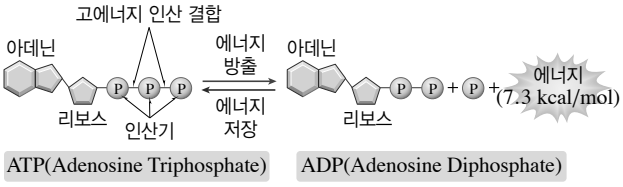
▲ 식물체의 구성 단계

▶ ATP(생명 활동에 필요한 형태의 에너지) 진도교재 138쪽

• ATP는 세포 내에서 에너지를 전달하는 물질로, 세포 호흡 결과 방출된 에너지를 저장하였다가 생명 활동에 공급한다.

• **ATP의 구조** : 아데노신(아데닌+리보스)에 인산기 3개가 결합한 구조이며, 인산과 인산은 고에너지 인산 결합을 하고 있다.

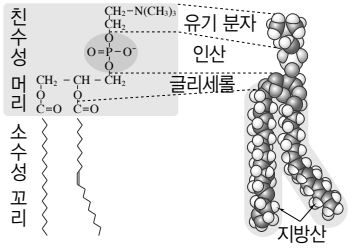
• ATP가 ADP로 될 때 인산(Ⓟ) 분자 한 개가 떨어지며, 약 7.3 kcal/mol의 에너지를 방출한다.



▲ ATP의 분해와 합성

▶ 인지질 진도교재 138쪽

인산이 포함된 복합 지질이다. 세포막에서 발견되는 인지질은 글리세롤에 지방산 2개와 인산이 결합되어 있으며, 콜린과 같은 유기분자가 결합되어 있다. 인산을 포함하는 머리 부분은 친수성이고, 지방산으로 구성된 꼬리 부분은 소수성이다.



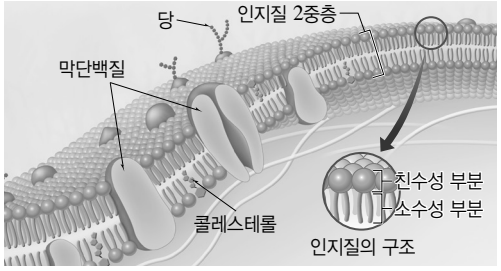
▲ 인지질의 구조

▶ 세포막의 구조

• 세포 안팎의 환경은 물이 풍부하므로 세포막의 인지질은 친수성 머리 부분이 각각 세포의 안과 밖을 향하고 소수성 꼬리 부분이 서로 마주 보고 있는 2중층 구조로 배열하고 있다. 인지질 2중층에는 막단백질이 군데군데 박혀 있다.

• **유동 모자이크막 모델** : 인지질은 유동성이 있어 인지질의 움직임에 따라 막단백질의 위치가 바뀐다.

• 세포막의 주성분은 인지질과 단백질이지만, 당(탄수화물)과 콜레스테롤이 일부 포함되어 있다. 당은 단백질에 결합되어 있어 다른 세포를 구별하는 데 중요한 역할을 하며, 콜레스테롤은 막의 유동성을 조절하는 역할을 한다.



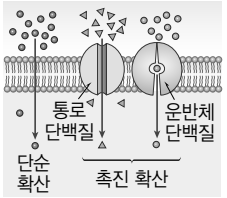
▲ 세포막의 구조

▶ 막단백질의 종류와 기능

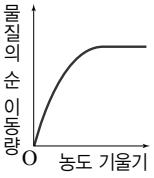
종류	기능
당단백질	탄수화물이 붙어 있는 단백질은 다른 세포를 구별한다. ➡ 세포 간 인식
수용체 단백질	세포 외부의 화학 물질을 인식하여 세포 내부로 신호를 전달한다. ➡ 신호 전달
효소 단백질	효소로 작용하여 물질대사에 관여한다. ➡ 효소 작용
수송 단백질	세포막을 통한 물질의 이동에 관여한다. ➡ 물질 운반

▶ 세포막을 통한 물질의 확산 진도교재 139쪽

단순 확산	• 물질이 인지질 2중층을 직접 통과하여 확산한다. • 세포막을 경계로 물질의 농도 차가 클수록 물질이 빠르게 확산한다. 예 크기가 매우 작은 기체 분자, 지질 성분의 호르몬(스테로이드), 지방산 등 지용성 물질
촉진 확산	• 물질이 수송 단백질을 통해 세포막을 통과하여 확산한다. • 수송 단백질에는 통로 단백질과 운반체 단백질이 있다. 통로 단백질은 특정 물질이 세포막을 통과하는 통로 역할을 하고, 운반체 단백질은 특정 물질과 결합 후 구조가 변하면서 물질을 세포막 반대쪽으로 운반한다. • 물질의 농도 차가 클수록 물질이 빠르게 확산하지만, 일정 농도 차 이상에서는 확산 속도가 더 이상 증가하지 않는다. 이는 수송 단백질의 수가 정해져 있어 포화 상태가 되기 때문이다. 예 전하를 띤 이온, 포도당과 아미노산 같은 큰 수용성 물질



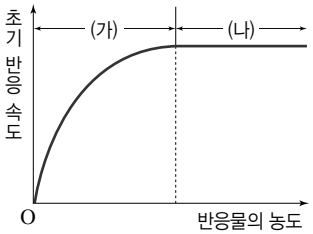
▲ 단순 확산



▲ 촉진 확산

02 생명 시스템에서의 화학 반응

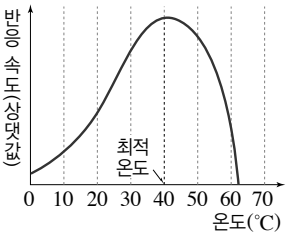
▶ 반응물의 농도와 초기 반응 속도



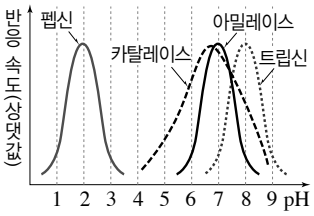
• (가) : 반응물의 농도가 증가할수록 초기 반응 속도가 빨라진다.
➡ 반응물이 효소와 결합하는 빈도가 높아지기 때문이다.
• (나) : 반응물의 농도가 증가해도 초기 반응 속도는 더 이상 빨라지지 않고 일정해진다. ➡ 모든 효소가 반응물과 결합하기 때문이다. 이때 효소를 더 넣으면 초기 반응 속도가 다시 증가한다.

▶ 효소의 활성에 영향을 미치는 요인 진도교재 148쪽

• **온도** : 온도가 높아질수록 효소와 기질의 분자 운동이 활발해져 반응 속도가 증가한다. 그러나 최적 온도보다 높은 온도에서는 효소 단백질의 입체 구조가 변해서 효소의 활성이 떨어져 반응 속도가 급격히 감소한다.
• **pH** : 최적 pH에서 반응 속도가 최대가 되고, 이를 벗어난 pH에서는 반응 속도가 급격하게 감소한다. 이것은 효소 단백질의 입체 구조가 pH에 따라 달라지기 때문이다.



▲ 온도에 따른 효소의 반응 속도



▲ pH에 따른 효소의 반응 속도

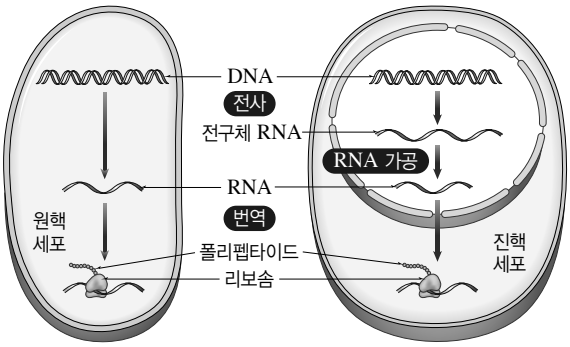
03 생명 시스템에서 정보의 흐름

▶ RNA의 종류

종류	기능
mRNA (전령 RNA)	단백질에 대한 정보를 리보솜으로 전달하는 RNA이다. 생명 중심 원리에서 DNA의 유전 정보를 단백질로 전달하는 RNA가 바로 mRNA이다.
rRNA (리보솜 RNA)	단백질과 결합하여 리보솜을 구성한다.
tRNA (운반 RNA)	아미노산과 결합하여 아미노산을 리보솜으로 운반한다.
소형 RNA	염기 20개 내외로 이루어진 miRNA(마이크로 RNA), siRNA(작은 간섭 RNA) 등 다양한 소형 RNA가 발견되고 있다. 소형 RNA는 단백질 합성에 직접 관여하지는 않지만 DNA 또는 mRNA에 결합하여 전사나 번역을 억제하거나 유전자 발현을 조절한다.

▶ 진핵세포와 원핵세포에서 유전 정보의 흐름

• **진핵세포** : 핵막으로 둘러싸인 뚜렷한 핵이 있는 세포로, 동물 세포와 식물 세포는 진핵세포이다. 진핵세포에서는 DNA가 핵 속에 있으므로 전사가 핵에서 일어난다.
• **원핵세포** : 핵막으로 둘러싸인 뚜렷한 핵이 없는 세포로, 세균은 원핵세포이다. 원핵세포에서는 DNA가 세포질에 있으므로 전사가 세포질에서 일어난다.



▲ 원핵세포와 진핵세포에서 유전 정보의 흐름

▶ 생명 중심 원리의 예외 – 역전사 진도교재 156쪽

진핵세포의 경우 핵 속에서 DNA 유전 정보가 RNA에 전달되고, 이 RNA가 세포질로 나와 단백질 합성에 관여하는데, 이를 생명 중심 원리라고 한다. 생명 중심 원리는 대부분의 생명체에 적용되는데, 몇 가지 예외가 있다. AIDS를 유발하는 HIV와 같이 RNA를 유전 물질로 갖는 일부 바이러스는 RNA로부터 DNA를 합성하는 데, 이를 역전사라고 한다.

▶ 코돈 표 진도교재 156쪽

두 번째 염기

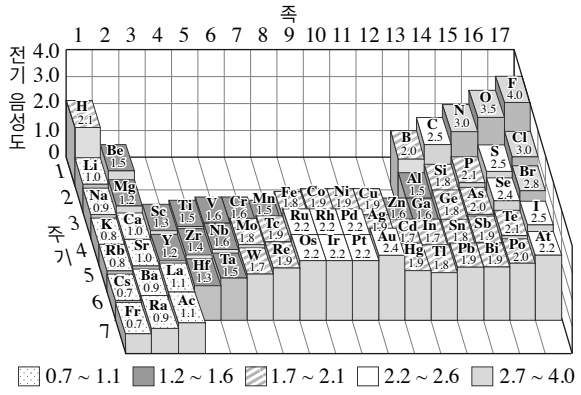
첫 번째 염기	U		C		A		G		세 번째 염기
U	UUU	페닐 알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	류신	UCA		UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	트립토판	G
C	CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	아이 소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌	A
	AUG	메싸이오닌 (개시 코돈)	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파트산	GGU	글리신	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

• **개시 코돈** : AUG는 메싸이오닌을 지정하는 코돈이자, 단백질 합성을 시작하게 하는 개시 코돈이다.
• **종결 코돈** : UAA, UAG, UGA는 지정하는 아미노산이 없어 단백질 합성을 중단시키는 종결 코돈이다.
• **아미노산 지정 코돈** : 종결 코돈을 제외한 61종류의 코돈은 각각 특정 아미노산을 지정한다. 한 종류의 아미노산을 지정하는 코돈이 2개 이상인 것도 있다.

01 산화 환원 반응

▶ 산소의 이동과 전자의 이동에 따른 산화 환원 반응

전기 음성도가 작은 원소의 원자가 전기 음성도가 큰 산소와 결합하게 되면 산소는 전자를 얻고, 전기 음성도가 작은 원소의 원자는 전자를 잃는다. 즉, 산화는 전기 음성도가 작은 원소의 원자가 전기 음성도가 큰 산소와 결합하여 전자를 잃는 반응이고, 환원은 전기 음성도가 큰 산소가 전기 음성도가 작은 원소의 원자와 결합하여 전자를 얻는 반응이다.



▶ 금속과 금속 이온의 반응 진도교재 170쪽

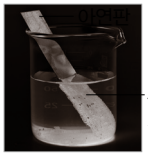
• 금속의 이온화 경향 : 금속이 전자를 잃고 양이온이 되려는 경향 ➡ 이온화 경향이 클수록 산화되기 쉬우며 반응성이 크다.

K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Sn > Pb > (H) > Cu > Hg > Ag > Pt > Au

• 금속의 반응성 비교

어떤 금속(M)과 다른 금속의 이온(N^{2+})이 반응할 때	
반응성이 M > N일 때	반응성이 큰 금속(M)은 전자를 잃고 산화되고, 반응성이 작은 금속의 이온(N^{2+})은 전자를 얻어 환원된다.
반응성이 M < N일 때	반응이 일어나지 않는다.

• 황산 구리(Ⅱ) 수용액과 아연의 반응 : 황산 구리(Ⅱ) 수용액에 아연판을 넣으면 수용액의 푸른색이 점점 엷어지면서 아연판에 붉은색 구리가 석출된다. 이는 아연이 전자를 잃고 아연 이온으로 산화되고, 수용액의 구리 이온이 전자를 얻어 구리로 환원되기 때문이다.



$$Cu^{2+} + Zn \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$$

(산화 : Zn → Zn^{2+}, 환원 : Cu^{2+} → Cu)

금속과 금속 이온의 반응은 금속의 이온화 경향으로 설명할 수 있다. 이때 전자를 잃고 산화되는 금속은 전자를 얻어 환원되는 금속보다 반응성이 크고, 이온화되기 쉽다. 즉, 아연은 구리보다 이온화 경향이 크므로 산화되고, 이온화 경향이 작은 구리는 환원된다.

▶ 산화수 변화와 산화 환원 반응

• 산화수 : 어떤 물질에서 각 원자가 어느 정도 산화되었는지를 나타내는 가상적인 전하

• 산화수를 정하는 규칙

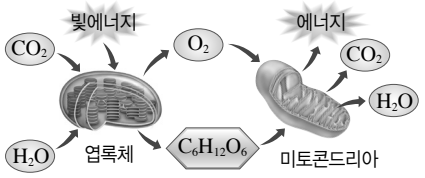
규칙	예
❶ 원소를 구성하는 원자의 산화수는 0이다.	• H_2, O_2 : 각 원자의 산화수는 0
❷ 일원자 이온의 산화수는 그 이온의 전하와 같다.	• Na^+ : Na의 산화수 +1 • Cl^- : Cl의 산화수 −1
❸ 다원자 이온은 각 원자의 산화수의 합이 그 이온의 전하와 같다.	• SO_4^{2-} : $\underbrace{(+6)}_{S}+\underbrace{(-2)}_{O}\times 4=-2$
❹ 화합물에서 각 원자의 산화수의 합은 0이다.	• H_2O : $\underbrace{(+1)}_{H}\times 2+\underbrace{(-2)}_{O}=0$
❺ 화합물에서 1족 금속 원자의 산화수는 +1, 2족 금속 원자의 산화수는 +2이다.	• NaCl : Na의 산화수 +1 • MgO : Mg의 산화수 +2
❻ 화합물에서 F의 산화수는 −1이다.	• LiF : F의 산화수 −1
❼ 화합물에서 H의 산화수는 +1이다.(단, 금속의 수소 화합물에서는 −1이다.)	• H_2O : H의 산화수 +1 • LiH : H의 산화수 −1
❽ 화합물에서 O의 산화수는 −2이다.(단, 과산화물에서는 −1이고, 플루오린 화합물에서는 +2이다.)	• CO_2 : O의 산화수 −2 • H_2O_2 : O의 산화수 −1 • OF_2 : O의 산화수 +2

• 산화 환원 반응의 정의

구분	산화	환원
산소	산소를 얻음	산소를 잃음
전자	전자를 잃음	전자를 얻음
산화수	산화수 증가	산화수 감소

▶ 광합성과 호흡에서의 산화와 환원 진도교재 170쪽

• 산화수 변화로 설명



광합성	산화수 증가 : 산화 $\overset{+4\,-2}{6CO_2}+\overset{+1\,-2}{6H_2O}\xrightarrow{\text{빛에너지}}\overset{0\,+1\,-2}{C_6H_{12}O_6}+\overset{0}{6O_2}$ 산화수 감소 : 환원 • 산화 : 산소(O)의 산화수가 −2에서 0으로 증가하므로 물(H_2O)은 산화된다. • 환원 : 탄소(C)의 산화수가 +4에서 0으로 감소하므로 이산화탄소(CO_2)는 환원된다.
호흡	산화수 증가 : 산화 $\overset{0\,+1\,-2}{C_6H_{12}O_6}+\overset{0}{6O_2}\longrightarrow\overset{+4\,-2}{6CO_2}+\overset{+1\,-2}{6H_2O}+$ 에너지 산화수 감소 : 환원 • 산화 : 탄소(C)의 산화수가 0에서 +4로 증가하므로 포도당($C_6H_{12}O_6$)는 산화된다. • 환원 : 산소(O)의 산화수가 0에서 −2로 감소하므로 산소(O_2)는 환원된다.

• 산화 환원 반응의 동시성으로 설명

산화수의 개념은 화학 I 에서 배우게 되므로 산화수의 개념을 모르는 학생들에게 광합성과 호흡에서 일어나는 산화와 환원을 설명하기 어렵다. 따라서 산화수의 개념을 도입하지 않고 산화 환원 반응의 동시성으로 산화와 환원을 설명할 수 있다.

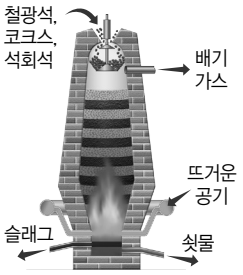
광합성	산화 $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{빛에너지}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ 환원 • 환원 : 이산화 탄소(CO_2)의 탄소는 산소를 잃고 포도당($C_6H_{12}O_6$)으로 환원된다. • 산화 : 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 물(H_2O)은 산소(O_2)로 산화된다.
호흡	산화 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ 에너지 환원 • 산화 : 포도당($C_6H_{12}O_6$)의 탄소는 산소를 얻어 이산화 탄소(CO_2)로 산화된다. • 환원 : 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 산소(O_2)는 물(H_2O)로 환원된다.

▶ **철의 제련 역사** 진도교재 171쪽

• **초기 철의 제련 방법** : 철광석에 들어 있는 산화 철(Ⅲ)로부터 순수한 철을 얻으려면 산소를 떼어 내야 한다. 이때 산소와 결합하려는 성질이 철보다 더 큰 탄소를 이용하는데, 인류는 우연한 기회에 목탄을 이용하면 철을 얻을 수 있다는 것을 알아내었다.

❶ 철광석을 목탄과 함께 800 ℃ 이상으로 가열하여 연철을 얻고, 이를 두들겨 철을 만들었다.
❷ 이후 풀무를 사용해 1500 ℃ 이상으로 온도를 높일 수 있게 되면서 용융 상태의 철을 얻을 수 있게 되었다. 용융된 철을 주형에 부어서 철을 만들었는데, 이를 선철(무쇠)이라고 한다.

• **현대의 대표적인 철의 제련 방법** : 철광석, 코크스, 석회석의 혼합물을 용광로의 윗부분에 넣고, 뜨거운 공기를 용광로의 아랫부분으로 불어넣어 준다.



코크스의 산화	용광로 속에서 코크스(C)가 불완전 연소하여 일산화 탄소(CO)가 생성된다. $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$
산화 철(Ⅲ)의 환원	일산화 탄소(CO)가 이산화 탄소(CO_2)로 산화되고, 철광석의 산화 철(Ⅲ)(Fe_2O_3)이 철(Fe)로 환원된다. $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$
석회석에 의한 불순물 제거	석회석이 열분해되어 생성된 산화 칼슘(CaO)이 철광석에 포함된 불순물인 이산화 규소(SiO_2)와 반응하여 슬래그($CaSiO_3$)를 생성한다. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$ $CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$

02 산과 염기

▶ **산과 염기의 유래**

산	산을 의미하는 영어의 'acid'는 시다는 뜻의 라틴어에서 유래되었다. 즉, 산이라는 용어는 신맛이 나는 산의 성질에서 유래된 것이다.
염기	염기를 알칼리(alkali)라고 부르기도 하는데, 식물을 태우고 남은 재라는 뜻의 아라비아어에서 유래되었다. 실제로 수산화 칼륨이나 탄산 칼륨은 식물을 태우고 남은 재에서 얻을 수 있다.

▶ **산의 이온화** 진도교재 178쪽

산은 물에 녹아 H^+을 내놓는 물질이다. 염산(HCl), 황산(H_2SO_4), 아세트산(CH_3COOH)과 같은 산은 모두 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이지만 이들은 모두 극성 분자로 물에 녹아 H^+과 음이온으로 이온화한다.

▶ **염기의 이온화** 진도교재 178쪽

염기는 물에 녹아 OH^-을 내놓는 물질이다. 수산화 나트륨(NaOH), 수산화 칼륨(KOH)과 같은 염기는 이온 결합 물질로, 고체 상태에서 이미 이온으로 존재하다가 물에서 이온들이 떨어져 물속에 섞인다. 따라서 산의 이온화와 다르다.

▶ **염기가 미끈거리는 까닭**

염기는 단백질을 녹이는 성질이 있어 손으로 만지면 미끈거린다. 비누나 세제를 손으로 비비면 미끈거리는 것은 비누와 세제에 들어 있는 염기가 피부의 단백질을 녹이기 때문이다.

▶ **pH** 진도교재 180쪽

pH는 수용액의 H_3O^+ 농도를 간단히 나타내기 위해 사용하는 값이다.

$$pH = \log\frac{1}{[H_3O^+]} = -\log[H_3O^+]$$

수용액의 $[H_3O^+]$가 커지면 pH가 작아진다. 따라서 pH가 작을수록 산성이 강하다. 또, 수용액의 pH가 1씩 작아질수록 수용액의 $[H_3O^+]$는 10배씩 커진다. 예를 들어 pH가 2인 수용액은 pH가 3인 수용액보다 $[H_3O^+]$가 10배 크고, pH가 4인 수용액보다는 $[H_3O^+]$가 100배 크다.

03 중화 반응

▶ **중화열** 진도교재 189쪽

일정한 압력에서 일어나는 화학 반응에서 반응물과 생성물의 고유한 에너지 함량 차이 때문에 열의 출입이 따른다. 이때 출입하는 열을 반응열이라고 하는데, 특히 산과 염기의 중화 반응에서 발생하는 열을 중화열이라고 한다. 중화 반응은 H^+과 OH^-의 반응이므로 산과 염기가 반응하여 물(H_2O) 1몰을 생성할 때 발생하는 중화열은 항상 −57.7 kJ로 일정하다.

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O,\ \Delta H = -57.7\ \text{kJ}$$

01 지질 시대의 환경과 생물

▶ 화석 진도교재 202쪽

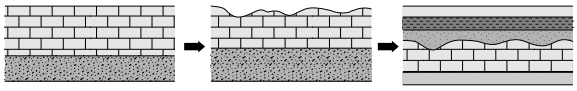
화석으로 발견되는 고생물 중에서 지층에 매몰되어 있는 동안 유해가 완전히 분해되고 생물의 외형 또는 내형의 인상이나 형태만이 퇴적물 중에 남는 경우가 있는데, 이런 화석을 인상 화석이라고 한다. 또한, 생물 유해 속으로 주위의 물질이 침투해서 생물 유해와 화학적 반응을 통해 그 성분이 바뀐 경우를 화석의 광물화 작용이라고 한다. 동물의 뼈나 껍데기와 같은 종류의 탄산 칼슘이나 인산 칼슘 등이 첨가되어 방해석, 아라고나이트 또는 인회석 등과 같은 결정의 집합체로 되는 경우도 있으며, 때에 따라서 산화 철, 황화 철 또는 석영 등 완전히 다른 광물로 치환되기도 한다.

▶ 캄브리아기 대폭발

캄브리아기 대폭발은 약 5억 4천만 년 전에 다양한 종류의 동물 화석이 갑작스럽게 출현한 지질학적 사건을 일컫는다.
46억 년 지구의 역사를 하루(24시간)로 계산해보면 캄브리아기의 시작은 오후 9시 12분 무렵이고, 그 이후 3분도 채 지나기 전에 현대에 사는 생물들의 조상이 거의 다 출현하게 되어 생물 진화의 역사로 보면 생물 다양성이 폭발하는 시기로 볼 수 있다.

▶ 부정합 진도교재 202쪽

바다에서 지층이 쌓일 때에는 일반적으로 아래에서부터 평행하게 차례로 쌓인다. 지층이 연속적으로 쌓였을 때 인접한 상하 지층의 관계를 정합이라고 한다.
해수면 아래에 쌓여 있던 지층이 조산 운동과 같은 지각 변동으로 융기하여 침식된 후 다시 침강하여 그 위에 새로운 지층이 쌓이면 상하 지층 사이에 오랜 시간 간격이 생긴다. 이처럼 인접한 상하 지층 사이에 큰 시간 차이가 있을 때 두 지층의 관계를 부정합이라 하고, 두 지층의 경계면을 부정합면이라고 한다.



▲ 부정합의 형성 과정

▶ 지사학 법칙

지질 시대 동안 일어난 사건의 선후 관계나 지층의 생성 순서를 파악하는 데에 지사학 다섯 가지 법칙을 이용한다.

수평 퇴적의 법칙	퇴적물은 일반적으로 수평으로 쌓인다.
지층 누중의 법칙	지층이 쌓일 때 아래쪽은 위쪽보다 먼저 퇴적되었다.
동물군 천이의 법칙	최근에 생성된 지층일수록 진화된 화석이 산출된다.
부정합의 법칙	부정합면을 경계로 위층과 아래층 사이에는 긴 시간 간격이 있다.
관입의 법칙	관입한 암석은 관입 당한 암석보다 나중에 생성되었다.

▶ 선캄브리아 시대의 화석 진도교재 204쪽

• **스트로마톨라이트** : 층 모양의 줄무늬 형태로 성장하는 침전물로, 주로 석회암으로 구성된다. 남세균의 성장과 물질대사에 의해 퇴적물이 독특한 구조를 보이며 쌓여서 만들어진 유기적 퇴적 구조이다. 스트로마톨라이트는 선캄브리아 시대 암석에서 가장 많이 발견되는 화석으로, 현재 오스트레일리아 서부의 바닷가 등에서도 성장하고 있는 모습이 관측된다.
• **에디아카라 동물군** : 오스트레일리아의 에디아카라에서 발견된 600여 종의 다세포 생물군으로, 선캄브리아 시대의 대표적인 표준 화석이다. 에디아카라 동물군의 생물들은 단단한 껍데기가 없기 때문에 흔적 화석을 많이 남겼다.

▶ 배경 멸종과 대멸종 진도교재 205쪽

멸종은 정상적인 현상이며, 오늘날에도 일어난다. 생물종의 평균 수명은 약 500만 년이며, 짧게는 10만 년에서 길게는 1500만 년 정도이다. 이처럼 지속적으로 발생하는 멸종이 배경 멸종이다. 배경 멸종은 약 100만 년에 전체 종의 10 %~20 %가 사라진다. 대멸종은 멸종률이 크게 증가하는 현상이다. 보통 단기간에 40 %~50 % 이상의 종 또는 20 %~30 % 이상의 과가 광범위한 생태 범위에서 멸종된다.

▶ 대멸종의 사례와 원인 진도교재 205쪽

지질 시대 동안 일어났던 멸종 중 특히 규모가 컸던 5번의 멸종을 '5대 멸종'이라고 한다. 5대 멸종 중 규모가 가장 컸던 멸종은 약 2억 5천 1백만 년 전 페름기 말기에 일어났다. 페름기 말기에 약 80만 년 동안 과의 50 %, 종의 95 % 가량이 멸종했다. 중규모 멸종으로는 약 4억 4천만 년 전 오르도비스기 말기, 약 3억 6천 5백만 년 전 데본기 후기, 약 2억 년 전 트라이아스기 말기, 약 6천 5백만 년 전 백악기 말기에 있었다.
대멸종의 원인으로는 운석 충돌, 오랜 화산 활동, 기후 변동, 해퇴(육지가 넓어짐), 해침(바다가 넓어짐) 등이 있다. 이 중 어느 한 가지 원인이 아니라 다양한 요인이 복합적으로 작용해야 대멸종이 일어날 수 있다. 페름기 말기의 멸종은 화산 활동과 온난화, 해침의 영향을 받은 것으로 보이며, 공룡 대멸종으로 잘 알려진 백악기 말기의 멸종은 운석 충돌과 한랭화, 오랜 화산 활동, 해퇴에 의해 발생했다고 알려져 있다.

▶ 생물 다양성과 여섯 번째 대멸종 진도교재 205쪽

지질 시대 동안 생물 다양성은 전 지구적으로 증가했다. 생물 다양성은 대멸종 시기에 급격히 줄었다. 특히 페름기 말기에 일어난 대멸종에 의해 생물 다양성은 그보다 2억 년 이상 거슬러 올라간 오르도비스기 초기 수준으로 돌아갔다. 하지만 생물 다양성과 생태적 복잡성은 언제나 회복되었다. 대멸종 이후 생물 다양성이 회복되는 데 걸린 시간은 대멸종의 규모에 따라 다르다. 중규모 멸종은 약 1000만 년, 페름기 말기에 일어난 대멸종은 약 1억 년이 걸렸다. 일부 과학자는 오늘날 여섯 번째 대멸종이 일어나고 있다고 말한다. 인간 활동에 의해 생물은 날마다 100여 종씩 감소하고 있다. 이렇게 계산해 보면 400년~800년 안에 대멸종이 일어날 가능성이 있다.

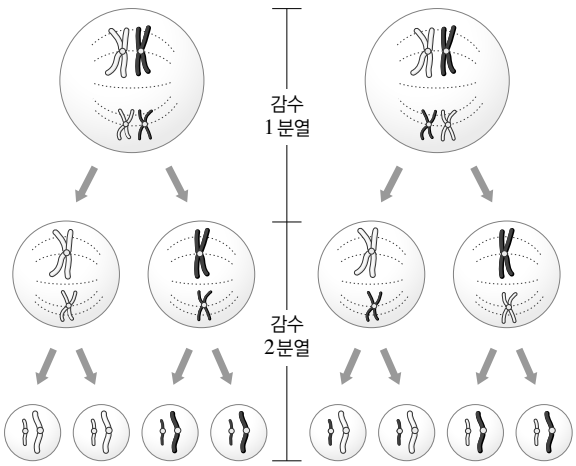
02 자연 선택과 생물의 진화

▶ **변이의 원인** 진도교재 210쪽

변이는 오랫동안 축적된 돌연변이와 유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합으로 발생한다.

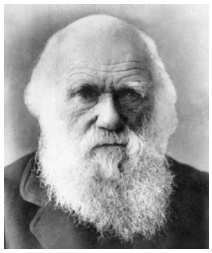
• **돌연변이** : 돌연변이는 다양한 원인에 의해 생물의 유전 정보를 담고 있는 유전 물질인 DNA에 변화가 생기는 것으로 생명체에서 어버이에 없던 새로운 형질이 나타나 유전되는 현상이다. 돌연변이는 DNA의 복제 과정을 통해 새롭게 만들어진 DNA에도 그대로 전달된다. 어떤 집단의 개체에 돌연변이가 발생하면 그 집단이 새로운 유전 정보를 갖게 되므로 그 집단의 유전적 다양성이 증가한다.

• **유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합** : 유성 생식은 생물 집단에 새로운 유전 정보를 추가하지는 못하지만, 유성 생식 과정에서 암수 생식세포가 무작위로 결합하여 유전적으로 다양한 수정란이 형성된다. 또 감수 1분열 중기에 상동 염색체가 무작위로 배열되었다가 분리되어 염색체 조합이 다양한 생식세포가 생성되고, 암수 생식세포가 무작위로 결합하여 유전자 조합이 더욱 다양한 자손이 생긴다. 교차를 고려하지 않을 때 2쌍의 상동 염색체를 가진 세포($2n=4$)가 만들 수 있는 생식세포의 종류는 $4(=2^2)$가지이다. 같은 원리로 사람이 만들 수 있는 생식세포의 종류는 8백만($\fallingdotseq 2^{23}$)가지이고, 이들의 결합으로 생기는 자손의 종류는 70조($\fallingdotseq 2^{23}\times 2^{23}$)가지나 된다.



▲ 상동 염색체의 무작위 배열과 유전적 다양성

▶ **다윈(Darwin, C. R.)**



영국의 생물학자이다. 다윈은 1831년부터 1836년까지 한 비글호 탐험을 바탕으로 1859년 『종의 기원』을 통해 자연 선택설을 기초로 한 진화설을 주장하였다. 맬서스의 인구론에 영향을 받아 생물들 간에 생존 경쟁이 필수적으로 일어난다고 생각하였고, 비글호 탐험 과정에서 환경에 적응하는 다양한 생물의 사례 관찰을 통해 환경 변화에 유리한 형질을 가진 개체가 살아남아 자손을 남기게 된다는 자연 선택을 추론하였다.

▶ **다윈의 자연 선택설** 진도교재 210쪽

다윈은 1831년부터 1836년까지 5년 동안 비글호로 아메리카와 오스트레일리아 등 세계 각지를 항해하며 생물상을 조사하였고, 갈라파고스 군도의 여러 섬에서 지리적 분포에 의한 생물종의 특이점을 발견하였다. 갈라파고스 군도를 이루는 16개의 화산섬은 서로 멀리 떨어져 있고 섬 사이에 바닷물이 빠르게 흘러 생물이 왕래하기 어려웠다. 그 결과 섬마다 서식하는 코끼리거북과 핀치의 종류가 달랐다. 그 후 다윈은 『자연 선택에 의한 종의 기원에 대하여』라는 책에서 현재 지구상의 생물종은 과거 조상 생물종의 후손이며, 다양한 변이를 가진 개체 중 자연 선택을 통해 적응력이 강한 개체가 생존하는 것이 진화의 주요 원동력이라고 주장하였다.

▶ **다윈의 진화론이 사회에 준 영향**

많은 자본주의자들은 다윈의 자연 선택설을 바탕으로 자본주의의 발전에 합리화를 시도하였다. 인간의 경쟁은 자연 법칙으로 당연한 것이며, 경쟁에서 지는 개체는 도태되는 것이 당연하기 때문에 살아남기 위해서는 경쟁에서 이겨야 한다는 주장이었다. 다윈의 진화론은 카를 마르크스에게도 영향을 주었다. 카를 마르크스는 다윈의 진화론을 통해 인류의 진화를 진보로 이해하였고, 이상적인 사회로 진보하는 것은 인간의 숙명이라고 여겼다. 또한, 신 중심적 사고에서 인간 중심적 사고로 변하는데 영향을 주었다.

▶ **다윈 이전의 진화론**

• **에라스무스 다윈** : 18세기 후반 그의 저서 『주노미아』에서 '생물은 단순하고 원시적인 상태에서 서서히 변화한다.'라고 주장하였다. 찰스 다윈의 할아버지인 그는 종이 변화하였다는 증거를 들고, 인위적인 교배에 의한 육종의 결과에 관심을 가졌다.

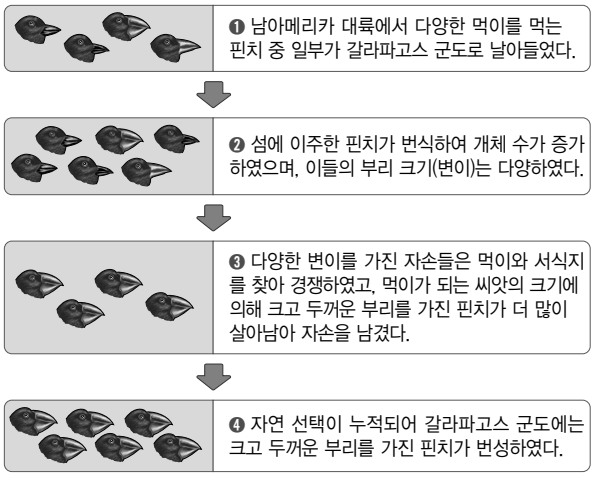
• **라마르크** : 라마르크에 의하면 생물은 진화하는 내적인 '경향'을 가지며, 환경이 변화하면 그것이 일으키는 '요구'에 의해 습성이 변화한다. 그에 따른 기관의 사용 · 불사용은 기관의 발달과 퇴화를 초래하고, 그것이 유전되어 생물이 변화한다는 용불용설을 주장하였다.

▶ **다윈 이후의 진화론**

생식질 연속설	바이스만은 체세포에 생긴 변이는 유전되지 않으며, 생식세포에 일어난 변이만이 다음 세대로 유전되어 진화한다고 주장하였다. 예 여러 대에 걸쳐서 쥐의 꼬리를 잘라 내더라도 자식 세대의 꼬리가 짧아지지 않는다.
돌연변이설	더프리스는 돌연변이로 새로운 형질이 나타나 유전되는 현상을 발견하고, 돌연변이에 의해 새로운 종이 형성되어 진화가 일어난다고 주장하였다. 예 달맞이꽃을 재배하면서 새로운 변종들이 무작위로 생기고, 유전되었다.
격리설	바그너와 로마네스는 지리적, 생식적으로 오랜 시간에 걸쳐 격리되어 있으면 원래의 종과는 다른 종으로 진화한다고 주장하였다.
정향 진화설	아이머는 화석 생물의 형질 변화를 연구하여 생물의 진화는 환경의 변화와 관계없이 내적인 요인에 의해 일정한 방향으로 일어난다고 주장하였다. 예 말은 내재된 어떤 요인에 의해 계속 몸집이 커지는 방향으로 진화하였다.
교잡설	로티는 오직 교잡에 의해 새로운 종이 형성된다고 주장하였다.

▶ 핀치 부리의 자연 선택 진도교재 212쪽

먹이의 종류에 따라 다음과 같은 과정으로 핀치의 자연 선택이 이루어졌다. 다음은 갈라파고스 군도의 한 섬에서 크고 두꺼운 부리가 자연 선택되는 과정이다.



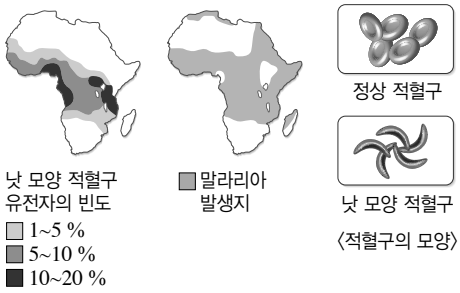
❶ 섬으로 이주한 핀치는 대륙에 사는 핀치와 지리적으로 격리된다.

❷ 섬에는 다양한 먹이가 있었고, 그에 따라 다양한 크기의 부리를 가진 핀치가 번식할 수 있었다.

❸ 가뭄으로 크고 딱딱한 씨앗의 비율이 증가하자 큰 씨앗을 먹을 수 있는 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 생존에 유리하였다.

❹ 크고 두꺼운 부리를 가진 핀치가 더 많이 살아남아 자손을 남기고, 이러한 자연 선택이 오랫동안 반복되면서 이 섬에 사는 핀치는 대부분 크고 두꺼운 부리를 가지게 되었다.

▶ 낫 모양 적혈구 빈혈증

원인	적혈구의 헤모글로빈 유전자를 구성하는 DNA 염기 서열에 돌연변이가 일어나 헤모글로빈 단백질의 아미노산이 글루탐산에서 발린으로 바뀌었다. 이 때문에 적혈구가 원반 모양이 아닌 낫 모양이 된다.
증세	• 비정상적인 헤모글로빈 구조를 가진다. • 혈액 내 산소량이 낮으면 헤모글로빈 분자가 뭉쳐서 낫 모양 적혈구를 형성한다. ➡ 응집하여 모세 혈관을 막거나 통증, 기관 손상, 마비 등의 전신 증상을 일으킨다.
자연 선택	이형 접합자(일반적으로 건강하지만 혈액 내 산소량이 지속적으로 부족할 때 일부 낫 모양 적혈구 빈혈증 증세가 나타남)의 경우 말라리아에 대한 감염 빈도와 증세가 감소된다. ➡ 낫 모양 적혈구는 말라리아원충의 밀도를 낮추고 말라리아 증세를 완화시킨다. ➡ 아프리카와 같이 말라리아 감염이 흔한 지역에서는 이형 접합자에 대한 자연 선택이 일어나 다른 지역보다 낫 모양 적혈구 유전자의 빈도가 높다.  〈적혈구의 모양〉

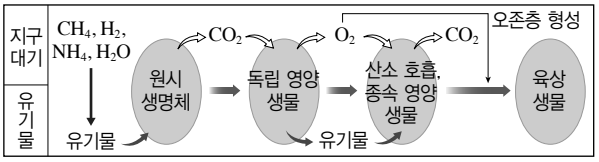
▶ 항생제 내성 세균과 슈퍼 박테리아 출현

항생제 내성 세균은 항생제에 노출되어 있어도 생존할 수 있는 세균을 말한다. 항생제 내성 세균은 의학과 수의학 분야에서 항생제를 과도하게 사용함에 따라 사회적인 문제로 대두되었다. 항생제를 지속적으로 사용하면 항생제 내성 세균이 자연 선택되고, 점점 내성이 더 강해져 더 강력한 항생제를 사용해야 한다. 또 다양한 항생제가 많이 사용되는 환경에서는 다양한 항생제 저항성 유전자를 동시에 가져 어떠한 항생제에도 저항할 수 있는 슈퍼박테리아가 생겨나기도 한다. 슈퍼박테리아는 항생제를 사용해도 죽지 않기 때문에 항생제를 오·남용하지 않도록 주의하여야 한다.

▶ 원시 생명체의 진화 과정 진도교재 213쪽

• **원시 지구의 환경** : 산소가 거의 없었고, 다량의 수증기(H_2O)와 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3), 수소(H_2), 이산화 탄소(CO_2), 질소(N_2) 등의 기체로 이루어져 있었을 것이다. 또한 번개와 화산 활동이 활발하여 에너지원이 풍부하였고, 오존층이 형성되지 않아 태양의 강한 자외선과 우주 방사선이 지구 표면에 그대로 도달하였다.

• 원시 생명체의 진화 과정



원시 생명체	• 최초의 생명체는 원시 바다에서 생활하였으며, 산소를 이용하지 않고 바닷속의 유기물을 흡수하여 에너지를 얻었을 것이다. ➡ 원시 생명체는 무산소 호흡을 하는 종속 영양 생물일 것이다. • 원시 생명체의 생명 활동 결과 대기 중 이산화 탄소의 농도가 증가하였고, 원시 바닷속 유기물의 양이 감소하였다.
▽ 환경 변화 : 유기물 감소, 이산화 탄소 증가	
독립 영양 생물	• 대기 중 이산화 탄소의 농도 증가와 유기물의 양 감소로 인해 태양의 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하는 광합성 세균(독립 영양 세균)이 출현하였다. • 독립 영양 생물의 광합성으로 산소가 발생하여 대기 중 산소 농도가 증가하고, 유기물의 양이 증가하였다.
▽ 환경 변화 : 유기물 증가, 산소 증가	
종속 영양 생물	• 대기 중 산소 농도 증가로 인해 산소 호흡을 하고, 다른 생물을 먹이로 섭취하는 종속 영양 생물이 출현하였다. • 산소 호흡이 무산소 호흡보다 에너지 효율이 높기 때문에 더 활발한 생명 활동이 가능해졌다. ➡ 산소 호흡을 하는 종속 영양 생물이 빠르게 번성하게 되었다.
▽ 환경 변화 : 오존층 형성	
육상 생물	• 대기 중 산소 농도가 증가하면서 오존층이 형성되어 지표에 도달하는 자외선의 양이 크게 감소하였다. ➡ 수중 생활을 하던 생물의 일부가 육상으로 진출하여 육상 생태계가 형성되었고, 생물 다양성이 크게 증가하였다. • 오존층 형성과 육상 생물의 출현 관계 : 원시 지구에는 오존층이 형성되지 않아 우주로부터 들어오는 강한 자외선을 차단하지 못하였다. 강한 자외선은 돌연변이를 유발하므로, 최초의 생명체는 오랫동안 수중 생활을 하였을 것이다. 그러나 독립 영양 생물에 의해 대기 중의 산소 농도가 증가하여 오존층이 형성되면서 지표면에 도달하는 유해한 자외선이 감소함에 따라 육상에서도 생물이 살 수 있는 조건이 형성되었다.

03 생물 다양성과 보전

▶ 생물 다양성(Biodiversity)의 의미 진도교재 220쪽

유전적 다양성	한 개체군이 사라진다면 그 생물종은 소진화를 가능하게 하는 유전적 다양성의 일부를 잃어버리게 된다. ➡ 유전적 다양성이 낮아지면 급격한 환경 변화가 일어났을 때 살아남을 확률이 적어 멸종할 가능성이 높아진다.
종 다양성	• 일정한 지역에 얼마나 많은 생물종이 고르게 분포하며 살고 있는지가 종 다양성을 결정한다. • 종 다양성이 높은 군집은 가뭄과 같은 외부 환경의 스트레스에 더 잘 견디며 생산성이 높고 외부에서 생물종이 침입하더라도 더 잘 저항한다.
생태계 다양성	• 사막, 삼림, 습지, 산, 호수, 강 및 농경지 등 생물 서식지의 다양성을 말하며, 한 생태계에 속하는 모든 생물과 환경의 상호 작용에 관한 다양성을 의미한다. • 생태계에 따라 서식하는 생물종과 개체 수가 달라지므로 생태계가 다양할수록 종 다양성과 유전적 다양성이 높아진다. • 갯벌, 습지와 같이 두 생태계가 만나는 지역에서는 인접한 생태계의 자원을 모두 이용하여 살아가는 생물종이 출현하므로 종 다양성이 매우 높다. ➡ 갯벌, 습지 보존의 필요성

▶ 우리나라의 생물 다양성

우리나라는 동고서저의 지형과 삼면을 둘러싼 바다, 사계절이 뚜렷한 기후의 영향으로 다른 지역에 비해 생물종이 매우 다양하고 풍부하다. 2016년 12월을 기준으로 우리나라에 살고 있다고 확인된 생물종 수는 47003종이다.

척추동물 1971종
- 포유류 125종
- 조류 522종
- 양서류, 파충류 52종
- 어류 1272종

무척추동물 25497종
- 곤충 16993종
- 곤충을 제외한 절지동물 3956종
- 무척추동물 4548종

식물 5379종
- 겉씨식물 53종
- 속씨식물 4109종
- 양치식물 293종
- 선태류 924종

균류, 지의류 4840종
- 균류 3773종
- 지의류 1067종

해조류 5857종
- 돌말류 2065종
- 윤조류 931종
- 녹조류 770종
- 기타 조류 2091종

미생물 3459종
- 원생생물 1750종
- 원핵생물 1709종

▲ 우리나라에 살고 있다고 확인된 생물종 수

▶ 생물 자원의 다양한 활용 진도교재 222쪽

의약품	• 의약품의 70 %가 생물 자원을 이용하며, 항암 치료제의 40 % 이상이 생물에서 유래한 물질이다. • 예 버드나무 : 아스피린(진통제), 주목 : 택솔(항암제)
바이오 연료	• 2020년에는 바이오에너지가 전 세계 에너지 수요의 15 %를 차지할 것으로 예상한다. • 예 옥수수, 콩 : 바이오알코올, 유채 : 바이오 디젤
화장품	• 노화 방지, 미백 등에 필요한 기능성 화장품의 주요 성분은 생물에서 유래하였다. • 예 지렁이 : 보습 기능, 황칠나무 : 피부 노화 방지 기능
바이오 신소재	• 생물의 특정 성분을 이용하여 바이오 신소재를 개발하였다. • 예 누에고치 실크 단백질 : 인공뼈, 옥수수전분 : 섬유

▶ 생물 다양성의 감소 진도교재 222쪽

• 지구상에 생명체가 나타난 이후 생물의 멸종은 계속 일어나고 있는 자연스런 현상이지만, 인간의 활동으로 인해 멸종 속도가 빨라지고 있다.

• 생물 다양성 감소 원인

서식지 파괴와 단편화	• 농지, 도시 개발, 철도 건설 등에 의한 서식지 파괴 및 단편화는 생물 다양성 감소의 가장 큰 위협이 되고 있다. • 대체 서식지가 없거나 생물이 이동할 수 없게 되면 개체군이 감소하고 생물종의 멸종으로 이어진다. • 단편화된 서식지는 작은 개체군의 멸종 가능성을 높인다.
남획	• 야생 동식물이 원래의 개체군으로 돌아갈 수 있는 능력 이상으로 잡는 것을 말한다. • 작은 섬과 같이 제한된 서식지를 가진 종들이 남획에 민감하다.
외래종 도입	• 배나 비행기를 이용한 인류의 이동이 생물종의 이동을 촉진하였다. • 천적이 없는 외래종은 포식자에 의한 개체 수 억제가 일어나지 않아 대량으로 번식할 수 있다. 그 결과 토종 생물의 서식지를 차지하고 생존을 위협하여 생물 다양성을 감소시킨다.
환경 오염	• 산성비 : 화석 연료 연소로 방출되는 황산화물과 질소 산화물이 원인이며, 수생 생물뿐만 아니라 육상 생물에도 해를 끼친다. • 이산화 황 : 잎의 기공을 통해 흡수되면 엽록소를 탈색시켜 광합성 능력을 저하시키고, 알데하이드 물질과 반응하여 유해한 물질을 생성하여 세포를 파괴시킨다.

▶ 생물 다양성 협약 진도교재 223쪽

시기	1992년 브라질 리우 UN(유엔) 환경 개발 회의에서 채택되었고, 우리나라는 1994년 10월 3일에 154번째 회원국으로 가입하였다.
목적	• 생물 다양성(유전자, 종, 생태계)의 보전 • 생물 다양성 구성 요소의 지속 가능한 이용 • 생물 자원으로 발생하는 이익의 공정하고 공평한 분배
내용	• 가입국의 생물 다양성 보전 의무 : 생물 다양성의 보전과 지속 가능한 이용을 위한 국가 전략의 수립, 생물 다양성 구성 요소의 조사 및 감시, 보호 지역의 설정 등 현지 내 보전 조치와 종자 은행 설립 등 현지 외 보전 조치의 시행, 생물 다양성 보전을 고려한 환경 영향 평가 수행 등 • 생물 다양성 보전을 위한 가입국 간 협력 : 다른 나라가 보유한 유전 자원에 접근할 때는 해당국의 사전 승인을 받도록 하는 제도 도입, 생명 공학 기술 등 생물 다양성 보전 기술을 다른 가입국에게 이전 촉진, 유전자 변형 생물체(LMOs)의 안전한 국가 간 이동 및 관리를 위한 의정서 채택 검토, 개발 도상국의 협약 이행을 위한 재정 지원 조항 등

▶ 멸종 위기에 처한 야생 동식물의 국제 거래에 관한 협약

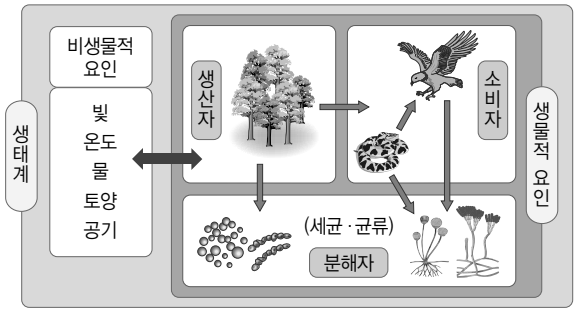
야생 동식물의 불법 거래나 과도한 국제 거래로 많은 야생 동식물이 멸종 위기에 처함에 따라 멸종 위기에 처한 야생 동식물을 보호하기 위해 무역을 제한하는 협약이다. 이 협약에는 5천여 종의 동물과 2만 8천여 종의 식물 등 약 33000종의 생물종이 등재되어 보호받고 있다. 이 협약은 1973년 2월 워싱턴에서 채택되어, 1975년 7월 발효된 것으로 워싱턴 조약이라고도 한다. 우리나라는 1993년 7월 9일에 가입하였으며, 지금까지 가입된 나라는 2016년 12월을 기준으로 총 175개국이다.

01 생태계 구성 요소와 환경

▶ 생태계 진도교재 236쪽

• 자연 환경과 생물이 밀접한 관계를 맺으며 서로 영향을 주고받는 체계를 생태계라고 한다. 한 생태계 내의 생물들은 먹이 사슬을 통해 서로 밀접하게 연관되어 있다.

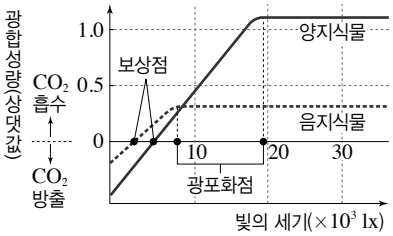
• 생태계 구성 요인 간의 관계



▶ 양지식물과 음지식물의 광합성량 진도교재 237쪽

• **양지식물** : 음지식물보다 광합성량이 많고 보상점과 광포화점이 높아 강한 빛에서 잘 자란다.

• **음지식물** : 양지식물보다 보상점과 광포화점이 낮아 약한 빛에서 잘 자란다.



▲ 양지식물과 음지식물의 빛의 세기에 따른 광합성량

▶ 물과 생물 진도교재 238쪽

곤충	• 키틴질의 외골격을 가지고 있어서 수분 증발을 막는다. • 키틴질은 N－아세틸글루코사민이 긴 사슬 형태로 결합한 중합체 다당류이다.
육상 동물	육상 생물은 항상 탈수의 위험에 노출되어 있으므로, 육상 생물의 분포는 물의 획득과 보존 능력에 영향을 받는다.
사막 동물	• 오줌, 대변, 피부 등 여러 경로를 통해 수분을 잃을 수 있으므로, 물을 섭취할 뿐만 아니라 세포 호흡에서 생성되는 물을 이용하고 진한 오줌을 배설하여 수분 손실을 최소화한다. • 낙타는 등에 있는 혹의 지방을 분해하여 수분을 보급하므로 물이 없어도 몇 달까지는 살 수 있다. 이때 낙타의 혹은 점점 작아져 나중에는 거의 없어진다.

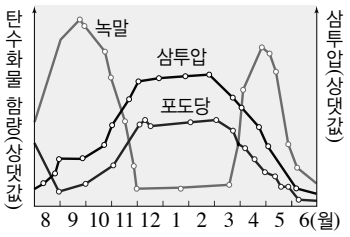
▶ 육상 식물과 물에 사는 식물의 뿌리

대부분의 육상 식물(건생 식물)은 물이 부족한 환경에서 물을 얻기 위해 뿌리가 발달하지만, 물에 사는 식물(수생 식물)은 뿌리가 발달하지 않아도 물을 얻는 데 큰 지장이 없으므로 뿌리가 잘 발달하지 않는다.

▶ 온도와 생물 진도교재 238쪽

온도는 생물체 내에서 일어나는 물질대사에 영향을 주기 때문에 생물의 생명 활동은 온도의 영향을 많이 받는다. 세포 내에 있는 물이 얼면 세포는 파괴되고, 생물을 구성하고 있는 대부분의 단백질은 45 ℃ 이상에서 변성된다. 또한 대부분의 생물은 특정 온도 범위에서 기능을 발휘하므로, 그 범위가 아닌 경우에는 생명 활동이 이루어지는데 영향을 받는다.

• 동물과 식물의 적응

동물	변온 동물	양서류, 파충류, 어류는 겨울에 체온이 낮아지면 물질대사가 원활하게 일어날 수 없으므로 겨울잠을 잔다.
	정온 동물	추운 지역에 서식하는 포유류는 몸집이 크고, 몸의 말단부가 작아지는 경향이 있다. 이것은 몸의 부피에 대한 체표면적의 비가 작아져 열 방출량이 줄어들어 체온 유지에 효과적이기 때문이다.
	계절형	• 계절형은 계절에 따라 주기적으로 변하는 온도로 인하여 호르몬의 분비가 달라져 몸의 크기나 형태, 색깔 등이 바뀌는 현상이다. • 봄형 호랑나비는 여름형 호랑나비에 비해 크기가 작고, 색깔이 연하다. ▲ 봄형 호랑나비 ▲ 여름형 호랑나비
식물	단풍	온도가 낮아져 잎의 생명 활동이 멈추면 엽록소가 파괴되고 자가 분해가 진행된다. 이 과정에서 안토시안이 생성되는 생물종은 붉은색 또는 갈색 계열의 단풍이 들고, 안토시안이 생성되지 않는 생물종은 엽록소의 녹색에 가려 보이지 않던 노란색 색소들이 나타나게 되어 노란 단풍이 든다.
	낙엽	• 대부분의 활엽수는 겨울이 되면 동상으로 일어날 수 있는 손상으로부터 보호하기 위해 낙엽을 떨어뜨린다. • 잎자루에 막을 만들어 줄기와 단절시키면 수분을 공급받지 못하는 잎은 바싹 마르게 되어 더 이상 줄기에 붙어 있지 못하고 떨어지게 된다.
	상록수	동백나무, 사철나무와 같은 상록수는 기온이 내려가면 잎 세포의 삼투압을 높여 잎 세포가 어는 것을 방지한다. 기온이 내려가면 녹말을 포도당으로 분해하여 잎 세포액 속의 포도당 농도를 증가시켜 삼투압을 높인다. 그 결과 어는점이 낮아져 잎 세포액이 잘 얼지 않게 된다.  ▲ 잎 세포의 삼투압 변화

▶ 토양과 생물 진도교재 238쪽

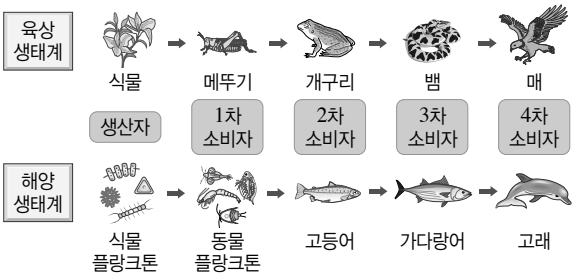
토양의 물리적 구조, pH 등은 식물과 동물의 분포를 제한한다. 특히 토양과 물의 pH는 극산성 또는 극염기일 때 생물 분포에 직접적인 제한 요소가 될 수 있고, 양분 및 독소의 용해도를 변화시켜 간접적으로 영향을 주기도 한다.

02 생태계 평형

▶ 먹이 사슬과 에너지 진도교재 244쪽

• 에너지가 영양 단계를 따라 이동하는 것을 먹이 사슬로 표현하며, 한 군집 내에서의 먹이 사슬은 서로 연관되어 있으므로 먹이 그물의 형태로 나타난다.

• 먹이 사슬은 대부분 다섯 번 이내로 짧게 연결되는데, 그 원인은 먹이 사슬을 통해 전달되는 에너지양이 점차 줄어들기 때문이다. 육상 생태계의 경우 보통 각 영양 단계의 유기물에 저장된 에너지의 약 10 % 정도만 다음 영양 단계로 전달된다.



▲ 육상 생태계와 해양 생태계의 먹이 사슬

▶ 영양 단계

생태계 내의 에너지 흐름이나 물질 순환에서 생물의 역할을 유형적으로 나눈 분류로 미국의 생태학자 린드먼에 의해 제창되었다. 영양 단계는 태양 에너지를 이용하여 무기물에서 유기물을 합성하는 생산자와 이것을 이용하여 양분을 얻는 소비자, 죽은 생물이나 다른 생물의 배설물을 분해하여 양분을 얻는 분해자로 나뉜다. 또한 소비자는 생산자를 먹이로 하는 1차 소비자, 1차 소비자를 섭취하는 2차 소비자 등으로 세분한다.

그러나 생태계의 먹이 연쇄는 복잡하여 대부분의 생물은 두 개 이상의 영양 단계에 속하며, 같은 생물종의 개체라도 발육 시기나 환경에 따라 다른 영양 단계에 속할 수도 있다.

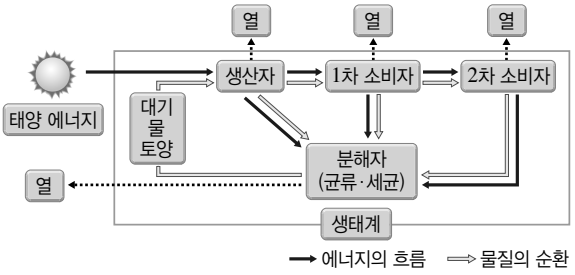
▶ 생태계에서의 물질 순환과 에너지 흐름 진도교재 244쪽

• 생태계 에너지의 근원 : 태양 에너지

• 생태계에서 물질은 순환하지만 에너지는 순환하지 않고 한쪽 방향으로 흐르다가 생태계 밖으로 빠져나간다. 따라서 생태계가 유지되기 위해서는 태양 에너지가 계속 유입되어야 한다.

• 빛에너지는 광합성에 의해 유기물의 화학 에너지로 전환된 후 호흡을 통해 생산자, 소비자, 분해자의 생명 활동에 사용되어 열에너지로 방출된다.

• 생태계로 유입된 에너지양과 생태계 밖으로 방출되는 에너지양은 같다.



▲ 생태계에서의 물질 순환과 에너지 흐름

▶ 에너지 효율 진도교재 244쪽

에너지 효율은 생태계의 한 영양 단계에서 다음 영양 단계로 이동하는 에너지의 비율이다. 상위 영양 단계로 갈수록 동물성 먹이를 많이 섭취하기 때문에 일반적으로 상위 영양 단계로 갈수록 에너지 효율은 증가한다.

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

▶ 생태계 평형 회복 사례 진도교재 245쪽

18세기 이전 해달의 개체 수는 20만 마리에 달하였지만, 18세기~20세기에 해달의 모피를 얻기 위해 사냥을 하면서 해달의 개체 수가 1000~2000마리로 줄어들었다. 그 결과 해달의 먹이인 성게의 개체 수는 급증하였고, 성게의 먹이인 해초의 개체 수는 급감하였다. 그로 인해 생태계 평형이 깨지게 되었고, 해달은 멸종 위기에 처하게 되었다. 그 후 생태계 파괴의 위험성을 깨닫고 국제적으로 해달의 사냥을 금지한 결과 해달의 개체 수가 다시 증가하였고, 성게의 개체 수는 감소하였으며, 해초의 개체 수는 증가하여 생태계가 회복되었다.

▶ 단일 작물 재배

역사	식민지 지배를 받은 지역에서 사탕수수, 커피, 천연고무, 곡류 등 상품화가 되는 작물을 한 가지만 재배하였다. 특히 1940년대 멕시코에서 시작된 '녹색 혁명' 이후 식량을 많이 생산하기 위해 화학 비료와 살충제를 대량 투입하고 관개 시설이나 대형 농기계를 도입하여 한 가지 작물을 집중적으로 재배하였다.
폐해	• 농경지 개발을 위해 삼림 벌채로 인한 환경 파괴 및 사막화, 토양의 피폐 • 상품 가치가 있는 특정 작물의 재배에 치우쳐 토종 재배종의 다양성 상실 • 종래의 자급자족형 농업의 붕괴 • 대량 생산으로 수급의 불균형 및 가격 폭락 등

▶ 생태계 복원 진도교재 247쪽

• 생태계 복원이란 생물이나 생물의 서식지를 훼손되기 이전의 상태로 되돌리는 것이다. 그 지역에 살고 있는 다양한 생물이 살아가는 공간을 회복하여 서로 조화롭게 살아갈 수 있는 자연 환경을 마련하는 것을 목적으로 한다.

• 한번 훼손된 생태계는 회복되는 데 매우 긴 시간이 걸리며 훼손되기 이전의 상태로 완전하게 복원하기 어렵기 때문에 원래의 상태에 가깝도록 생태계를 회복하는 노력을 하고 있다.

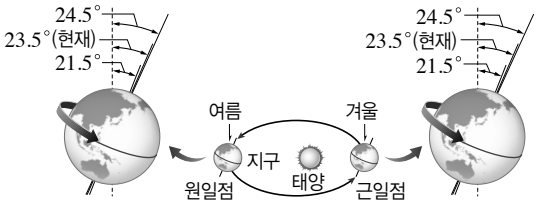
• 생태계 보전을 위한 노력

생태 통로 설치	생태 통로를 설치하여 분리된 서식지를 이어 생태계 단절을 막는다.
멸종 생물 복원	따오기, 황새 등 우리나라에서 멸종 또는 멸종 위기에 있는 생물을 되살린다.
생태 하천 복원	서식 환경이 훼손되어 생태적 기능을 잃은 하천을 복원시켜 생물의 서식지를 되살린다.
하천 정화	오염된 하천을 정화하여 생물의 서식지를 보호한다.
옥상 정원 설치	건물의 옥상에 정원을 조성하여 도시 생태계를 되살리고 도시 열섬 현상을 완화시킨다.

03 지구 환경 변화와 인간 생활

▶ 기후 변화의 지구 외적 원인 진도교재 254쪽

• **지구 자전축 기울기(경사) 변화** : 지구의 자전축은 현재 23.5° 기울어져 있고, 약 41000년을 주기로 21.5°~24.5° 사이에서 기울기가 변한다.



▲ 지구 자전축의 기울기 변화

기울기가 커질수록 태양의 남중 고도(하루 중 태양이 가장 높이 떠 있을 때의 고도) 차이가 증가하여 여름은 더 더워지고 겨울은 더 추워지므로 기온의 연교차가 커진다.

지구	계절	태양의 남중 고도	기온
원일점	여름	높아짐	상승
근일점	겨울	낮아짐	하강

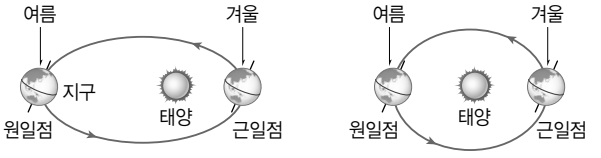
• **지구 자전축 기울기 방향의 변화(세차 운동)** : 지구의 자전축이 약 26000년을 주기로 회전한다.

▲ 현재 ▲ 13000년 후

13000년 후 기울기 방향이 반대가 되어 북반구의 여름은 더 더워지고 겨울은 더 추워지므로 기온의 연교차가 커진다.

계절(북반구)	현재 위치	13000년 후 위치	기온
여름	원일점	근일점	상승
겨울	근일점	원일점	하강

• **지구 공전 궤도 모양의 변화** : 지구의 공전 궤도는 약 10만 년을 주기로 원에 가까워졌다가 긴 타원 모양으로 변한다.



▲ 타원 궤도 ▲ 원 궤도

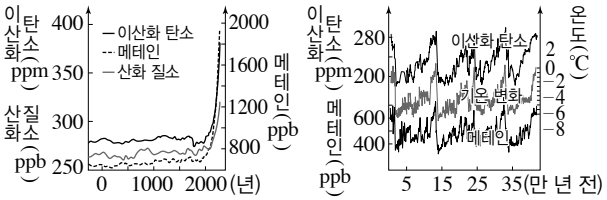
이심률이 작아질 때(타원 궤도 → 원 궤도) 지구와 태양 사이의 거리가 변하여(지구가 받는 태양 복사 에너지양이 변하여) 북반구의 여름은 더 더워지고 겨울은 더 추워지므로 기온의 연교차가 커진다.

지구(북반구)	계절	지구와 태양의 거리	기온
원일점	여름	가까워짐	상승
근일점	겨울	멀어짐	하강

• **태양 활동 변화** : 태양의 흑점 수가 많을 때 태양 활동이 활발하며, 지구에 도달하는 태양 복사 에너지양이 증가하여 기온이 상승한다.

▶ 온실 기체의 농도와 기온 변화 진도교재 254쪽

그림 (가)는 최근 2000년 동안 온실 기체인 이산화 탄소, 메테인, 산화 질소의 농도 변화를 나타낸 것이고, (나)는 40만 년 동안의 기온 변화와 이산화 탄소 및 메테인의 농도 변화를 나타낸 것이다.

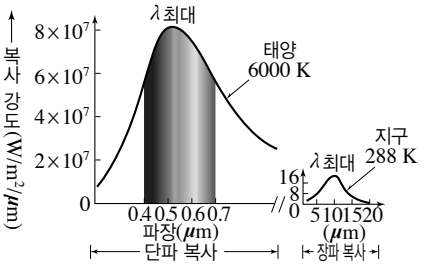


(가) (나)

그림 (가)를 통해 이산화 탄소, 메테인, 산화 질소는 산업 혁명 이후에 갑자기 증가하였다는 것을 알 수 있다. 대기 중 온실 기체의 농도 증가로 인해 지구의 평균 기온이 상승하였을 것으로 예상된다. (나)를 통해 40만 년 동안 이산화 탄소와 메테인의 농도 변화와 기온 변화는 일정한 주기로 나타나고, 온실 기체의 농도 변화는 기온 변화와 대체로 일치하는 경향성이 나타난다는 것을 알 수 있다.

▶ 온실 효과 진도교재 254쪽

대기 중 온실 기체가 단파 복사는 통과시키고, 장파 복사는 흡수 및 차단하여 지구의 평균 기온을 대기가 없을 때보다 높게 유지시키는 효과이다.



태양 복사(단파 복사)	지구 복사(장파 복사)
에너지가 가시광선에 집중	에너지가 적외선에 집중

▶ 지구 온난화의 영향 진도교재 254쪽

지구 온난화로 20세기에 지구의 평균 기온은 약 0.6 ℃가 상승하였다. 이로 인해 극지방과 고산 지대의 빙하가 감소하고, 겨울의 길이가 짧아졌다. 대신에 식물의 생육 기간은 늘어났고 집중 호우와 같은 극한 기상 현상이 자주 발생하였다.

지구 온난화가 심화되어 해수면이 1 m 상승하면 방글라데시와 같은 저지대 지역은 침수하여 지도상에서 사라지고, 세계 경작지의 $\frac{1}{3}$ 이상이 피해를 입을 것으로 보인다.

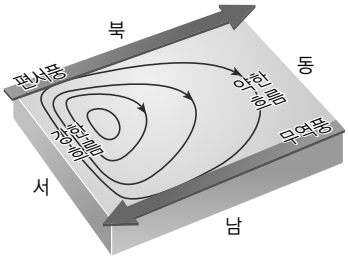
우리나라의 경우, 연평균 기온이 4 ℃ 상승하면 제주도의 서귀포는 대만과 비슷한 기온 분포를 보여 열대 작물의 재배가 가능해지지만, 기후 변화는 그 밖의 농업 생태계에 매우 복잡한 변화를 가져올 것이다. 또한, 여름의 길이가 길어지고, 겨울의 길이가 짧아지는 경향을 보이는데, 이러한 추세가 계속되면 2090년에는 겨울이 없어질 것으로 예상된다.

▶ 표층 순환 진도교재 256쪽

• **표층 순환의 발생 원인** : 표층 순환은 대기 대순환에 의해 일정한 방향으로 계속해서 부는 바람과 해수면 사이의 마찰 때문에 일어난다.

무역풍과 편서풍은 표층 순환을 일으키는 대표적인 바람이고, 표층 순환의 범위는 수심 약 100 m~1000 m 이내의 수온 약층 윗부분이다.

• **서안 강화 현상** : 지구의 자전에 의해 나타나는 전향력의 크기가 저위도에서 고위도로 갈수록 커지기 때문에 편서풍대의 표층 해수는 무역풍대의 표층 해수보다 전향력을 더 크게 받는다. 따라서 편서풍대에서 무역풍대로 이동한 표층 해수는 그 양이 무역풍대에서 편서풍대로 이동하는 표층 해수보다 많고, 이 표층 해수가 적도 해류와 함께 서쪽으로 흐르므로 대양의 동쪽보다 서쪽에 더 많은 해수가 모이게 된다. 그 결과 표층 순환의 중심이 대양의 서쪽으로 치우치는 서안 강화 현상이 나타난다.



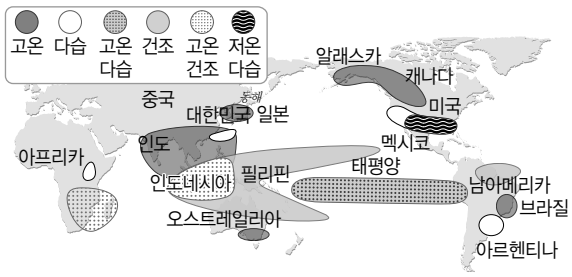
▲ 서안 강화 현상

• **서안 경계류와 동안 경계류** : 대양의 서쪽 해안을 따라 저위도에서 고위도 쪽으로 흐르는 해류를 서안 경계류라 하고, 대양의 동쪽 해안을 따라 고위도에서 저위도 쪽으로 흐르는 해류를 동안 경계류라고 한다.

구분	서안 경계류	동안 경계류
이동 방향	저위도 → 고위도(난류)	고위도 → 저위도(한류)
폭	좁다	넓다
속도	빠르다	느리다
깊이	깊다	얕다
물 수송량	많다	적다
예	쿠로시오 해류, 멕시코 만류	캘리포니아 해류, 페루 해류

▶ 엘니뇨의 영향 진도교재 257쪽

규모가 작은 엘니뇨는 남태평양 주변 지역에만 영향을 주지만, 규모가 큰 엘니뇨가 발생하면 대기의 순환이 변화하여 우리나라를 포함한 전 세계에 기상 이변이 일어날 수 있다.

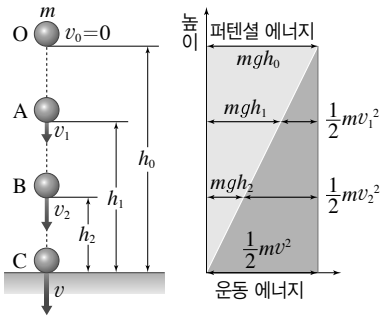


▲ 엘니뇨(12~2월)가 세계 기후에 미치는 영향

04 에너지의 전환과 효율적 이용

▶ 중력에 의한 역학적 에너지 보존 진도교재 264쪽

마찰이나 공기 저항이 없으면 낙하하는 물체의 역학적 에너지는 항상 일정하게 보존된다.



질량 m인 물체가 낙하하면서 지면으로부터의 높이가 h_1, h_2인 두 지점 A, B를 지날 때 속력이 각각 v_1, v_2이면 A에서 B까지 이동하는 동안 중력이 한 일(W)은 $mg(h_1-h_2)$이다. 여기서 중력이 한 일=운동 에너지 증가량이므로 다음과 같다.

$$mg(h_1-h_2)=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

위의 식을 정리하면 A, B 두 지점에서 물체의 역학적 에너지는 같다. 즉, 낙하하는 동안 모든 지점에서 역학적 에너지는 보존된다.

▶ 에너지 소비 효율 등급 표시 제도 진도교재 265쪽

소비자들이 효율이 높은 에너지 절약형 제품을 손쉽게 판단하여 구입할 수 있도록 하고 제조업자들이 생산 단계에서부터 에너지 절약형 제품을 생산하고 판매하도록 하는 에너지 절약을 위한 제도이다.

에너지 소비 효율 등급은 1등급~5등급으로 구분되며, 1등급에 가까운 제품일수록 에너지 절약형 제품이다. 1등급 제품은 5등급 제품에 비해 에너지가 30 %~40 % 정도 절약된다.

▶ 하이브리드 자동차 진도교재 265쪽

하이브리드 자동차는 하나의 자동차에 두 종류 이상의 동력을 얻는 장치가 있는 자동차를 말한다. 현재 하이브리드 자동차는 가솔린이나 디젤 엔진을 장착하고 전기 모터를 동력으로 쓰는 것이 일반적인 형태이다.

시동을 걸 때	엔진의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되어 배터리에 저장된다.
정속으로 주행할 때	엔진의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되어 배터리에 저장되고 자동차를 움직인다.
추월 등 가속할 때	엔진과 전기 모터를 동시에 이용, 배터리에 저장된 전기 에너지를 이용한다.
브레이크를 밟을 때	자동차 바퀴의 운동 에너지가 전기 모터에서 전기 에너지로 전환되어 배터리로 저장된다.
정지(정차)할 때	엔진은 정지하고, 배터리가 에어컨, 계기판에 전기를 공급한다.

01 전기 에너지의 생산과 수송

▶ 패러데이 전자기 유도 법칙 진도교재 280쪽

전자기 유도에 의한 유도 기전력의 크기는 코일을 통과하는 자기장과 코일의 감은 수에 비례한다. 즉, 유도 기전력을 V, 코일의 감은 수를 N, 시간 변화 Δt 동안 코일을 통과하는 자기장의 변화를 $\Delta\Phi$라고 하면, 유도 기전력은 다음과 같다.

$$V = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

이 식에서 (−)부호는 유도 기전력의 방향이 자기장의 변화를 방해하는 방향임을 의미한다.

▶ 렌츠 법칙

렌츠 법칙은 전자기 유도에 의해 발생하는 유도 기전력의 방향에 대한 법칙으로, 유도 기전력과 유도 전류는 자기장의 변화를 상쇄하려는 방향으로 발생한다는 법칙이다. 패러데이 전자기 유도 법칙의 (−)부호가 렌츠 법칙을 의미한다.

▶ 기전력을 발생시키는 장치

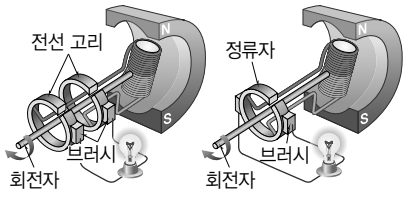
종류	발전기	화학 전지	태양 전지
에너지 전환	역학적 에너지 → 전기 에너지	화학 에너지 → 전기 에너지	빛에너지 → 전기 에너지
원리	발전기에서 전자기 유도에 의해 유도 기전력이 발생한다.	물질 사이의 화학적 퍼텐셜 에너지의 차이로 인해 기전력이 발생한다.	태양 전지가 빛을 흡수하면 기전력이 발생한다.

▶ 발전기 진도교재 280쪽

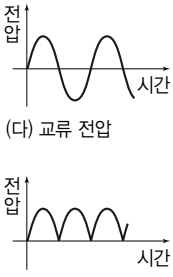
• 발전기의 원리 : 영구 자석 사이에서 코일이 회전한다. → 코일을 통과하는 자기장이 변한다. → 전자기 유도에 의해 코일에 유도 기전력이 생긴다. → 회로를 연결하면 유도 전류가 흐른다.

• 발전기의 종류

구분	교류 발전기	직류 발전기
특징	전자기 유도를 이용하여 교류 전압을 발생시키는 발전기	전자기 유도를 이용하여 발생한 교류 전압을 정류자를 통과시켜 직류 전압으로 바꾸는 발전기
이용	화력 발전, 수력 발전, 핵발전 등	태양 전지, 연료 전지 등



(가) 교류 발전기의 모형 (나) 직류 발전기의 모형



(다) 교류 전압

(라) 직류 전압

▶ 물리량의 기호와 단위

물리량	기호	단위
전류	I(Intensity)	A(암페어)
전압	V(Voltage)	V(볼트)
저항	R(Resistance)	Ω(옴)
에너지	E(Energy)	J(줄)
일	W(Work)	J(줄)
전력	P(Power)	W(와트)

▶ 직류와 교류 진도교재 282쪽

• 직류(DC) : 한쪽 방향으로 일정하게 흐르는 전류이다. 직류는 작은 용량의 전원으로 손전등, 시계, 계산기 등 휴대 기기에 사용된다.

• 교류(AC) : 전류의 방향이 주기적으로 바뀌는 전류이다. 교류는 대용량 전원으로 가정, 학교, 병원, 공장 등에 설치된 큰 기계에 사용된다. 교류는 직류보다 전압을 변화시키기 쉽지만 전하를 진동시키는 것에 의한 에너지 손실이 크다.

▶ 변전소의 종류 진도교재 282쪽

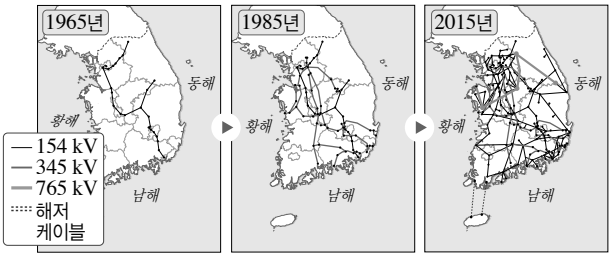
• 승압 변전소 : 발전소에서 생산한 전력을 고압 송전선로에 보내기 위해 전압을 높이는 역할을 한다.

• 1차 강압 변전소 : 승압 변전소에서 받은 전류를 낮추어 2차 변전소로 보낸다. 765 kV → 345 kV 또는 345 kV → 154 kV의 강압 작업을 수행한다.

• 2차 강압 변전소 : 송전선로에서 배전선로로 보내기 위해 154 kV → 22 kV의 강압 작업을 수행한다.

▶ 우리나라의 송전 전력망 진도교재 283쪽

현재 우리나라의 송전선로는 3개(765 kV, 345 kV, 154 kV)로 나뉜다. 1990년도 후반부터 765 kV 송전 사업이 시범적으로 도입이 되었고, 점점 확대되고 있어 현재는 아래와 같이 복잡한 송전 전력망을 구축하였다.



▶ 초고압 직류 송전

세계 각 나라에서 효율적이고 안전한 전력 수송을 위해 개발 중인 송전 방식이다. 초고압 직류 송전은 발전소에서 생산되는 고압의 교류 전력을 전력 변환기를 이용해 고압의 직류 전력으로 변환시켜 송전한 후 전력을 받는 지역에서 다시 교류 전력으로 재변환하여 공급하는 방식이다. 기존의 교류 송전 방식보다 손실되는 전력이 적고, 송전 거리의 제약이 없어 해저 케이블과 대용량 장거리 송전 등에 이용되고 있다.

02 태양 에너지 생성과 전환

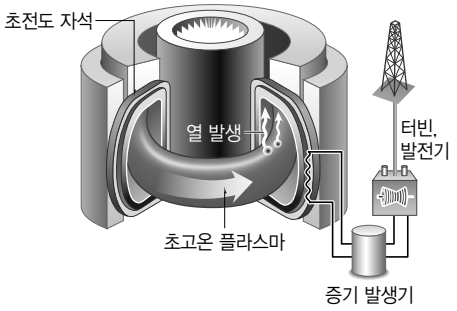
▶ 핵융합 에너지 진도교재 290쪽

태양은 주로 가장 가벼운 원소인 수소와 헬륨으로 구성되는데, 핵융합 반응에 의해 연간 1경 9300조 톤의 수소를 1경 9200조 톤의 헬륨으로 변환한다. 수소와 헬륨의 양은 100조 톤 정도 차이가 나는데, 아인슈타인의 질량 에너지 동등성($E=mc^2$)에 따라 손실된 질량은 막대한 양의 에너지로 바뀐다. 이것이 바로 수소 핵융합 에너지, 즉 태양 에너지이다. 태양은 지난 46억 년 동안 매년 엄청난 수소를 소모했지만 아직 50억 년 동안 방출할 수 있는 수소가 남아 있다. 지구에 도달하는 태양 에너지는 전체 에너지 중에서 약 $\frac{1}{20억}$이다.

▶ 토카막형 핵융합로

핵융합 반응이 일어나기 위해서는 온도 1억 ℃ 이상, 물질의 밀도가 1 m^3 공간에 1 mg 이상, 핵반응 수초 이상이라는 세 가지 조건을 만족해야 한다. 1억 ℃에 달하는 플라스마를 핵융합로에 가두고 지속적인 반응이 일어나도록 해야 한다. 과학자들은 플라스마를 핵융합로에 가두기 위해 전하 입자가 자기력선에 휘말리는 성질을 이용했다. 초전도 코일에서 발생한 강력한 자기장 공간에 플라스마를 가두는데, 이를 자장 밀폐 방식이라고 한다. 이 중 토카막을 중심으로 핵융합로 연구가 진행되고 있다. 토카막은 코일에서 발생한 자기장과 도넛 모양의 플라스마 속에 전류를 흘려 생긴 자기장이 겹쳐서 플라스마의 밀폐 성능, 즉 보온 성능을 높인 구조이다.

토카막형 핵융합 플랜트는 플라스마를 가두기 위한 자기장을 발생시키는 초전도 코일, 플라스마의 연소 운전에 필요한 초고진공을 생성하고 유지하는 진공 용기 등으로 구성되어 있다.

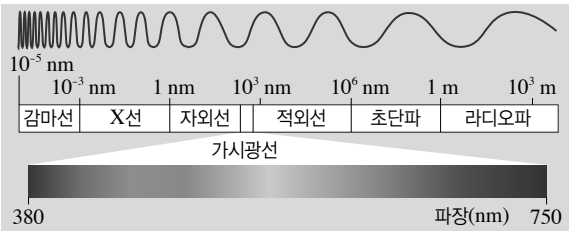


▲ 핵융합로의 구조

▶ 복사 에너지

• 복사 에너지는 전자기파로 전달되며, 전자기파는 파장에 따라 구분한다.

• 모든 물체는 복사 에너지를 방출하는데, 물체의 온도가 낮을수록 파장이 긴 전자기파를 방출한다.

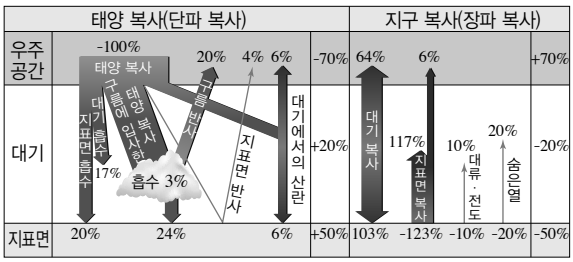


▶ 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지 진도교재 290쪽

• **태양 복사 에너지** : 태양은 표면 온도가 약 6000 K로, 가시광선, 자외선, 적외선 등의 전자기파를 방출한다. 그중 가시광선 영역의 에너지가 50 % 이상을 차지한다.

• **지구 복사 에너지** : 지구의 평균 기온은 약 15 ℃로, 적외선으로 약 95 %를 방출한다.

▶ 지구의 열평형



• **우주 공간** : 태양 복사 에너지 100 %=반사 30 %+대기 복사 64 %+지표면 복사 6 %

• **대기** : 태양 복사 20 %+지표면 복사 117 %+대류 및 전도 10 %+숨은열 20 %=지표로 복사 103 %+우주로 복사 64 %

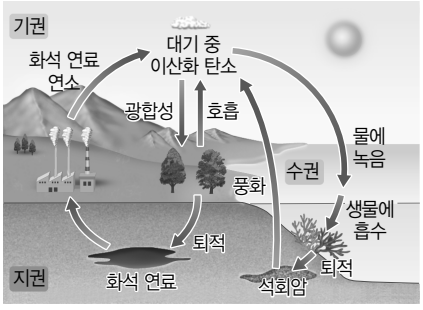
• **지표면** : 태양 복사 50 %+대기 복사 103 %=지표면 복사 123 %+대류 및 전도 10 %+숨은열 20 %

▶ 탄소 순환과 에너지 흐름 진도교재 290쪽

생태계에서 탄소는 생물과 무기 환경 사이를 순환하지만 이 과정에서 에너지는 순환하지 않는다. 유기 화합물에 포함된 에너지는 먹이 사슬을 따라 이동하면서 호흡에 의해 열에너지로 전환되어 생태계 밖으로 방출된다. 따라서 끊임없이 태양 에너지가 공급되어야 한다.

▶ 탄소 순환과 산화 환원 반응

산화는 전자를 잃는 반응이고, 환원은 전자를 얻는 반응이다. 산소는 전기 음성도가 크므로 산소와 결합하는 일은 전자를 잃는 산화 반응이고, 산소와 분리되는 일은 전자를 얻는 환원 반응이다.



• **광합성** : 이산화 탄소의 탄소는 수소와 결합하여 포도당이 되므로 환원된다.

• **호흡, 연소** : 유기물의 탄소는 수소를 잃어 이산화 탄소가 되므로 산화된다.

03 미래를 위한 에너지

▶ 천연 우라늄과 농축 우라늄 진도교재 296쪽

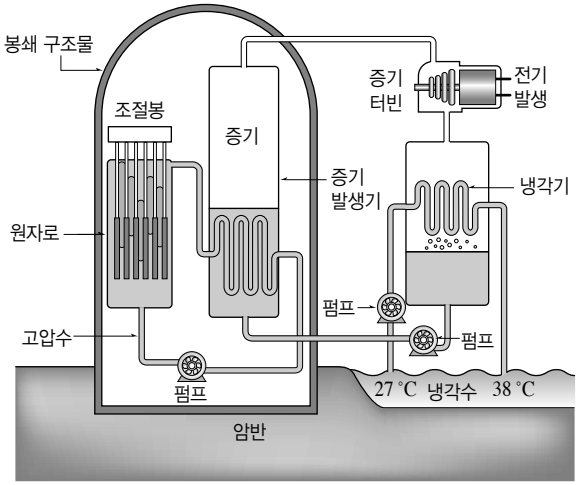
자연계에 존재하는 천연 우라늄에는 우라늄 235가 0.72 %, 우라늄 238이 99.27 % 함유되어 있다. 우라늄 235는 중성자를 흡수하면 분열되면서 에너지를 방출하지만 우라늄 238은 중성자를 흡수하면 플루토늄 239라는 원소로 바뀌게 된다. 플루토늄 239는 자연에는 존재하지 않는 원소이며, 원자 폭탄의 재료로 쓰일 수 있다. 따라서 핵발전소에서 연료로 사용하기 위해서 우라늄 235의 비율을 높여야 하는데, 이러한 작업을 우라늄 농축이라고 한다. 우라늄 235를 4 % 정도만 농축하면 핵발전소에서 사용하는 농축 우라늄이 된다. 우라늄 235를 90 % 이상 농축하면 원자 폭탄의 재료가 될 수 있으므로 우라늄 농축 기술은 필요하지만 매우 위험한 기술이다.

▶ 원자 폭탄

핵발전소에서 사용하는 핵연료에는 우라늄 235가 4 % 정도밖에 들어 있지 않으며, 우라늄 235에 흡수되는 중성자의 속도를 조절하여 연쇄 반응이 서서히 일어나도록 한다. 반면 원자 폭탄은 우라늄 235가 90 % 이상 들어 있는 농축 우라늄의 연쇄 반응을 고속으로 일어나게 하여 막대한 에너지를 한 순간에 방출한다.

▶ 원자로 진도교재 296쪽

중성자의 수와 속도를 조절하여 우라늄의 연쇄 반응이 일어날 때 발생하는 열을 이용하는 장치를 원자로라고 한다. 원자로는 핵연료, 감속재, 냉각재, 제어재, 구조재 등으로 구성된다.



▲ 원자로의 구조

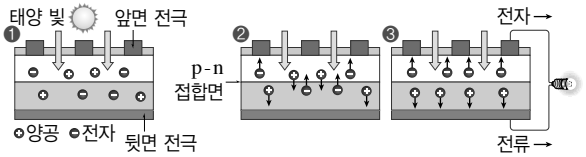
▶ 염료 감응형 태양 전지

값싼 유기 염료와 나노 기술을 이용해서 저렴하면서도 고도의 에너지 효율을 갖도록 개발된 태양 전지로, 태양빛을 받으면 전기를 생산하는 염료를 이용해서 전기 에너지를 생산하는 방식이다. 반도체를 이용하는 기존 태양 전지에 비해 저렴하며 특히 유리에 활용했을 때 투명하고 다양한 색 구현이 가능하다. 또한 가시광선을 투과시킬 수 있어 건물의 유리창이나 자동차 유리에 그대로 붙여 사용할 수도 있다.

▶ 태양 전지의 원리 진도교재 297쪽

태양 전지는 두 종류의 반도체를 접합하여 만들며, 빛을 흡수하면 전기가 만들어지는 원리를 이용한다.

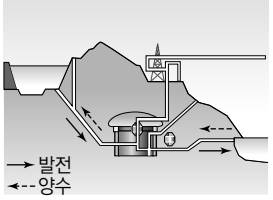
태양 전지의 원리



❶ 태양 전지에 태양광이 흡수되면 태양 전지 내부에 자유 전자가 발생한다.
❷ 자유 전자가 한쪽 전극으로 이동하게 되면 기전력(전압)이 생긴다.
❸ 전극에 외부 회로를 연결하면 전자는 외부 회로를 통해 이동하며 전류가 흐른다.

▶ 양수 발전

양수 발전은 밤에는 전력이 남고 낮에는 전력이 부족해지는 것을 이용하여 밤에는 남는 전력을 이용하여 양수를 하였다가 낮에 발전하는 수력 발전 방식이다. 낮에는 위쪽 저수지에 저장된 물을 이용하여 발전을 하고, 밤에는 여분의 전력을 이용하여 펌프를 가동하여 아래쪽 저수지의 물을 위쪽 저수지로 퍼 올린다.



▲ 양수 발전 원리

▶ 기후 변화 협약

• 기후 변화 협약은 1992년 브라질의 리우데자네이루에서 열린 국제 환경 회의에서 채택된 기후 변화에 관한 대표적인 다자간 협약이다. 이 협약의 목적은 지구의 기후 체계가 인간의 인위적 활동으로 인한 영향을 받지 않도록 대기 중의 온실 기체 농도를 안정화하는 데 있다.

1972년	• 로마클럽 '성장의 한계' 발간 – 지구 온난화에 대해 제기함 • 스톡홀름 유엔 인간 환경 회의
1979년	제1차 세계 기후 회의
1988년	기후 변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC) 설립
1992년	리우 유엔 환경 개발 회의(의제 21, 기후 변화 협약, 생물 다양성 협약 채택)

▲ 기후 변화 협약 체결까지의 주요 진행 경과

• 교토 의정서는 전 세계적인 기후 협약이 말뿐만 아니라 실질적인 변화를 요구할 수 있음을 보여주는 것이다. 기후 변화 협약이 전 세계 국가들의 기후 변화 방지 노력에 대한 원칙을 담고 있다면 교토 의정서는 이 목적을 달성하기 위한 실제적인 온실 기체 배출 감축 노력, 즉 누가, 얼마만큼, 어떻게 줄일 것인가에 대한 내용을 규정하는 법적 구속력이 있는 문서이다.

감축 대상 온실 가스	이산화 탄소(CO_2), 메테인(CH_4), 아산화 질소(N_2O), 수소 플루오린화 탄소(HFCs), 과플루오린화 탄소(PFCs), 육플루오린화 황(SF_6)
가입한 국가의 감축 목표	• 온실 기체의 배출량을 1차 의무 이행 기간(2008~2012) 동안 1990년 대비 평균 5.2 % 감축 • 국가별 차별적인 감축 목표 부여

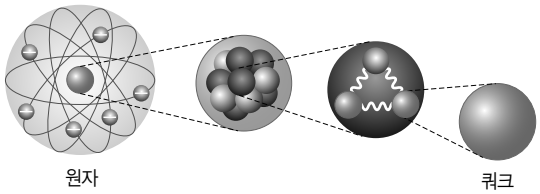
▲ 교토 의정서의 중요 내용

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 162쪽

01 그림은 원자와 원자를 구성하는 입자를 나타낸 것이다.

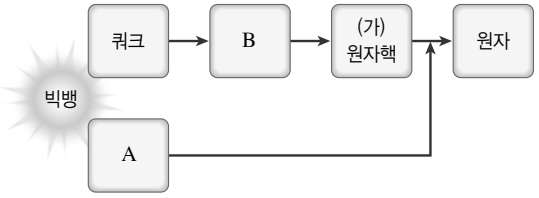


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 쿼크는 양성자, 원자핵, 원자를 구성하는 기본 입자이다.
ㄴ. 양성자는 같은 종류의 쿼크 2개와 다른 종류의 쿼크 1개로 이루어져 있다.
ㄷ. 원자핵은 중성자만으로 구성된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 빅뱅 이후 생성된 입자들의 변화를 나타낸 것이다.

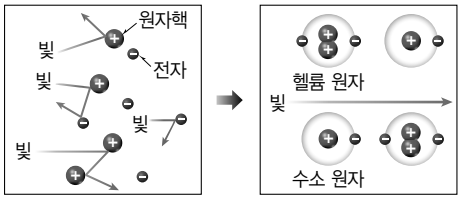


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 음전하를 띤다.
ㄴ. B는 3개의 쿼크로 이루어진다.
ㄷ. (가)가 생성된 시기에 우주의 나이는 약 3분이었다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 빅뱅 이후 어느 시기에 일어난 변화이다.

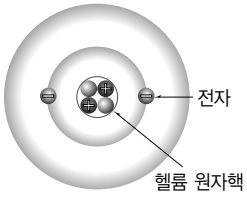


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 우주의 나이는 약 38만 년이었다.
ㄴ. 투명했던 우주가 흐려지기 시작하였다.
ㄷ. 빛이 우주로 퍼져 나가 우주 배경 복사가 되었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 원자의 구조를 간단히 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



보기
ㄱ. 전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 이동하면 방출 스펙트럼이 나타난다.
ㄴ. 원자의 종류가 달라도 흡수하거나 방출하는 빛의 파장은 같다.
ㄷ. 별빛의 스펙트럼을 관측하면 원소의 종류와 함량을 알 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 빅뱅 우주론의 증거로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 약 3 K의 우주 배경 복사
ㄴ. 우리은하와 태양계의 회전 방향
ㄷ. 우주에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비
ㄹ. 우리은하에서 구상 성단이 분포하는 위치

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

성취도 테스트 A

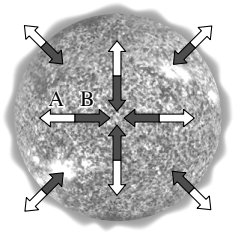
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 162쪽

01 별의 진화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 별은 질량에 따라 진화 경로가 달라진다.
② 별은 일생의 대부분을 적색 거성으로 보낸다.
③ 질량이 큰 별일수록 무거운 원소를 생성한다.
④ 중심부에서 수소 핵융합 반응을 하는 별의 크기는 일정하다.
⑤ 핵융합 반응으로 생성된 원소의 질량은 반응 원소의 총질량보다 작다.

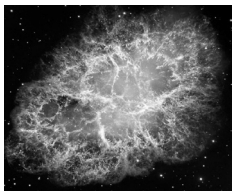
02 그림은 어느 별의 내부에서 두 힘 A, B가 지속적으로 평형을 이루는 모습을 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



보기
ㄱ. A는 핵융합 반응으로 발생한다.
ㄴ. B는 별을 팽창시키는 힘이다.
ㄷ. 이 별의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

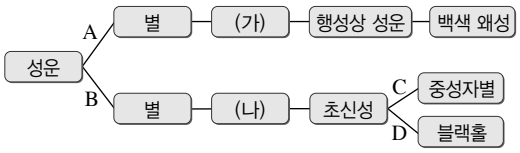
03 그림은 초신성 폭발로 생성된 성운을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



보기
ㄱ. 중심부에 백색 왜성이 형성된다.
ㄴ. 성운을 이루는 물질 중에는 철보다 무거운 원소도 있다.
ㄷ. 초거성일 때 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어났다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 질량이 작은 별과 큰 별의 진화 경로를 나타낸 것이다.

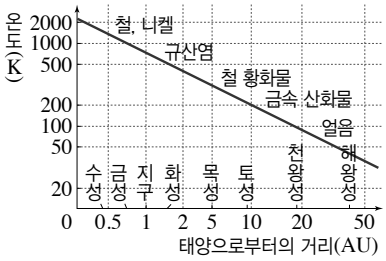


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 B보다 질량이 작은 별의 진화 경로이다.
ㄴ. C는 D보다 질량이 큰 별이 진화할 때 형성된다.
ㄷ. (가)의 중심부에서는 철이 생성되고, (나)의 중심부에서는 철보다 무거운 원소가 생성된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 행성이 형성된 시기의 태양으로부터의 거리에 따른 태양계의 온도 분포와 물질의 응집 온도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 지구형 행성에는 철, 니켈 등의 성분이 많다.
ㄴ. 지구형 행성은 목성형 행성보다 온도가 낮은 환경에서 형성되었다.
ㄷ. 목성형 행성은 가벼운 성분으로 이루어진 미행성체가 충돌하여 형성되었다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

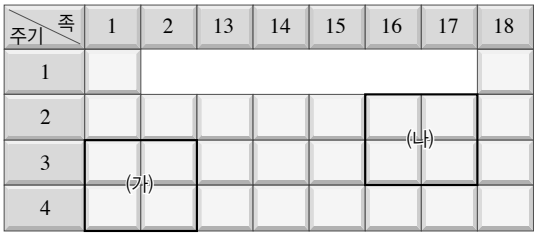
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 162쪽

01 멘델레예프의 주기율표와 현대 주기율표의 원소 배열 기준을 옳게 짝 지은 것은?

	멘델레예프의 주기율표	현대 주기율표
①	원자량	중성자수
②	원자량	전자 수
③	원자량	원자 번호
④	원자 번호	원자량
⑤	원자 번호	전자 수

02 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)의 1족 원소 중 원자 번호가 큰 것은 칼륨이다.
ㄴ. (나)는 모두 비금속 원소이다.
ㄷ. (가)에서 원자 번호가 가장 큰 원소와 (나)에서 원자 번호가 가장 작은 원소의 번호 차이는 12이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 다음은 몇 가지 원소들을 (가)와 (나)로 분류한 것이다.

(가) 철(Fe), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 구리(Cu)
(나) 산소(O), 염소(Cl), 수소(H), 질소(N)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. (가)는 모두 금속 원소이다.
ㄴ. (나)는 모두 같은 주기 원소이다.
ㄷ. 열과 전기 전도성으로 (가)와 (나)를 구분할 수 있다.

04 표는 몇 가지 알칼리 금속의 조각을 각각 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨린 물에 넣었을 때의 결과를 나타낸 것이다.

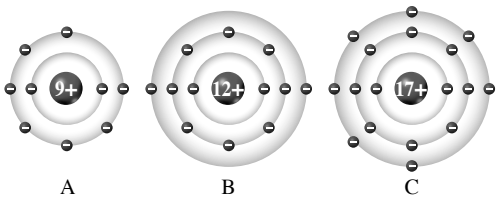
금속	리튬	나트륨	칼륨
물과의 반응	잘 반응하여 기체 발생	격렬하게 반응하여 기체 발생	매우 격렬하게 반응하여 기체 발생
수용액의 색 변화	무색 → 붉은색	무색 → 붉은색	무색 → 붉은색

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크다.
ㄴ. 알칼리 금속이 물과 반응할 때 발생하는 기체는 모두 같다.
ㄷ. 알칼리 금속이 물과 반응하여 생성된 수용액에 공통적으로 존재하는 이온은 수소 이온이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 세 가지 원자 A~C의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. A와 C는 같은 족 원소이다.
ㄴ. B와 C는 화학적 성질이 비슷하다.
ㄷ. A~C의 원자가 전자 수의 합은 38이다.

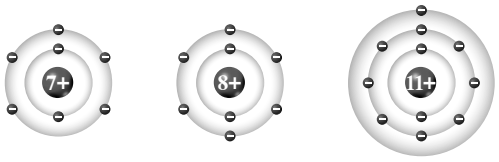
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 163쪽

01 그림은 세 가지 원자 A~C의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



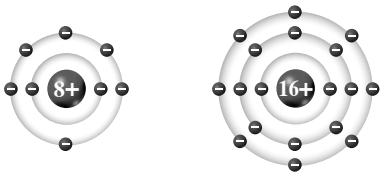
A B C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. 가장 안정한 이온의 전자 배치를 이루기 위해 필요한 전자 수는 A가 B보다 크다.
ㄴ. B와 C가 결합한 화합물은 이온 결합 물질이다.
ㄷ. B는 양이온이 되기 쉽고, C는 음이온이 되기 쉽다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 원자 X, 이온 Y^{2-}의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



X Y^{2-}

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. Y는 3주기 원소이다.
ㄴ. X와 Y는 모두 16족 원소이다.
ㄷ. X_2에는 2중 결합이 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

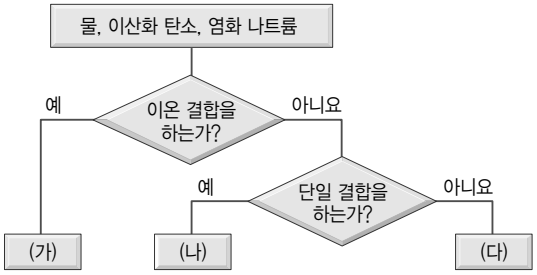
주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A							
2						B	C	
3	D						E	
4		F						

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, A~F는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. A와 E의 화합물과 C와 D의 화합물은 같은 종류의 화학 결합으로 이루어져 있다.
ㄴ. B_2의 공유 전자쌍 수는 C_2의 2배이다.
ㄷ. E와 F의 화합물이 생성될 때 E의 전자가 F로 이동한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 몇 가지 물질을 구분하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 바닷물에 많이 녹아 있다.
ㄴ. (나)는 사람 몸의 약 70 %를 구성한다.
ㄷ. (다)는 광합성에 이용된다.

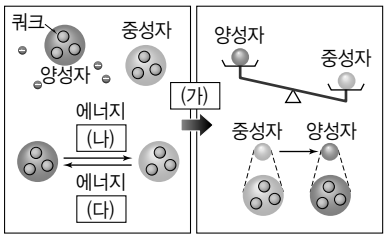
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 163쪽

01 그림은 빅뱅 후 시간의 흐름에 따라 양성자와 중성자의 생성과 변환이 달라지는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)의 경우는 우주의 온도가 내려갔을 때이다.
ㄴ. (나)는 흡수, (다)는 방출이다.
ㄷ. 우주에 양성자보다 중성자가 많은 까닭을 알 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 다음 (가)와 (나)는 두 별의 중심부에서 핵융합 반응이 더 이상 일어나지 않을 때, 별의 바깥층에서 중심부로 가면서 원소의 분포를 나타낸 것이다.

(바깥층 ← → 중심부)
(가) 수소 → 헬륨 → 탄소 → 산소 → 규소 → 철

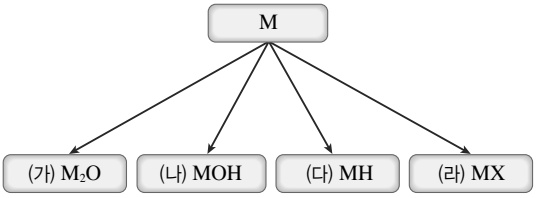
(바깥층 ← → 중심부)
(나) 수소 → 헬륨 → 탄소

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 백색 왜성으로 진화한다.
ㄴ. (나)는 초신성 폭발 단계에서 철보다 무거운 원소를 생성한다.
ㄷ. 주계열성일 때의 질량이 태양과 비슷한 별은 (나)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 알칼리 금속(M)으로 이루어진 몇 가지 화합물을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, X는 임의의 할로젠의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. (가)는 은백색 광택을 띤다.
ㄴ. (나)는 물과 M이 반응할 때 생성된다.
ㄷ. (다)와 (라)는 이온 결합 물질이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A							
2	B						C	D
3	E	F						

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?(단, A~F는 임의의 원소 기호이다.)

① 비활성 기체는 한 가지이다.
② A와 C는 전자쌍 1개를 공유하여 결합한다.
③ C와 E가 결합한 화합물의 구성 입자는 각각 D와 같은 전자 배치를 이룬다.
④ C와 F가 결합한 화합물의 화학식은 FC_2이다.
⑤ 화합물 AC와 BC는 같은 종류의 화학 결합으로 이루어져 있다.

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 164쪽

01 표는 지각과 사람을 구성하는 주요 원소의 질량비(%)를 순서 없이 나타낸 것이다.

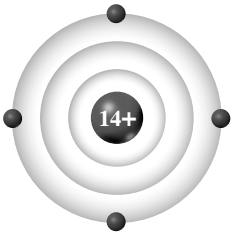
(가)		(나)	
산소	46.6	산소	65.0
규소	27.7	탄소	18.5
알루미늄	8.1	수소	9.5
철	5.0	질소	3.3
칼슘	3.6	칼슘	1.5
나트륨	2.8	인	1.0
칼륨	2.6	칼륨	0.4
마그네슘	2.1	황	0.3
기타	1.5	기타	0.5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 지각, (나)는 사람에 해당한다.
ㄴ. (가)와 (나)의 원소는 대부분 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성되었다.
ㄷ. (가)와 (나)의 산소는 지각이나 사람의 몸속에서 화합물로 존재한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 어느 원자의 전자 배치에서 원자핵의 전하와 원자가 전자만을 나타낸 것이다.

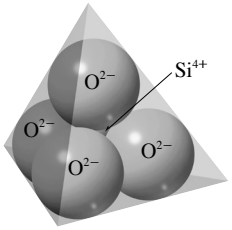


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 규소의 전자 배치이다.
ㄴ. 원자를 이루는 전자는 7개이다.
ㄷ. 4개의 산소와 공유 결합을 할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 규산염 사면체의 모형을 나타낸 것이다.

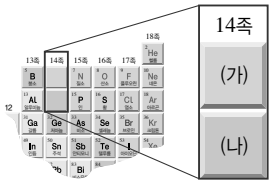


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 규산염 사면체는 양전하를 띤다.
ㄴ. 규산염 사면체는 규산염 광물의 기본 구조이다.
ㄷ. 규산염 사면체 사이에 산소를 공유하면서 다양한 광물이 만들어진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에 해당하는 원소에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)와 (나) 모두 원자가 전자는 4개이다.
ㄴ. (가)는 2중 결합이나 3중 결합을 하는 경우가 있다.
ㄷ. (나)는 사람 몸에서 산소 다음으로 많은 양을 차지한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

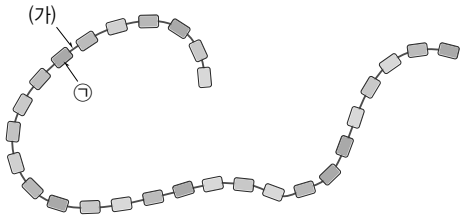
• 정답과 해설 164쪽

01 생명체의 구성 물질 중 단위체의 결합으로 만들어지는 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 녹말 ㄴ. 포도당
ㄷ. 단백질 ㄹ. RNA

① ㄱ, ㄹ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

02 그림은 단백질의 구조를 모식적으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① (가)는 펩타이드 결합이다.
② (가)가 형성될 때 물이 첨가된다.
③ ㉠은 아미노산이다.
④ ㉠의 종류는 20가지이다.
⑤ 단백질의 종류에 따라 ㉠의 배열 순서가 다르다.

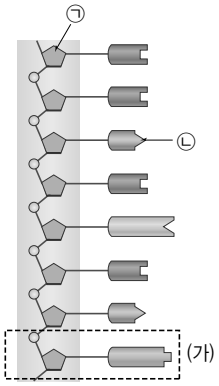
03 단백질과 DNA에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 단위체의 종류는 단백질이 DNA보다 많다.
② 단백질은 단위체의 배열 순서에 유전 정보를 저장한다.
③ 사람을 구성하는 물질의 비율은 DNA가 단백질보다 많다.
④ 단백질은 단위체의 배열 순서와 관계없이 분자의 입체 구조가 동일하다.
⑤ DNA의 이중 나선 중 한쪽 가닥의 염기 서열이 – ATGCGA –라면 다른 쪽 가닥의 염기 서열은 – UACGCU –이다.

04 DNA에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 리보스를 포함한다.
② 단일 가닥으로 존재한다.
③ 염기 타이민(T)을 포함한다.
④ 염기 구아닌(G)은 아데닌(A)과 결합한다.
⑤ 단위체는 염기 사이의 결합으로 길게 연결된다.

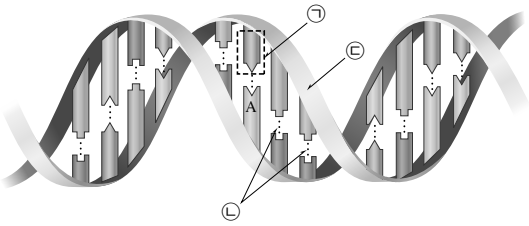
05 그림은 RNA의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유전 정보의 저장에 관여한다.
② ㉠은 리보스이다.
③ ㉡을 구성하는 염기에는 타이민(T)이 있다.
④ (가)는 아미노산이다.
⑤ (가)에서 당과 인산은 수소 결합으로 연결된다.

06 그림은 생명체를 구성하는 물질 중 하나의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 U(유라실)이다.
ㄴ. ㉡은 수소 결합이다.
ㄷ. ㉢을 이루는 당과 인산의 분자 수는 1 : 1이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 164쪽

01 반도체에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

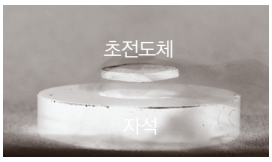
보기
ㄱ. 다이오드와 트랜지스터에 이용된다.
ㄴ. 규소, 저마늄은 반도체이다.
ㄷ. 전기 전도성이 도체와 절연체의 중간 정도이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 반도체의 전기적 성질 중 온도나 압력 등의 조건에 따라 전기 저항이 변하는 성질을 이용한 예로 가장 적절한 것은?

① 태양 전지 ② 적외선 감지기
③ 레이저의 광원 ④ 발광 다이오드
⑤ 압력 감지기

03 그림은 특정 온도 이하에서 초전도체가 자석 위에 떠 있는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 마이스너 효과이다.
ㄴ. 초전도체의 전기 저항은 무한대이다.
ㄷ. 초전도체는 전력 손실이 없는 송전선을 만드는 데 사용할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 여러 가지 신소재의 특징에 대해 철수, 영희, 민수가 대화하고 있는 모습이다.

옳게 말한 사람만을 있는 대로 고른 것은?

① 철수 ② 민수 ③ 철수, 영희
④ 영희, 민수 ⑤ 철수, 영희, 민수

05 다음은 어떤 신소재에 대한 설명이다.

- 탄소 원자가 육각형 벌집 모양의 구조를 이룬다.
- 열전도성과 전기 전도성이 뛰어나며, 강도가 강철보다 강하다.
- 휘어지는 디스플레이, 의복형 컴퓨터 등에 이용된다.

어떤 물질에 대한 설명인가?

① 액정 ② 그래핀
③ 반도체 ④ 네오디뮴 자석
⑤ 초전도체

06 자연을 모방한 신소재와 그 모방 대상을 옳게 짝 지은 것은?

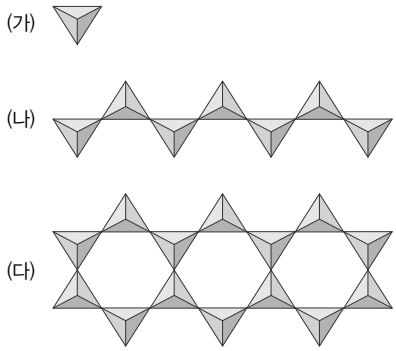
	자연을 모방한 신소재	모방 대상
①	수중 접착제	거미줄
②	의료용 봉합사	홍합
③	전신 수영복	연잎
④	벨크로 테이프	게코도마뱀
⑤	인공 힘줄	전복

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 165쪽

01 그림 (가)~(다)는 서로 다른 규산염 광물에서 규산염 사면체의 결합 구조를 나타낸 것이다.

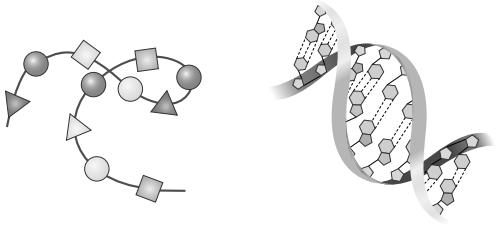


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가) 구조는 산소와 규소만으로 광물을 이룬다.
ㄴ. (나)와 같은 결합 구조는 휘석에서 나타난다.
ㄷ. (가) → (나) → (다)로 갈수록 규산염 사면체 사이에 공유되는 산소의 수가 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 생명체를 구성하는 두 가지 물질 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



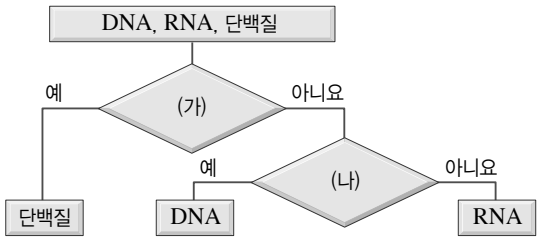
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가)에는 펩타이드 결합이 있다.)

보기
ㄱ. (가)는 에너지원으로 사용될 수 있다.
ㄴ. (나)는 20종류의 단위체로 구성된다.
ㄷ. (가)와 (나)의 구성 원소에는 질소가 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 DNA, RNA, 단백질을 구분한 것이다.

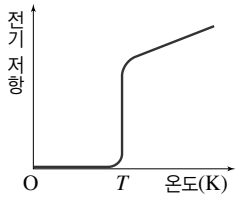


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

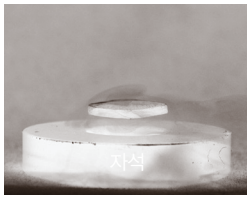
보기
ㄱ. (가)는 '효소의 성분인가?'가 될 수 있다.
ㄴ. (나)는 '리보스가 있는가?'가 될 수 있다.
ㄷ. DNA, RNA, 단백질은 공통적으로 탄소를 포함한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 어떤 물체의 전기 저항을 온도에 따라 나타낸 것을, (나)는 특정 온도 이하에서 이 물체가 자석 위에 떠 있는 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)와 같은 특성이 있는 물체는 핵융합 장치에 사용된다.
ㄴ. (나)에서 물체의 온도는 T보다 낮다.
ㄷ. (나)에서 물체에 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

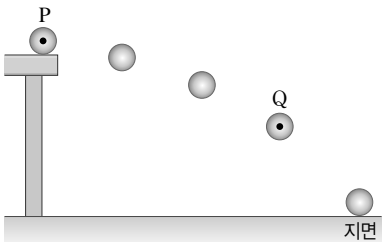
• 정답과 해설 165쪽

01 중력에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 무게란 지구가 물체에 작용하는 중력의 크기이다.
ㄴ. 사과가 지구를 당기는 중력과 지구가 사과를 당기는 중력의 크기는 서로 다르다.
ㄷ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 항상 끌어당기는 힘이다.
ㄹ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 두 물체 사이의 거리가 멀수록 크다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

02 다음은 수평 방향으로 던진 공의 경로를 일정한 시간 간격으로 나타낸 그림과, 공의 운동을 분석한 것이다.

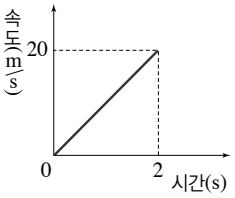


공에 작용하는 중력은 P점에서는 ㉠(　　) 방향, Q점에서는 ㉡(　　) 방향이다. 공의 수평 방향 속도는 ㉢(　　)하고, 연직 방향 속도는 일정하게 증가한다.

㉠~㉢에 들어갈 기호나 용어를 옳게 짝 지은 것은?(단, 공기 저항은 무시한다.)

	㉠	㉡	㉢
①	↓	↓	일정
②	↓	↓	일정하게 증가
③	↓	↘	일정하게 증가
④	↘	↓	일정
⑤	→	↘	일정

03 그림은 직선상에서 운동하는 질량이 2 kg인 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



2초 동안 이 물체의 가속도의 크기는?

① 10 m/s^2 ② 20 m/s^2 ③ 30 m/s^2
④ 40 m/s^2 ⑤ 50 m/s^2

04 질량 1 kg인 물체를 어떤 높이에서 수평 방향으로 2 m/s의 속도로 던졌더니 바닥에 도달하는 데 5초 걸렸다. 바닥에 도달할 때까지 이 물체가 수평 방향으로 이동한 거리는?(단, 공기 저항은 무시한다.)

① 5 m ② 10 m ③ 15 m
④ 20 m ⑤ 25 m

05 (　　) 안에 공통으로 들어갈 힘의 종류를 쓰시오.

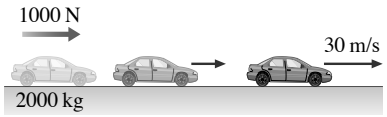
• 구름 속에서 성장한 물방울이 (　　)의 영향으로 비나 눈이 되어 내린다.
• 달과 지구 사이에 작용하는 (　　)은 밀물과 썰물 현상을 일으킨다.

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 165쪽

[01~02] 그림과 같이 직선상에서 정지해 있던 질량이 2000 kg인 자동차가 1000 N의 힘을 받아 30 m/s의 속도가 될 때까지 속도가 일정하게 증가하였다.



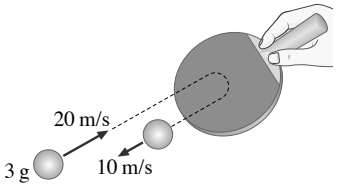
01 이 자동차의 운동량의 변화량의 크기는?

① 20000 kg·m/s ② 40000 kg·m/s
③ 60000 kg·m/s ④ 80000 kg·m/s
⑤ 100000 kg·m/s

02 이 자동차에 힘이 작용한 시간은?

① 10초 ② 20초 ③ 40초
④ 60초 ⑤ 80초

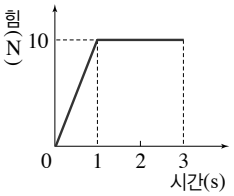
03 그림과 같이 질량이 3 g인 탁구공이 20 m/s의 속도로 날아가다가 탁구채에 맞고 반대 방향으로 10 m/s의 속도로 튀어 나왔다.



탁구채가 탁구공에 가한 충격량의 크기는?

① 0.03 N·s ② 0.06 N·s
③ 0.09 N·s ④ 0.12 N·s
⑤ 0.15 N·s

[04~05] 그림은 마찰이 없는 수평면 위에 정지해 있는 질량이 10 kg인 물체에 작용하는 힘의 크기를 시간에 따라 나타낸 것이다. 힘을 받는 동안 물체는 직선 운동을 하였으며 운동 방향이 변하지 않았다.

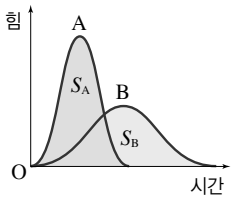


04 3초 동안 물체가 받은 충격량의 크기는?

① 5 N·s ② 10 N·s ③ 15 N·s
④ 20 N·s ⑤ 25 N·s

05 3초 후 이 물체의 속도의 크기는 몇 m/s인지 쓰시오.

06 그림은 똑같은 2개의 야구공 A, B가 야구 방망이로부터 받은 힘의 크기를 각각 시간에 따라 나타낸 것으로, 그래프 아랫부분의 넓이 S_A와 S_B가 같다.



야구공 A, B에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A와 B가 받은 충격량은 같다.
ㄴ. 충돌 시 공이 받은 평균 힘의 크기는 A가 B보다 크다.
ㄷ. 충돌 전 두 공의 속도가 같을 때 공이 튀어 나가는 속도의 크기는 A가 더 크다.

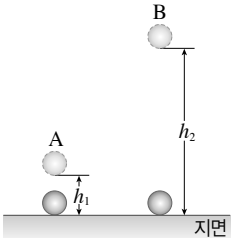
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 166쪽

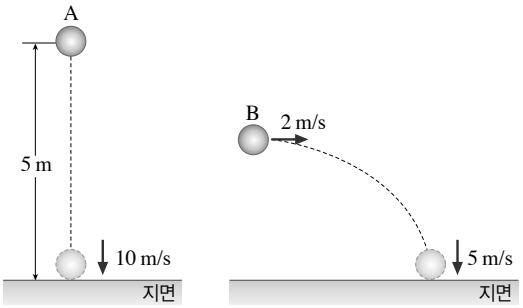
01 그림과 같이 지면으로부터 높이가 각각 h_1, h_2인 두 지점에서 물체 A, B를 동시에 가만히 놓았더니 A는 t초 후에 v의 속도로 지면에 도달하였다.



B가 지면에 도달할 때의 속도가 $2v$라면 B가 높이 h_2에서 자유 낙하 한 이후 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은?(단, 중력 가속도는 일정하고, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.)

① t ② $2t$ ③ $3t$
④ $4t$ ⑤ $5t$

02 그림 (가)와 같이 지면으로부터 높이가 5 m인 곳에서 물체 A를 가만히 놓았더니 1초 후에 10 m/s의 속도로 지면에 도달하였다. 그림 (나)와 같이 어떤 높이에서 물체 B를 수평 방향으로 2 m/s의 속도로 던졌더니 t초 후에 지면에 도달하였으며, 지면에 도달할 때 연직 방향의 속도는 5 m/s였다.

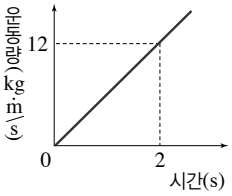


(가) (나)

t초 동안 물체 B의 수평 도달 거리는?(단, 중력 가속도는 일정하고, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.)

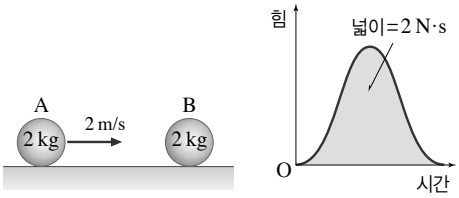
① 1 m ② 2 m ③ 3 m
④ 4 m ⑤ 5 m

03 마찰이 없는 수평면에 놓인 질량이 3 kg인 물체에 크기가 F인 힘이 수평 방향으로 작용하였다. 그림은 힘 F가 작용한 순간부터 물체의 운동량을 시간에 따라 나타낸 것이다.



2초 동안 물체에 작용한 힘의 크기는 몇 N인지 쓰시오.

[04~05] 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면 위에서 물체 A가 정지해 있는 물체 B를 향해 2 m/s의 속도로 운동하는 것을 나타낸 것이다. A, B는 질량이 2 kg으로 같고, 충돌 후 직선상에서 운동한다. 그림 (나)는 A와 B가 충돌하는 동안 A가 B로부터 받는 힘의 크기를 시간에 따라 나타낸 것이며, 그래프 아랫부분의 넓이는 2 N·s이다.(단, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.)



(가) (나)

04 충돌 시 B가 받은 충격량의 크기는?

① 2 N·s ② 4 N·s ③ 6 N·s
④ 8 N·s ⑤ 10 N·s

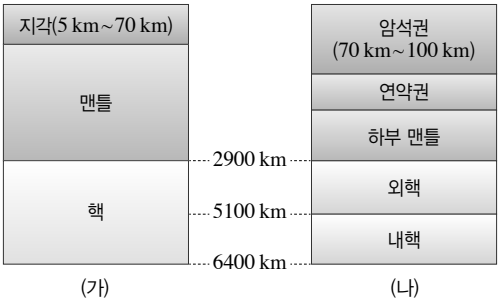
05 충돌 직후 A의 속도의 크기는 몇 m/s인지 쓰시오.

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 166쪽

01 그림 (가)는 구성 성분에 따라, (나)는 물리적 성질에 따라 구분한 지구 내부의 층상 구조를 나타낸 것이다.

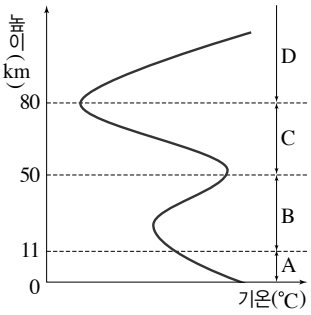


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 암석권은 지각으로만 이루어져 있다.
ㄴ. 외핵과 내핵은 물질의 상태가 다르다.
ㄷ. 지권에서 가장 큰 부피를 차지하는 것은 맨틀이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 기온의 연직 분포에 따른 기권의 층상 구조를 나타낸 것이다.

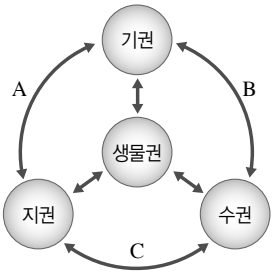


A~D층에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 태양 복사의 자외선은 B층에서 흡수된다.
ㄴ. C층보다 A층에서 기상 현상이 활발하게 나타난다.
ㄷ. C층은 D층보다 낮과 밤의 기온 차가 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 지구 시스템을 구성하는 요소들의 상호 작용을 나타낸 것이다.

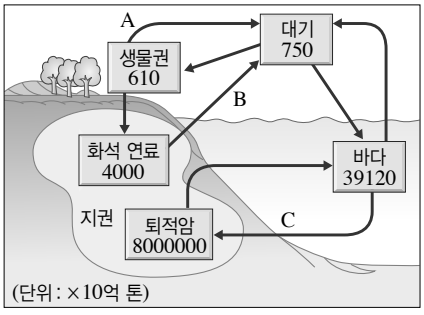


A~C에 해당하는 예로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A – 사막화 현상으로 황사가 심해진다.
ㄴ. B – 해수의 표층 순환이 발생한다.
ㄷ. C – 해저 지진에 의해 해일이 발생한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 지구 시스템에서 탄소가 순환하는 과정의 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 식물의 광합성에 의한 탄소의 이동은 A 과정에 해당한다.
ㄴ. B 과정은 지구 온난화의 주요 원인이다.
ㄷ. C 과정을 통해 석회암이 형성된다.

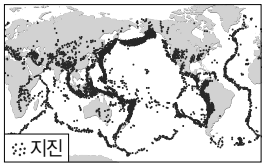
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

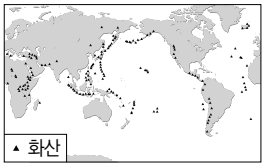
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 166쪽

01 그림은 전 세계 지진과 화산의 분포를 나타낸 것이다.



(가) 지진 분포



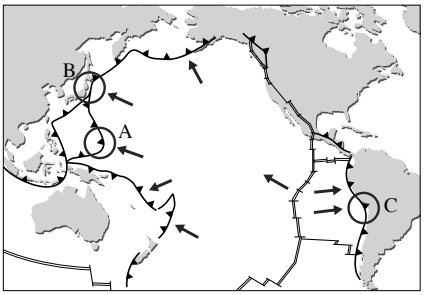
(나) 화산 분포

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 변동대는 주로 대륙의 중앙부에 위치한다.
ㄴ. 환태평양 연안의 지진대와 화산대는 대체로 일치한다.
ㄷ. 판 경계를 추정하기 위해서는 지진 분포보다 화산 분포 자료가 더 유용하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 그림은 태평양 주변의 판 경계와 판의 이동 방향(→)을 나타낸 것이다.

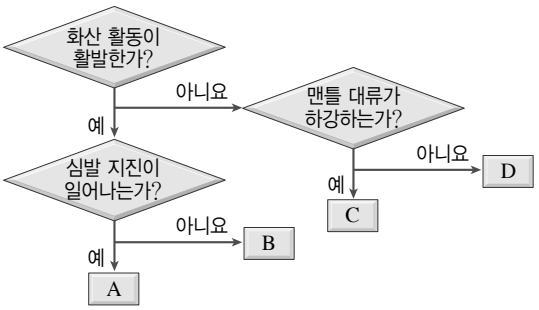


A~C 지역에서 공통적으로 나타나는 특징으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 해양판이 대륙판 아래로 섭입하는 수렴형 경계이다.
ㄴ. 지진과 화산 활동이 활발하게 일어난다.
ㄷ. 해구와 나란하게 습곡 산맥이 발달한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 판 경계 A~D를 특징에 따라 구분한 것이다.



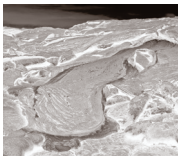
A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. D에서는 천발 지진이 자주 발생한다.
ㄴ. A에서는 변환 단층이, C에서는 해구가 발달한다.
ㄷ. 홍해에서의 지진과 화산 활동은 B와 같은 특징을 보인다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)~(다)는 활동 중인 화산의 여러 가지 분출물을 나타낸 것이다.

(가) 화산 기체



(나) 용암

(다) 화산재

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 사람과 가축의 질식사를 일으킬 수 있다.
ㄴ. (나)는 기권에 영향을 미쳐 지구 기온을 일시적으로 낮춘다.
ㄷ. (다)가 다량 분출할 경우 항공기 운항에 지장을 준다.

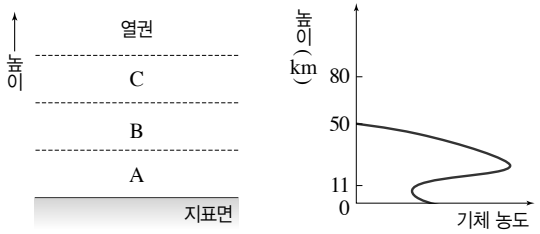
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 167쪽

01 그림 (가)는 기권의 층상 구조를, (나)는 기권에서 높이에 따른 어느 기체의 농도 분포를 나타낸 것이다.



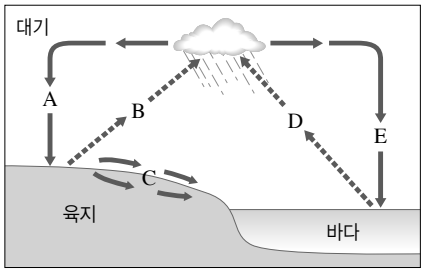
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A~C층 중 수권과 상호 작용이 가장 활발한 층은 A층이다.
ㄴ. B층에서의 연직 기온 분포는 (나)의 기체의 영향을 받는다.
ㄷ. (나)의 기체는 태양풍 입자가 지표에 도달하는 것을 차단한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 지구 시스템에서 물의 순환 과정을 나타낸 것이다.

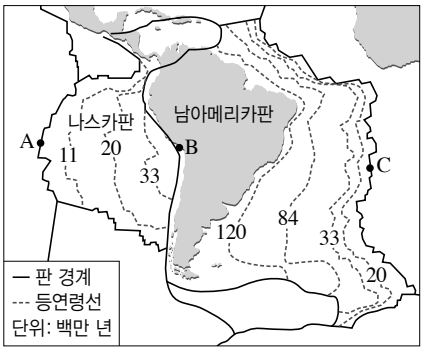


A~E에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (A의 양−B의 양)=(C의 양)이다.
ㄴ. B 과정과 D 과정의 주요 에너지원은 태양 에너지이다.
ㄷ. 지구 온난화가 진행되면 D와 E의 양이 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 나스카판과 남아메리카판에 속한 해양 지각의 나이와 남아메리카 대륙 주변의 판 경계를 나타낸 것이다.

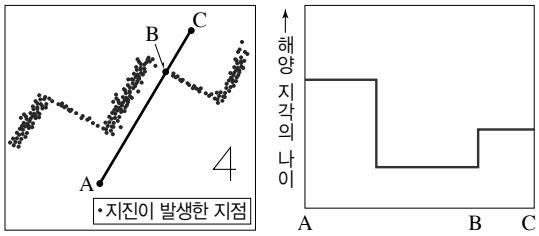


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 발산형 경계이다.
ㄴ. B 부근에서는 습곡 산맥이 발달한다.
ㄷ. 심발 지진이 활발한 곳은 A와 C 부근이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 해령 부근에서 지진이 발생한 지점을 나타낸 것이고, (나)는 A~C 지점에서 해양 지각의 나이를 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A와 C는 서로 다른 판에 위치한다.
ㄴ. B는 발산형 경계에 있다.
ㄷ. B에서는 화산 활동이 활발하게 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

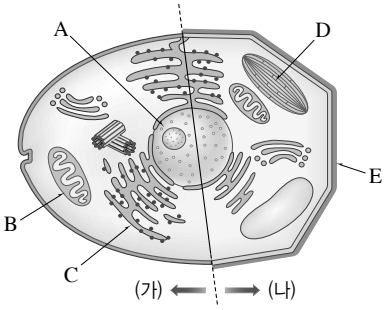
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 167쪽

01 생명체의 구성 단계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 식물체에서 뿌리, 줄기, 잎은 기관에 해당한다.
② 세포는 생명 시스템을 구성하는 기본 단위이다.
③ 기관은 모양과 기능이 비슷한 세포들이 모여 형성된다.
④ 조직계는 동물체에는 없고, 식물체에만 있는 구성 단계이다.
⑤ 개체는 독립된 구조와 기능을 가지고 생명 활동을 하는 하나의 생물체이다.

02 그림은 식물 세포와 동물 세포의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

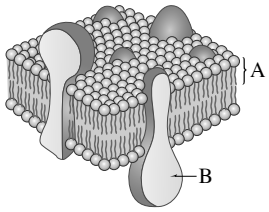
① A는 세포의 생명 활동을 조절한다.
② B와 D에서는 에너지 전환이 일어난다.
③ C는 물질의 이동 통로이다.
④ E의 주성분은 인지질과 단백질이다.
⑤ (가)는 동물 세포이고, (나)는 식물 세포이다.

03 다음에서 설명하는 세포 소기관은 무엇인가?

> DNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 장소이다.

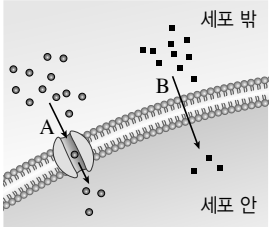
① 핵 ② 소포체 ③ 리보솜
④ 골지체 ⑤ 미토콘드리아

04 그림은 세포막의 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.



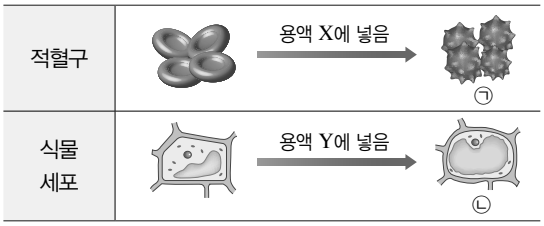
> 보기
> ㄱ. A는 친수성 부분과 소수성 부분이 있다.
> ㄴ. A는 친수성 물질을 선택적으로 통과시킨다.
> ㄷ. B는 세포막 내에서 이동할 수 있다.

05 그림은 물질 A와 B가 세포막을 통해 이동하는 방식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 산소는 A 방식으로 이동한다.
② A 방식은 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물질이 이동한다.
③ 전하를 띠는 물질은 B 방식으로 이동한다.
④ B 방식은 물질이 항상 세포 밖에서 안으로만 이동한다.
⑤ B 방식으로 이동하는 물질은 세포 안팎의 농도 차가 커질수록 이동 속도가 빨라진다.

06 그림은 적혈구와 어떤 식물 세포를 농도가 다른 용액 X, Y에 각각 넣었을 때의 상태 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

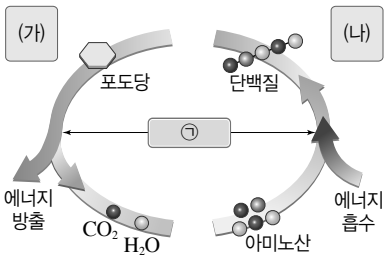
① X의 농도는 적혈구 내부보다 높다.
② X에 넣었을 때 적혈구에서 빠져나가는 물의 양이 많아진다.
③ Y의 농도는 식물 세포의 내부보다 낮다.
④ Y에 넣었을 때 식물 세포로 들어오는 물의 양이 많아졌다.
⑤ ㉠에서는 세포의 부피가 감소하였고, ㉡에서는 원형질 분리가 일어났다.

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 167쪽

01 그림은 물질대사의 두 가지 유형을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, ㉠은 생명체 내에서 합성되어 물질대사를 촉매하는 물질이다.)

① ㉠은 효소이다.
② (가)는 이화 작용이다.
③ (나)는 흡열 반응이다.
④ (가)는 세포의 엽록체에서 일어난다.
⑤ (나)는 세포의 리보솜에서 일어난다.

02 같은 양의 포도당이 생명체 내에서 세포 호흡으로 산화될 때와 생물체 밖에서 연소될 때를 비교한 설명 중 옳지 않은 것은?

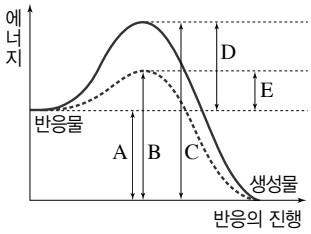
	구분	세포 호흡	연소
①	반응 온도	상대적으로 낮다.	상대적으로 높다.
②	효소	관여한다.	관여하지 않는다.
③	반응 진행	단계적으로 진행된다.	한 번에 진행된다.
④	에너지 방출	소량씩 여러 단계에 걸쳐 방출한다.	다량을 한꺼번에 방출한다.
⑤	방출되는 에너지 총량	상대적으로 적다.	상대적으로 많다.

03 다음과 같은 현상에 관여하는 효소는 무엇인가?

> 상처 난 부위에 과산화 수소수를 발랐더니 산소 기포가 발생하였다.

① 펩신 ② 트립신
③ 카탈레이스 ④ 아밀레이스
⑤ 라이페이스

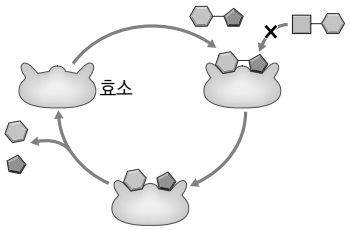
04 그림은 효소가 있을 때와 없을 때의 화학 반응 경로에 따른 에너지 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① A는 반응열이다.
② B는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다.
③ C는 효소가 없을 때의 활성화 에너지이다.
④ D는 효소의 작용으로 감소한 에너지 크기이다.
⑤ E는 효소가 반응물과 결합하는 데 필요한 에너지이다.

05 그림은 어떤 효소의 작용을 나타낸 것이다.



이를 통해 알 수 있는 효소의 특성으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. 효소는 재사용될 수 있다.
> ㄴ. 효소는 특정 물질에만 작용한다.
> ㄷ. 효소는 생성물과 결합하여 반응을 촉매한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

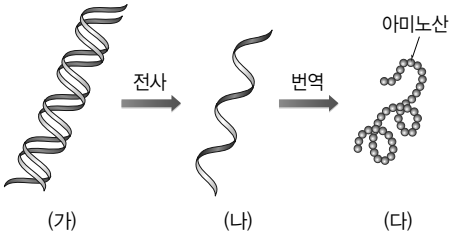
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 168쪽

01 유전자에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 아미노산 배열 순서이다.
② 세포의 리보솜에 들어 있다.
③ 유전자는 모두 단백질을 합성한다.
④ 하나의 DNA에는 하나의 유전자가 있다.
⑤ 유전자에 따라 DNA 염기 서열이 다르다.

02 그림은 세포에서 일어나는 유전 정보의 흐름을 나타낸 것이다.



(가)~(다)에 해당하는 물질을 옳게 짝 지은 것은?

	(가)	(나)	(다)
①	DNA	RNA	단백질
②	DNA	단백질	RNA
③	RNA	DNA	단백질
④	RNA	단백질	RNA
⑤	단백질	DNA	RNA

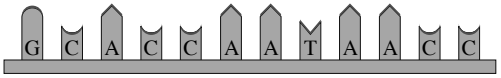
03 유전 정보의 저장과 전달에 대한 설명이다.

> 단백질의 아미노산 배열 순서를 결정하는 정보는 DNA에 저장되어 있다. DNA에서 연속된 염기 3개는 하나의 아미노산을 지정하는데, 이를 (㉠)이라고 하며, (㉠)은 (㉡)으로 전사된다.

㉠, ㉡에 알맞은 말을 옳게 짝 지은 것은?

	㉠	㉡
①	코돈	3염기 조합
②	코돈	안티코돈
③	3염기 조합	코돈
④	3염기 조합	안티코돈
⑤	안티코돈	코돈

04 그림은 어떤 DNA 가닥의 염기 서열을 나타낸 것이다.

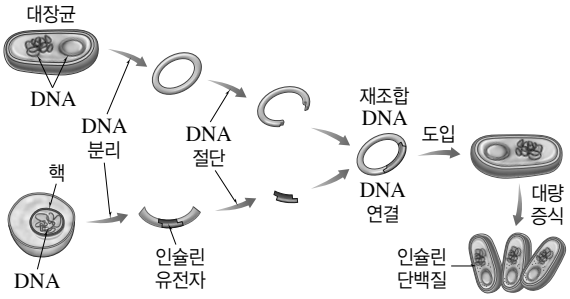


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. 이 가닥으로부터 전사된 RNA는 최대 12개의 아미노산을 지정한다.
> ㄴ. 이 가닥으로부터 전사된 RNA의 염기 서열은 CGUGGUUAUUGG이다.
> ㄷ. 이 DNA 가닥과 이중 나선을 이루는 다른 가닥에는 아데닌(A)이 1개 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 사람의 인슐린을 대장균에서 생산하는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

> 보기
> ㄱ. DNA의 절단과 연결에는 효소가 관여한다.
> ㄴ. 사람 DNA와 대장균의 DNA는 모두 이중 나선 구조로 되어 있다.
> ㄷ. 사람과 대장균은 서로 다른 유전부호 체계를 사용한다.

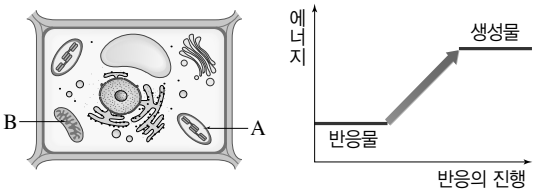
① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 168쪽

01 그림 (가)는 어떤 생물을 구성하는 세포의 모습이고, (나)는 어떤 물질대사 과정에서의 에너지 변화를 나타낸 것이다.



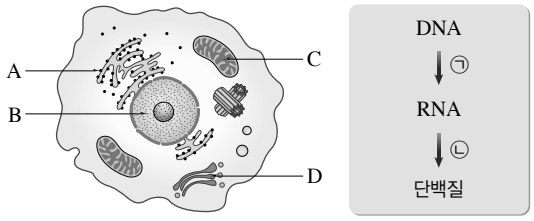
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 식물 세포이다.
ㄴ. A에서 포도당이 만들어질 때 (나)와 같은 에너지 변화가 일어난다.
ㄷ. B에서 이산화 탄소를 소모하고 산소를 생성하는 반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 동물 세포를, (나)는 세포에서의 유전 정보 흐름을 나타낸 것이다.



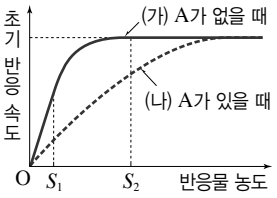
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 ㉠ 과정에 관여한다.
ㄴ. B에서 ㉡ 과정이 일어난다.
ㄷ. (나)의 단백질 합성 과정에는 C에서 생산한 에너지가 사용된다.
ㄹ. D는 (나) 과정을 거쳐 합성된 단백질의 분비에 관여한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

03 그림은 물질 A가 없을 때(가)와 있을 때(나)의 반응물 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.

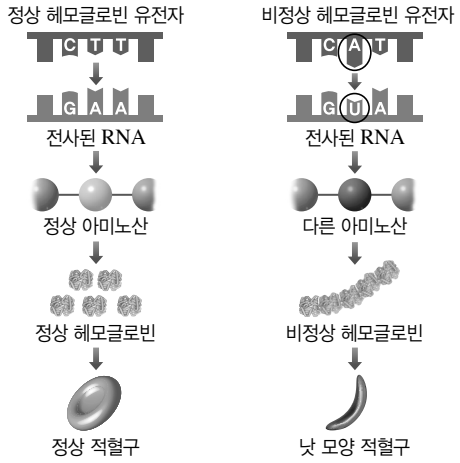


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 효소의 양은 일정하다.)

보기
ㄱ. A는 효소의 작용을 돕는 물질이다.
ㄴ. (가)에서 반응물 농도가 S_1일 때보다 S_2일 때 반응물과 결합한 효소의 양이 많다.
ㄷ. (가)에서 반응물 농도가 S_2일 때 효소를 첨가하면 초기 반응 속도가 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 그림은 정상 적혈구와 낫 모양 적혈구가 형성되는 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 낫 모양 적혈구는 유전자 이상으로 나타난다.
② RNA에서는 염기 한 개가 각각 다른 아미노산을 지정한다.
③ 아미노산 배열 순서가 바뀌면 단백질의 기능이 달라질 수도 있다.
④ 유전자의 유전 정보는 단백질을 통해 형질로 발현될 수 있다.
⑤ 정상 헤모글로빈과 비정상 헤모글로빈은 한 개의 아미노산이 다르다.

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 168쪽

01 다음은 구리의 광석($CuCO_3$)을 제련하는 과정에서 일어나는 반응을 화학 반응식으로 나타낸 것이다.

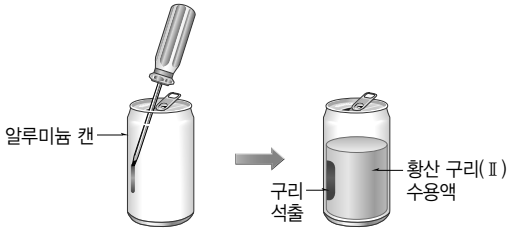
• 반응 Ⅰ : $CuCO_3 \longrightarrow CuO +$ (가)
• 반응 Ⅱ : $2CuO + C \longrightarrow 2Cu +$ (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)와 (나)는 서로 다른 물질이다.
ㄴ. 반응 Ⅱ에서 탄소는 산화된다.
ㄷ. 반응 Ⅱ에서 산화 구리(Ⅱ)는 환원된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림과 같이 긴 송곳을 이용하여 빈 알루미늄 캔 속의 보호막을 긁어낸 다음, 황산 구리(Ⅱ) 수용액을 넣어 긁힌 부분이 황산 구리(Ⅱ) 수용액에 잠기도록 두었더니 긁힌 부분에서 구리가 석출되었다.

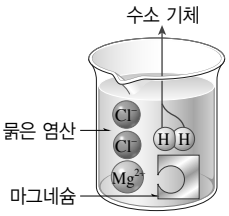


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 알루미늄 캔 속의 긁힌 부분에서 산화 환원 반응이 일어난다.
ㄴ. 수용액의 구리 이온 수는 감소한다.
ㄷ. 수용액에는 알루미늄 이온이 존재한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 묽은 염산에 마그네슘 조각을 넣었을 때 일어나는 반응을 모형으로 나타낸 것이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



보기
ㄱ. 마그네슘은 산화된다.
ㄴ. 염화 이온 수는 변하지 않는다.
ㄷ. 수용액의 양이온 수는 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 다음은 지구와 생명의 역사를 바꾼 철의 제련에 대한 설명이다.

㉠산화 철(Ⅲ)이 주성분인 철광석과 코크스를 용광로에 함께 넣고 가열하면 ㉡코크스가 일산화 탄소가 되고, 산화 철(Ⅲ)과 일산화 탄소가 반응하여 ㉢철과 ㉣이산화 탄소가 생성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 ㉢으로 환원된다.
ㄴ. 분자 1개에 들어 있는 산소 원자는 ㉡이 ㉣보다 많다.
ㄷ. 철의 제련 과정에서 일어나는 반응은 산화 환원 반응이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 산화 환원 반응의 예가 아닌 것은?

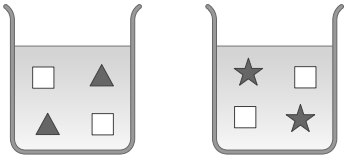
① 머리카락을 염색한다.
② 생선회에 레몬 즙을 뿌린다.
③ 깎아 놓은 사과가 갈색으로 변한다.
④ 식물이 빛에너지를 이용하여 광합성을 한다.
⑤ 철 가루가 들어 있는 손난로를 흔들면 따뜻해진다.

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 169쪽

01 그림은 일정량의 묽은 염산과 아세트산 수용액에 들어 있는 이온을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. □은 H^+이다.
ㄴ. ▲과 ★은 같은 전하를 띤다.
ㄷ. ▲은 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 산이나 염기의 이온화식으로 옳지 않은 것은?

① $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$
② $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$
③ $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^-$
④ $Mg(OH)_2 \longrightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$
⑤ $CH_3COOH \longrightarrow H^+ + CH_3COO^-$

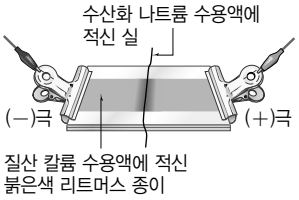
03 표는 세 가지 물질 A~C 수용액에 두 가지 지시약을 사용했을 때의 색 변화를 나타낸 것이다.

수용액	A	B	C
푸른색 리트머스 종이를 대었을 때	푸른색 → 붉은색	변화 없음	변화 없음
페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때	변화 없음	변화 없음	무색 → 붉은색

A~C를 옳게 짝 지은 것은? (단, A~C는 각각 아세트산, 수산화 나트륨, 에탄올 중 하나이다.)

	A	B	C
①	아세트산	수산화 나트륨	에탄올
②	아세트산	에탄올	수산화 나트륨
③	수산화 나트륨	아세트산	에탄올
④	수산화 나트륨	에탄올	아세트산
⑤	에탄올	수산화 나트륨	아세트산

04 그림과 같이 질산 칼륨 수용액에 적신 붉은색 리트머스 종이 위에 수산화 나트륨 수용액에 적신 실을 올려 놓고 전류를 흘려 주었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 리트머스 종이의 색이 실에서부터 (+)극 쪽으로 푸르게 변해 간다.
ㄴ. (−)극 쪽으로 이동하는 이온은 두 종류이다.
ㄷ. 수산화 나트륨 수용액 대신 암모니아수로 실험해도 색의 이동 방향은 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 다음은 물질 X 수용액을 이용한 실험이다.

- 페놀프탈레인 용액을 1방울~2방울 떨어뜨렸을 때 색 변화가 없었다.
- 마그네슘 리본을 넣어 주었더니 수소 기체가 발생하였다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. X 수용액에는 H^+이 들어 있다.
ㄴ. X 수용액에 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색으로 변한다.
ㄷ. X는 수산화 나트륨일 수 있다.

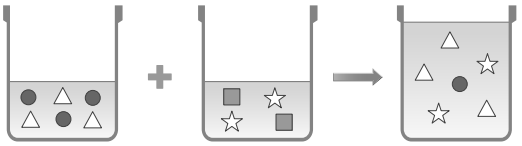
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 169쪽

01 그림은 같은 온도의 묽은 염산 (가)와 수산화 칼륨 수용액 (나)의 반응을 이온 모형으로 나타낸 것이다.



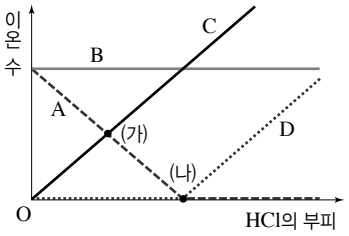
(가) (나) (다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ■은 OH^-이다.
ㄴ. (다)의 액성은 중성이다.
ㄷ. 용액의 최고 온도는 (다)가 (나)보다 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 일정량의 수산화 나트륨(NaOH) 수용액에 묽은 염산(HCl)을 조금씩 넣을 때 용액에 들어 있는 이온 수를 나타낸 것이다.

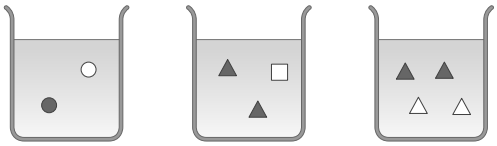


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 H^+이고, D는 OH^-이다.
ㄴ. B와 C는 반응에 참여하지 않는 이온이다.
ㄷ. 용액의 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 25 ℃의 세 가지 수용액 A~C에 들어 있는 이온을 모형으로 나타낸 것이다.



A B C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 각각 묽은 염산, 수산화 칼슘 수용액, 수산화 나트륨 수용액 중 하나이고, ○, □, △은 양이온이다.)

보기
ㄱ. A와 B를 혼합하면 용액의 온도가 25 ℃보다 높아진다.
ㄴ. A와 C를 혼합한 용액에는 ●이 존재하지 않는다.
ㄷ. B와 C를 혼합하면 ▲ 수가 감소한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 다음은 토양의 산성화를 방지하기 위한 방법이다.

• 산성화된 토양에 콩을 심는다.
• 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌린다.

이와 같은 원리가 적용된 것으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 석탄을 연소시켜 난방을 한다.
ㄴ. 충치 예방을 위해 치약으로 양치질을 한다.
ㄷ. 생선 비린내를 없애려고 레몬 즙을 뿌린다.

05 다음은 중화 반응과 관련된 몇 가지 예이다.

• 벌에 쏘였을 때 ㉠치약을 바른다.
• 속이 쓰릴 때 ㉡제산제를 복용한다.
• 김치의 신맛을 줄이기 위해 ㉢소다를 넣는다.

㉠~㉢ 중 염기만을 있는 대로 고른 것은?

① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉢
④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 170쪽

01 다음은 구리와 관련된 두 가지 반응을 화학 반응식으로 나타낸 것이다.

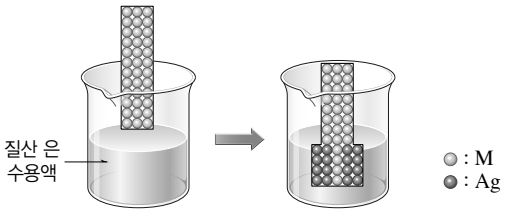
(가) $CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$
(나) $2AgNO_3 + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu(NO_3)_2$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)에서 산화 구리(Ⅱ)는 환원된다.
ㄴ. (나)에서 구리는 전자를 얻는다.
ㄷ. (가)에서 구리 원자 1개가 생성될 때 이동하는 전자 수와 (나)에서 구리 원자 1개가 반응할 때 이동하는 전자 수는 다르다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 질산 은 수용액에 금속 M을 넣기 전과 넣은 후를 모형으로 나타낸 것이다.

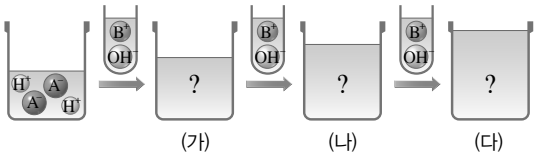


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. M은 산화된다.
ㄴ. 수용액의 은 이온 수는 감소한다.
ㄷ. 수용액의 양이온 수는 증가한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 일정량의 산 HA 수용액에 염기 BOH 수용액을 조금씩 넣을 때 용액에 존재하는 이온을 모형으로 나타낸 것이다.

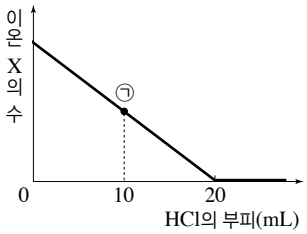


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, 혼합 전 두 수용액의 온도는 같다.)

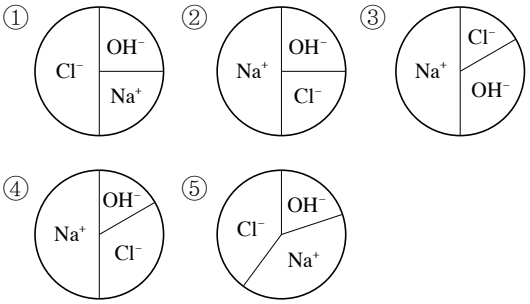
보기
ㄱ. (가)와 (나)에 BTB 용액을 떨어뜨리면 모두 노란색을 띤다.
ㄴ. 용액의 최고 온도는 (나)가 가장 높다.
ㄷ. (다)의 pH는 7보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 10 mL에 묽은 염산(HCl)을 조금씩 넣을 때 용액에 들어 있는 이온 X의 수를 나타낸 것이다.



㉠에 들어 있는 이온의 종류와 비율로 가장 적절한 것은?



성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 170쪽

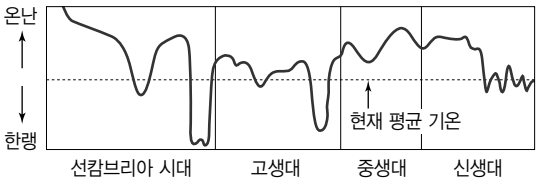
01 표는 어느 지역의 지층 A~F에서 산출되는 화석 a~g의 분포를 나타낸 것이다.

지층 \ 화석	a	b	c	d	e	f	g
A			○				
B	○		○				○
C	○		○	○		○	○
D			○	○		○	○
E		○	○		○	○	
F			○		○		

(가)이 지역의 지질 시대를 두 시기로 구분할 때 가장 적당한 지층의 경계와 (나)a~g 중 표준 화석으로의 가치가 가장 높은 화석을 옳게 짝 지은 것은?

	(가)	(나)
①	지층 A와 B 사이	b
②	지층 C와 D 사이	a
③	지층 C와 D 사이	c
④	지층 D와 E 사이	b
⑤	지층 D와 E 사이	c

02 그림은 지질 시대의 기온 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 선캄브리아 시대 초기의 평균 기온은 현재보다 높았다.
ㄴ. 대륙 빙하의 면적은 신생대의 초기보다 말기에 더 넓었을 것이다.
ㄷ. 평균 해수면은 고생대 말기보다 중생대 말기에 더 높았을 것이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)~(다)는 각각 고생대 말, 현재, 약 2.5억 년 후의 수륙 분포를 나타낸 것이다.

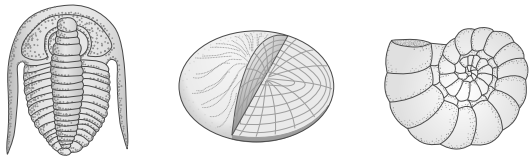
(가) (나) (다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가) 시기에 암모나이트가 멸종하였다.
ㄴ. (가)에서 (나)로 변하면서 생물종의 수가 크게 감소하였다.
ㄷ. (다) 시기에는 많은 해양 생물이 멸종할 가능성이 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)~(다)는 지질 시대를 대표하는 생물의 화석을 나타낸 것이다.



(가) (나) (다)

각 생물이 번성했던 시대와 환경에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 지구상에 출현한 순서는 (가) → (다) → (나)이다.
ㄴ. (나)는 판게아가 형성되던 시기에 크게 번성하였다.
ㄷ. (다)가 번성한 시기에는 빙하기가 나타나지 않았다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

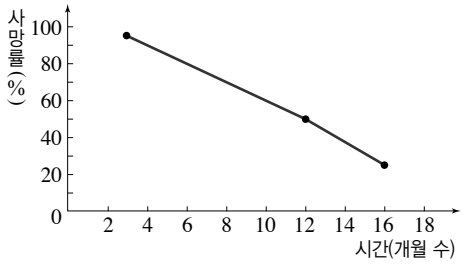
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 170쪽

01 변이와 자연 선택에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 변이는 다른 종의 개체 사이에서 나타난다.
② 생존에 불리한 변이를 가진 개체가 자연 선택되어 자손을 남긴다.
③ 집단 내에서 자연 선택된 변이의 유전자 비율이 감소한다.
④ 개체 사이의 변이는 자연 선택에 의한 진화의 자원이 된다.
⑤ 자연 선택은 집단 수준에 작용하지만, 생물의 진화 현상은 개체 수준에서 일어난다.

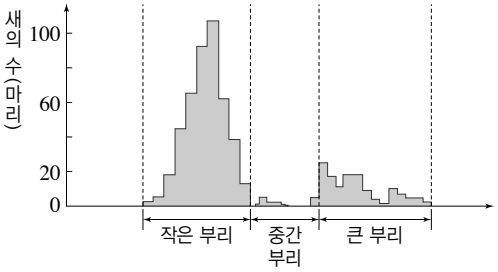
02 그림은 어떤 지역에서 살충제인 DDT 살포에 따른 모기의 사망률을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① DDT 살포로 인해 자연 선택이 일어났다.
② DDT 살포 후에 DDT에 저항성을 갖는 모기가 나타났다.
③ DDT 살포 후 시간이 경과함에 따라 모기의 사망률이 점점 감소하였다.
④ DDT 살포 후 시간이 경과할수록 DDT에 저항성을 가지는 모기의 개체 수는 증가하였다.
⑤ DDT 살포 후 12개월이 경과하였을 때 전체 모기의 약 50 %가 DDT에 대한 저항성을 가지게 되었다.

03 그림은 어떤 지역에서 습지가 형성된 이후 부리의 크기에 따른 어떤 새의 개체 수를 나타낸 것이다.

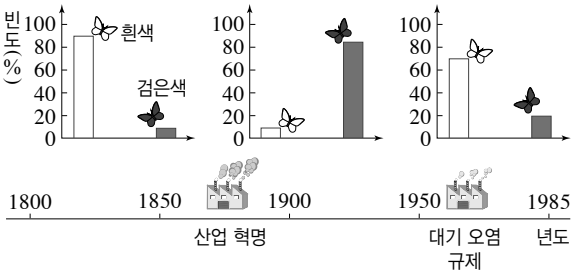


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이 새는 습지가 형성되기 전에는 중간 부리가 많았으며, 부리가 작을수록 딱딱한 씨앗보다 부드러운 씨앗을 잘 먹는다.)

보기
ㄱ. 이 현상은 자연 선택에 의해 나타났다.
ㄴ. 습지 형성 이후 부드러운 씨앗이 많아졌다.
ㄷ. 중간 부리를 가진 새들의 번식률이 가장 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 그림은 어떤 숲에서 산업 혁명 이전과 이후, 대기 오염을 규제한 이후에 채집한 후추나방 중 흰색과 검은색의 개체 수를 비교한 결과이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 흰색과 검은색 후추나방은 같은 종이며, 이 숲에서 후추나방은 새의 먹이가 된다.)

보기
ㄱ. 산업 혁명 이전에 새들은 흰색 나방을 먹지 않았다.
ㄴ. 대기 오염이 심각해지면서 검은색 후추나방이 살아남기에 유리하였다.
ㄷ. 대기의 변화는 후추나방의 색에 대한 자연 선택의 방향에 영향을 주었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

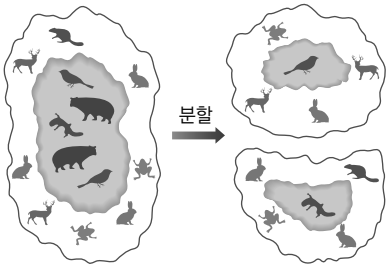
• 정답과 해설 171쪽

01 생물 다양성 중 유전적 다양성에 해당하는 예를 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 사람에 따라 눈동자의 색이 다르다.
ㄴ. 열대 우림에는 다양한 종류의 생물들이 살고 있다.
ㄷ. 채프먼얼룩말의 털 줄무늬가 다양하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 어떤 지역에서 서식지 단편화가 일어난 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

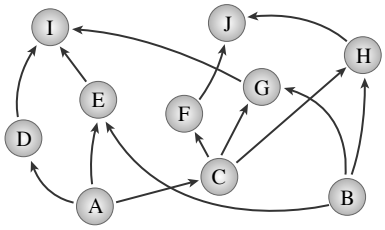
보기
ㄱ. 서식지 면적이 증가하였다.
ㄴ. 생물 다양성이 감소하였다.
ㄷ. 생물들의 이동이 제한되어 고립된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 생물 다양성을 보전하기 위한 대책으로 볼 수 없는 것은?

① 바다 생물의 남획을 금지한다.
② 법으로 보호 구역을 지정한다.
③ 대규모의 서식지를 단편화시킨다.
④ 희귀 생물의 불법 포획 또는 채취를 금지한다.
⑤ 외래종을 도입하기 전 기존 생태계에 주는 영향을 철저히 검증한다.

04 그림은 생태계 평형을 이루고 있는 어떤 생태계의 먹이 그물을, 표는 이 생태계에 외래종 X가 도입되기 전과 도입된 후 일부 생물의 개체 수 변화를 나타낸 것이다.



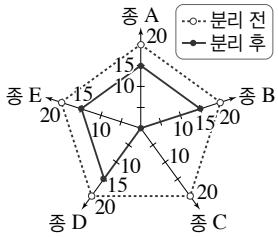
생물	D	E	F	G	H
X의 도입 전 개체 수	21	34	22	38	36
X의 도입 후 개체 수	11	25	10	22	27

X가 도입된 후에 나타난 현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. C의 개체 수는 일시적으로 증가할 것이다.
ㄴ. I와 J의 개체 수는 일시적으로 감소할 것이다.
ㄷ. X가 도입된 이후 생물 다양성이 높아졌다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 서식지가 분리되기 전과 분리된 후 생물종 A~E의 개체 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 서식지 분리는 생물 다양성을 감소시킨다.
ㄴ. 서식지 분리 후 모든 생물종의 개체 수가 감소하였다.
ㄷ. 서식지 분리 후에도 A, B, D, E의 분포 비율이 균등하므로 서식지 분리 전과 종 다양성은 차이가 없다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 171쪽

01 다음은 서로 다른 지질 시대 (가)~(다)의 모식도와 각 시대에 번성하였던 주요 생물 화석을 나타낸 것이다.

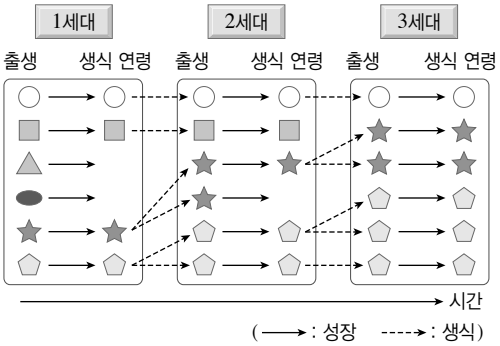
환경			
화석	삼엽충, 방추충, 산호 등	공룡, 암모나이트 등	코뿔소, 말, 사자 등
시대	(가)	(나)	(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 속씨식물이 번성했던 시대는 (가)이다.
ㄴ. (나) 시대에 대기 중에는 오존층이 존재하였다.
ㄷ. (다) 시대에 생물권은 기권, 지권, 수권에 걸쳐 분포하였다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

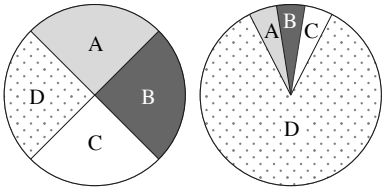
02 그림은 자연 상태에서 변이를 가진 개체들 중 세대가 거듭되면서 일어난 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 생존에 유리한 형질을 가진 개체가 살아남는다.
② 생물이 변화하는 자연 환경에 적응하는 과정이다.
③ 생존율과 번식률이 높은 개체의 비율이 증가한다.
④ 인간의 목적에 의해 자손을 남길 개체가 결정된다.
⑤ 새로운 형질의 출현은 돌연변이와 유성 생식 과정에서 생식세포의 다양한 조합에 의해 나타난다.

03 그림은 (가)와 (나) 두 지역에 살고 있는 생물의 종류와 개체 수 비율(%)을 나타낸 것이다.



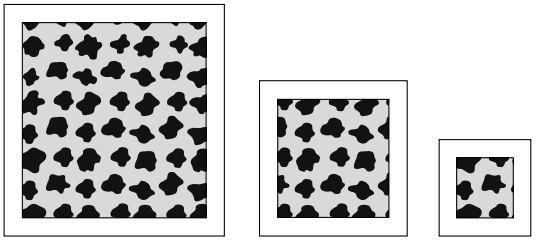
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 (나)보다 종 다양성이 높다.
ㄴ. 두 지역 중 (나)가 더 안정된 생태계이다.
ㄷ. 생물 D의 개체 수는 (가)보다 (나)에서 더 많다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 그림은 서식지 면적에 따라 주변 환경의 영향을 받는 생물종의 비율을 나타낸 것이다.



30.55 % 43.75 % 64 %

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 서식지 면적이 감소할수록 종 다양성이 증가한다.
ㄴ. 서식지 면적은 생물 다양성 유지에 중요한 역할을 한다.
ㄷ. 로드킬은 주변 환경의 영향 중 한 가지 예가 될 수 있다.
ㄹ. 생물이 주변 환경에 직접 영향을 받을 가능성은 서식지 면적이 작을수록 줄어든다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 172쪽

01 다음은 두 생물의 생태에 관한 설명이다.

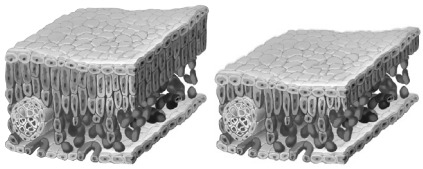
- 낙엽이 쌓여 분해되면 토양이 비옥해진다.
- 식물이 광합성을 활발히 하면 공기 중 산소 농도가 높아진다.

이 자료에 공통으로 나타난 생태계 구성 요소 간의 관계에 해당하는 사례로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 숲이 우거질수록 숲속은 어둡고 습해진다.
ㄴ. 가을에 기온이 낮아져 은행나무 잎이 노랗게 변한다.
ㄷ. 외래종인 블루길의 개체 수 증가로 토종 어류의 생물종 수가 감소하였다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)와 (나)는 강한 빛을 받는 잎과 약한 빛을 받는 잎의 단면 구조를 순서 없이 나타낸 것이다.



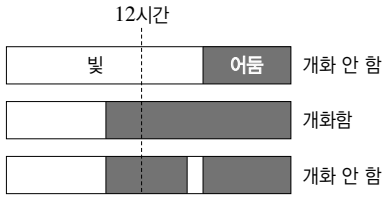
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (나)는 빛을 효율적으로 흡수한다.
ㄴ. (가)는 (나)에 비해 표피 조직이 두껍게 발달하였다.
ㄷ. (가)와 (나)의 잎 두께 차이는 온도에 적응한 결과이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 국화에 빛을 비추는 시간을 달리하면서 개화 여부를 조사한 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 국화는 낮의 길이가 길 때 개화하는 식물이다.
ㄴ. 어둠의 중간에 잠깐씩 빛을 비추면 국화의 개화를 지연시킬 수 있다.
ㄷ. 봄에 국화꽃을 피우려면 온실 안에서 인위적으로 12시간 이상의 어둠을 만들어주면 된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 표는 서식지의 위도에 따른 여우의 평균 몸 길이와 체중을 나타낸 것이다.

구분	위도(°)	몸 길이(cm)	체중(kg)
A	0	40	1.3
B	90	60	5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 더운 지방에 사는 여우일수록 몸 길이가 길고, 체중이 적게 나간다.
ㄴ. A는 몸집이 작아 B보다 열 방출에 유리하다.
ㄷ. 위도에 따른 여우의 몸 길이와 체중의 차이를 나타나게 하는 주된 환경 요인은 온도이다.

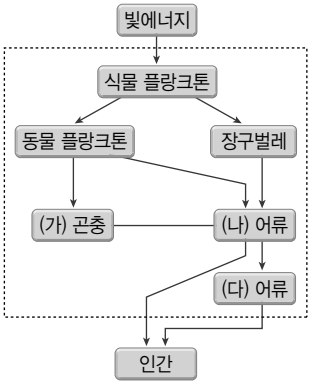
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 172쪽

01 그림은 생태계 평형 상태를 유지하는 어떤 연못 생태계에서의 먹이 그물을 나타낸 것이다.

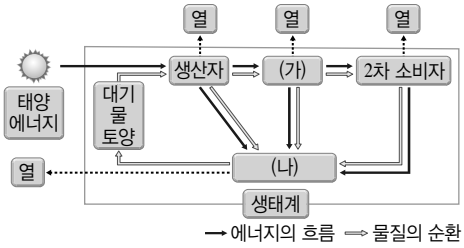


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 이 생태계의 최종 소비자는 인간이다.
ㄴ. 장구벌레의 개체 수가 증가하면 식물 플랑크톤의 개체 수가 증가한다.
ㄷ. 인간이 (나) 어류를 남획하더라도 이 생태계는 생태계 평형을 유지할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

02 그림은 안정된 생태계에서 일어나는 에너지의 흐름을 나타낸 것이다.

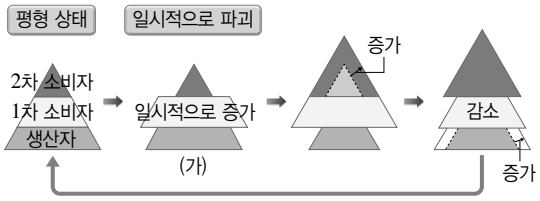


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 1차 소비자, (나)는 3차 소비자이다.
ㄴ. 빛에너지는 생산자에 의해 화학 에너지로 전환된 후 먹이 사슬을 통해 전달된다.
ㄷ. 2차 소비자로 이동한 에너지는 생명 활동을 통해 모두 열에너지로 방출된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄷ

03 그림은 생태계 평형을 유지하던 어떤 생태계에서 1차 소비자의 개체 수가 일시적으로 증가한 이후 생태계 평형이 회복되기까지의 변화 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 생산자의 개체 수는 감소한다.
ㄴ. 제초제를 과다하게 사용하면 (가)와 같은 변화가 일어날 수 있다.
ㄷ. (가)의 원인이 천적이 없는 외래종의 도입 때문이라면 이와 같은 과정에 따라 생태계 평형이 이루어지지 않을 수도 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 생태계 보전을 위한 우리의 노력에 해당하는 것을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 산림을 벌채하여 농경지로 만든다.
ㄴ. 산에 도로를 건설할 때에는 생태 통로를 설치한다.
ㄷ. 멸종 위기에 처한 동물을 잡아 박물관에 전시한다.
ㄹ. 옥상 정원을 가꾸고, 도시 중심부에 숲을 조성한다.
ㅁ. 생태적으로 보전 가치가 있는 장소를 국립 공원으로 지정한다.

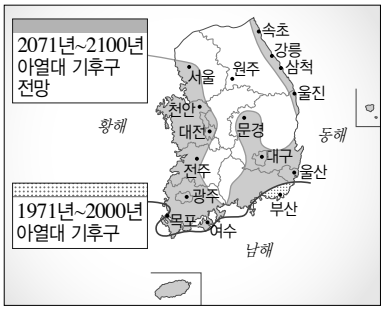
① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄹ ③ ㄱ, ㄷ, ㅁ
④ ㄴ, ㄹ, ㅁ ⑤ ㄷ, ㄹ, ㅁ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 172쪽

01 그림은 1971년~2000년의 한반도의 아열대 기후구 위치와 2071년~2100년의 한반도의 아열대 기후구 전망을 나타낸 것이다.

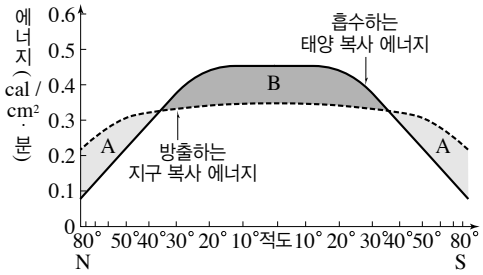


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 2100년에 한반도의 평균 기온은 상승할 것이다.
ㄴ. 2000년에 비해 2100년에는 동해에서 잡히는 한류성 어종의 어획량이 감소할 것이다.
ㄷ. 한반도의 기후 변화와 같은 추세가 전 지구적으로 나타난다면 2100년에는 평균 해수면이 낮아질 것이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

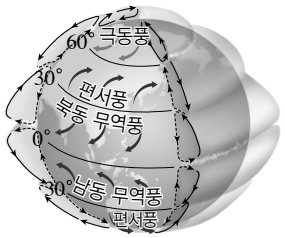
02 그림은 위도에 따른 복사 에너지양을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A는 에너지 부족 상태이다.
② A의 에너지는 B로 이동한다.
③ 위도별 에너지의 차이로 대기와 해수의 순환이 발생한다.
④ 적도에서는 가열된 공기가 상승하고, 극에서는 냉각된 공기가 하강한다.
⑤ 지구가 둥글기 때문에 위도에 따라 단위 면적당 받는 태양 복사 에너지의 양이 달라진다.

03 그림은 대기 대순환 모형을 나타낸 것이다.

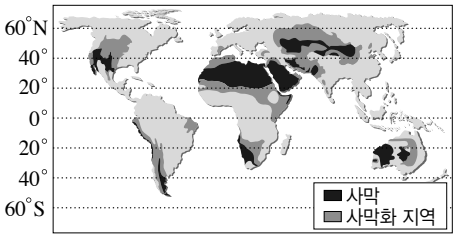


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 편서풍은 북태평양 해류를 발생시킨다.
ㄴ. 적도 부근은 강수량이 많아 열대 우림이 많이 분포한다.
ㄷ. 무역풍이 약해지면 적도 부근 태평양 해수의 흐름에 영향을 미쳐 엘니뇨가 발생하기도 한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 전 세계의 사막 분포와 사막화가 진행되고 있는 지역을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 사막이 분포하는 지역은 주로 열대 지역이다.
ㄴ. 사막화는 대부분 사막 지역을 중심으로 일어난다.
ㄷ. 사막화를 억제하기 위해서는 숲을 줄이고, 농지를 넓혀야 한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 173쪽

01 에너지에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 소리 에너지는 진공에서 전달되는 에너지이다.
② 운동 에너지는 운동하는 물체가 가지는 에너지이다.
③ 화학 에너지는 물체의 온도를 변화시키는 에너지이다.
④ 핵에너지는 전하의 이동에 의해 발생하는 에너지이다.
⑤ 전기 에너지는 원자핵이 분열할 때 발생하는 에너지이다.

02 우리 주변에서 일어나는 에너지 전환에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 태풍은 태양의 열에너지가 바람의 역학적 에너지로 전환된 것이다.
ㄴ. 광합성 과정에서 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.
ㄷ. 반딧불이가 내는 빛은 반딧불이의 운동 에너지가 화학 에너지로 전환된 것이다.

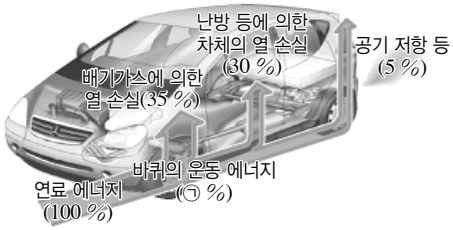
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 에너지 효율에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 에너지 효율은 공급한 에너지 중 유용하게 사용된 에너지의 비율이다.
ㄴ. 에너지 효율이 낮을수록 쓸모없이 버려지는 에너지의 양이 적다.
ㄷ. 에너지 소비 효율 등급이 1등급인 제품은 5등급인 제품보다 유용하게 사용되는 에너지의 양이 적다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 자동차에 공급된 연료의 에너지가 전환된 비율을 나타낸 것이다.

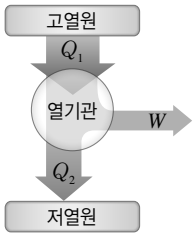


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 30이다.
ㄴ. 자동차의 에너지 효율은 70 %이다.
ㄷ. 자동차의 엔진에서는 연료의 화학 에너지가 바퀴의 운동 에너지로 전환된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 열기관의 고열원에 Q_1의 열에너지를 공급했더니, W의 일을 하고 저열원으로 Q_2의 열에너지가 빠져 나가는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. $W=\frac{Q_1}{Q_2}$이다.
ㄴ. 열기관의 효율(%)은 $\frac{Q_2}{Q_1}\times 100$이다.
ㄷ. Q_1이 일정할 때 W가 클수록 열기관의 효율이 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 열효율이 30 %인 열기관에 공급된 열 에너지가 120 J일 때, 이 열기관이 한 일의 양은?

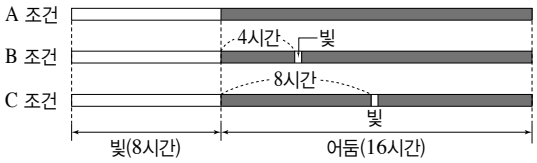
① 30 J ② 36 J ③ 60 J
④ 84 J ⑤ 120 J

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 173쪽

01 그림은 일조 시간과 꽃눈 형성의 관계를 조사하기 위해 식물 (가)와 (나)를 각각 세 그룹으로 나누고, 일정 기간 동안 각각 A, B, C 세 가지 조건으로 실험한 결과이다.



구분	꽃눈 형성		
	A 조건	B 조건	C 조건
(가)	95 % 이상	90 %	0
(나)	0	86 %	95 % 이상

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 어둠 속에 있는 총 시간이 꽃눈 형성을 결정하는 요인이다.
ㄴ. 암기의 지속 시간이 8시간 이하일 때는 (가) 식물의 꽃눈은 형성되지 않는다.
ㄷ. 암기의 지속 시간이 길어질수록 (나) 식물의 꽃눈 형성 비율은 증가한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 표는 여름철, 어떤 하천에서 나타난 식물 플랑크톤의 폭발적 증가와 관련된 요인에 대해 조사한 결과이다.

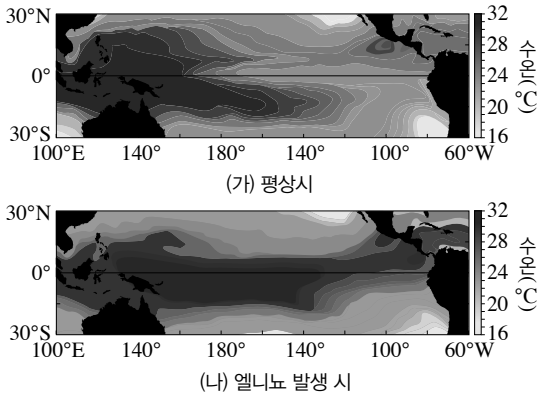
농지의 비료 사용량	과다
하천의 영양 염류량	질산염, 인산염 증가
수온	상승
물에 녹아 있는 산소량	감소

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 영양 염류는 플랑크톤의 생장에 필요하다.)

보기
ㄱ. 플랑크톤을 먹이로 하는 물고기의 개체 수가 증가할 것이다.
ㄴ. 비료의 성분에는 플랑크톤을 죽이는 물질이 포함되어 있다.
ㄷ. 비료의 과다 사용은 하천에 사는 생물의 생존에 영향을 준다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림은 평상시와 엘니뇨 발생 시 적도 부근 동태평양 해역의 수온 분포를 나타낸 것이다.

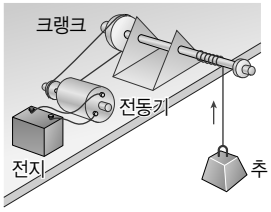


엘니뇨 발생 시에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 무역풍은 평상시보다 약하게 분다.
ㄴ. 서태평양 지역은 강수량이 증가할 것이다.
ㄷ. 동태평양 지역은 상승 기류가 발생하여 기압이 낮아질 것이다.
ㄹ. 동태평양 해역에서 어획량이 증가할 것이다.

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

04 그림은 전동기로 공급하는 전기 에너지가 500 J인 전지를 사용하여 추를 들어 올리는 모습을 나타낸 것이다. 전동기의 에너지 효율은 60 %이고, 전기 에너지가 공급되는 동안 추의 퍼텐셜 에너지가 200 J 증가하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 추는 일정한 속력으로 올라간다.)

보기
ㄱ. 전지에서 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
ㄴ. 전동기에서 전기 에너지가 역학적 에너지로 전환된다.
ㄷ. 추를 들어 올리는 동안 추의 운동 에너지는 100 J이다.

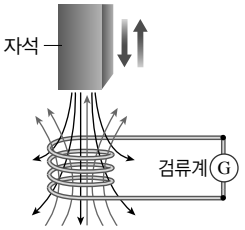
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 174쪽

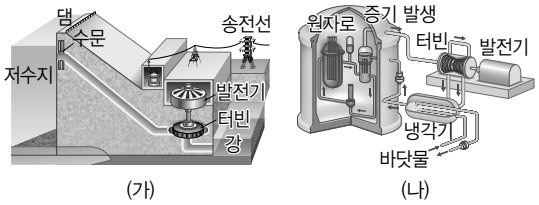
01 그림은 검류계가 연결되어 있는 코일 주변에서 자석을 움직이는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전자기 유도에 의해 코일에 전류가 흐른다.
② 자석을 느리게 움직일수록 검류계에 측정되는 전류의 세기가 세진다.
③ 코일의 감은 수가 많을수록 센 전류가 흐른다.
④ 자석의 세기가 셀수록 코일에 센 전류가 흐른다.
⑤ 자석을 코일에 넣을 때와 뺄 때 전류의 방향은 반대이다.

02 그림 (가), (나)는 서로 다른 발전 방식을 나타낸 것이다.

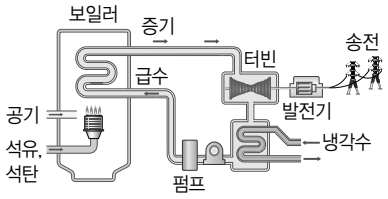


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 물의 퍼텐셜 에너지를 이용하여 터빈을 회전시킨다.
ㄴ. (나)는 핵연료를 이용하여 터빈을 회전시킨다.
ㄷ. (가), (나) 모두 발전 과정에서 열에너지가 운동 에너지로 전환된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

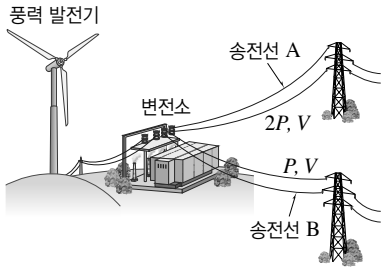
03 그림은 화력 발전 과정을 나타낸 것이다.



에너지가 전환되는 과정으로 옳은 것은?

① 화학 에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지
② 화학 에너지 → 전기 에너지 → 운동 에너지
③ 핵에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지
④ 빛에너지 → 운동 에너지 → 화학 에너지
⑤ 전기 에너지 → 화학 에너지 → 운동 에너지

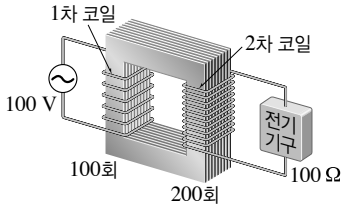
04 그림은 변전소에서 송전선 A, B를 통해 $2P$, P인 전력을 같은 전압 V로 송전하는 것을 나타낸 것이다. 송전선의 저항은 B가 A의 2배이다.



송전선 A, B에서 손실되는 전력을 각각 P_A, P_B라고 할 때 $P_A : P_B$는?

① 1 : 1 ② 1 : 2 ③ 1 : 4 ④ 2 : 1 ⑤ 4 : 1

05 그림과 같이 변압기의 1차 코일에 걸린 전압은 100 V, 1차 코일의 감은 수는 100회, 2차 코일의 감은 수는 200회이다.



2차 코일에 연결된 전기 기구의 저항이 100 Ω일 때 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는? (단, 변압기에서 에너지 손실은 무시한다.)

① 1 A ② 2 A ③ 3 A ④ 4 A ⑤ 5 A

성취도 테스트 A

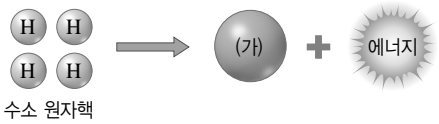
이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 174쪽

01 태양 에너지가 생성되는 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 태양 중심부에서 일어나는 반응이다.
② 질량 결손에 해당하는 에너지가 방출된다.
③ 수소 원자핵들이 융합하여 헬륨 원자핵을 만드는 수소 핵융합 반응이다.
④ 지구상에서도 태양 에너지의 생성과 같은 반응을 쉽게 발생시킬 수 있다.
⑤ 태양 중심부와 같이 대부분의 원자들이 플라스마 상태로 존재할 때 일어나는 반응이다.

02 그림은 태양에서 일어나는 반응을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

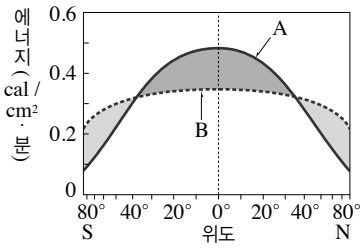
보기
ㄱ. (가)는 헬륨 원자핵이다.
ㄴ. 핵융합 과정이다.
ㄷ. 수소 원자핵 4개의 질량의 합보다 (가)의 질량이 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 태양 에너지에 의해 지구에서 일어나는 현상이 아닌 것은?

① 지표 부근에서 지진이 발생한다.
② 태풍이 지나는 동안 집중 호우가 내린다.
③ 바람이 많은 곳에 풍력 발전기를 설치한다.
④ 식물이 광합성을 하여 생명 활동을 유지한다.
⑤ 물이 순환하는 과정에서 지형 변화가 일어난다.

04 그림은 위도에 따른 복사 에너지양을 나타낸 것이다.

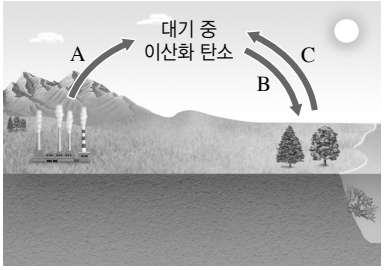


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 태양 복사 에너지이다.
ㄴ. B는 지구 복사 에너지이다.
ㄷ. A, B의 불균형은 대기와 해수의 순환에 의해 해소된다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 탄소 순환 과정의 일부를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. B는 모든 생물에서 일어난다.
ㄴ. C는 동물에서만 일어난다.
ㄷ. A~C 중 지구 온난화의 주요 원인은 A이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 A

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 174쪽

01 다음은 핵분열 과정에 대한 설명이다.

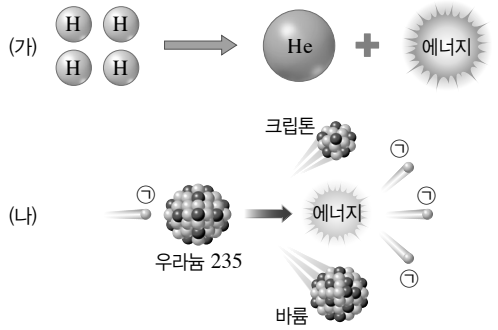
> 우라늄 원자핵이 핵분열할 때 방출하는 고속 중성자들이 ㉠(　　)에 의해 저속 중성자가 되어 다른 우라늄 원자핵과 계속 충돌하는 연쇄 반응이 일어난다. 이때 카드뮴이나 붕소로 만든 제어봉이 중성자를 흡수하여 연쇄 반응의 속도를 조절한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 감속재이다.
ㄴ. 핵발전소의 원자로에서 일어나는 반응이다.
ㄷ. 핵분열 반응 전 입자들의 질량 합은 반응 후 입자들의 질량 합보다 작다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)와 (나)는 핵반응을 통해 에너지를 방출하는 과정을 간략하게 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 핵분열 반응, (나)는 핵융합 반응이다.
ㄴ. (나)에서 ㉠은 전자이다.
ㄷ. (가)와 (나)에서 방출되는 에너지는 모두 질량 결손에 의한 것이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

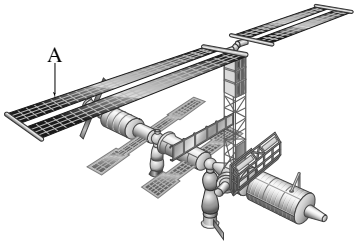
03 다음은 어떤 재생 에너지에 대한 설명이다.

> 대표적인 재생 에너지를 이용한 발전 방식으로, 설비가 비교적 간단하고, 비용이 저렴하며 환경 오염 물질을 배출하지 않는다. 하지만 발전량을 정확히 예측하기 어렵고 곤충과 새 등과의 충돌, 소음 발생 등 환경을 훼손할 가능성이 크다.

위 내용이 설명하고 있는 재생 에너지는?

① 풍력 에너지　② 수력 에너지
③ 지열 에너지　④ 태양광 에너지
⑤ 폐기물 에너지

04 그림은 우주에 있는 국제 우주 정거장을 나타낸 것으로, 연료를 지구에서 계속 공급받을 수 없기 때문에 A를 부착하여 전기 에너지를 생산한다.



A를 이용하여 지구에서 전기 에너지를 생산할 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① A는 태양 전지이다.
② 에너지 자원이 무한하다.
③ 날씨의 영향을 많이 받는다.
④ 발전 과정에서 환경 오염이 발생하지 않는다.
⑤ 설치 면적이 좁아도 대용량 발전이 가능하다.

05 연료 전지에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 효율이 매우 낮다.
ㄴ. 수소를 직접 연소시켜 사용한다.
ㄷ. 반응 후 물, 전기 에너지가 생성된다.

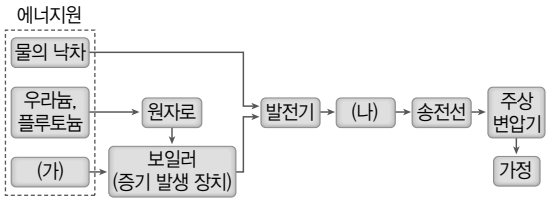
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 B

이름 | 날짜 | 점수

• 정답과 해설 175쪽

01 그림은 여러 가지 에너지원을 이용하여 생산한 전기 에너지를 가정으로 보내는 과정을 모식적으로 나타낸 것이다.

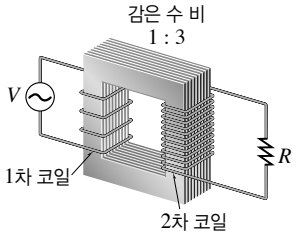


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 화석 연료는 (가)에 속한다.
ㄴ. 원자로에서는 핵융합 반응이 일어난다.
ㄷ. 전력 손실을 줄이기 위해서는 (나)에서 송전 전압을 높여야 한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비가 1 : 3인 변압기에 전압이 V인 교류 전원과 저항값이 R인 저항이 연결된 모습을 나타낸 것이다.

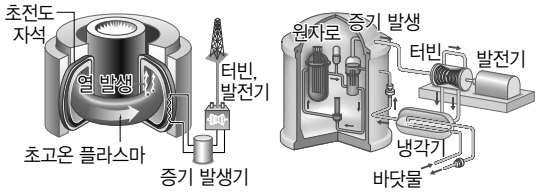


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?(단, 변압기에서의 에너지 손실은 무시한다.)

보기
ㄱ. 2차 코일에 유도되는 전압은 $2V$이다.
ㄴ. 1차 코일에 공급되는 전력과 2차 코일에 유도되는 전력의 크기는 같다.
ㄷ. 변압기는 전자기 유도를 이용하여 전압을 변화시키는 장치이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)는 핵융합 발전소의 구조를, (나)는 핵분열 발전소의 구조를 간략하게 나타낸 것이다.



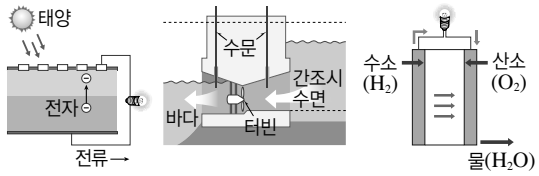
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)에서 가벼운 원자핵끼리 융합하여 무거운 원자핵이 만들어진다.
ㄴ. (나)에서 증기로 터빈을 돌려서 전기 에너지를 생산한다.
ㄷ. (가)와 (나)의 핵반응에서 방출된 에너지는 모두 질량 결손에 의한 것이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)~(다)는 다양한 에너지원을 이용한 발전 원리를 나타낸 것이다.



(가) (나) (다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 날씨에 관계없이 일정량의 발전이 가능하다.
ㄴ. (나)는 밀물과 썰물 때 해수면의 높이 차이를 이용하여 터빈을 돌려 발전하는 방식이다.
ㄷ. (가), (나), (다) 모두 화력 발전에 비해 환경 오염 물질의 배출이 적다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

성취도 테스트 정답과 해설

교사용 특별부록 126쪽

A Ⅰ-1-01. 우주의 시작과 원소의 생성

01 ③ 02 ⑤ 03 ③ 04 ② 05 ②

01 ㄱ. 쿼크는 양성자와 중성자를, 양성자와 중성자는 원자핵을, 원자핵과 전자는 원자를 구성한다.
ㄴ. 양성자는 쿼크 3개로 이루어져 있으며, 두 종류의 쿼크가 결합하여 생성된다.
바로알기 ㄷ. 원자핵은 양성자와 중성자로 구성된다.

02 A는 전자, B는 양성자 또는 중성자이다.
ㄱ. 원자는 원자핵과 전자로 이루어져 있으므로 A는 전자이다. 원자핵은 양전하를 띠고, 전자는 음전하를 띠므로 원자는 전기적으로 중성이다.
ㄴ. B는 쿼크 3개가 결합하여 생성된 양성자 또는 중성자이다.
ㄷ. 헬륨 원자핵은 우주의 나이가 약 3분이었을 때 생성되었다.

03 이 시기의 변화는 원자핵과 전자가 결합하여 원자를 생성하면서 빛이 직진할 수 있게 된 것이다.
ㄱ. 우주의 나이 약 38만 년, 우주의 온도가 약 3000 K일 때 일어난 변화이다.
ㄷ. 빛이 전자의 방해를 받지 않고 우주 전역으로 퍼져 나가 현재의 우주 배경 복사를 이루었다.
바로알기 ㄴ. 전자가 원자핵에 붙잡히면서 빛이 직진할 수 있게 되었고, 불투명했던 우주가 투명해지기 시작하였다.

04 ㄷ. 원자의 종류에 따라 선 스펙트럼이 다르게 나타나므로 별빛의 스펙트럼을 관측하면 원소의 종류와 함량을 알 수 있다.
바로알기 ㄱ. 전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 이동하면 특정한 파장의 빛을 흡수하므로 흡수 스펙트럼이 나타난다.
ㄴ. 원자의 종류에 따라 에너지 준위와 그 간격이 다르기 때문에 흡수하거나 방출하는 빛의 파장이 다르다.

05 ㄱ. 우주의 온도가 약 3000 K일 때 생성되어 약 3 K의 복사로 발견된 우주 배경 복사는 빅뱅 우주론의 증거가 된다.
ㄷ. 우주에 분포하는 수소와 헬륨의 질량비는 약 3 : 1로 관측되었으며, 빅뱅 우주론에서 예측한 질량비와 거의 일치한다.

교사용 특별부록 127쪽

A Ⅰ-1-02. 지구와 생명체를 이루는 원소의 생성

01 ② 02 ③ 03 ② 04 ① 05 ④

01 ① 질량이 태양과 비슷한 별은 적색 거성 → 행성상 성운, 백색 왜성으로 진화하지만, 질량이 태양의 약 10배 이상인 별은 초거성 → 초신성 → 중성자별이나 블랙홀로 진화한다.
④ 중심부에서 수소 핵융합 반응을 하는 별은 주계열성으로, 중력과 내부 압력이 평형을 이루어 별의 크기가 일정하다.
⑤ 핵융합 반응으로 생성된 원소의 질량은 반응 원소의 총질량보다 작으므로 이때 발생한 질량 차이는 에너지로 전환된다.
바로알기 ② 별은 일생의 대부분을 주계열성으로 보낸다.

02 ㄱ. A는 핵융합 반응으로 발생한 에너지에 의해 별을 팽창시키는 힘으로, 내부 압력이다.
ㄷ. 중력과 내부 압력이 평형을 이루는 별은 주계열성으로, 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어난다.
바로알기 ㄴ. B는 별을 수축시키는 중력이다.

03 ㄴ. 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 때 생성된 후 방출되어 성운의 물질을 이룬다.
바로알기 ㄱ. 초신성 폭발이 일어나는 별은 질량이 매우 큰 별로, 초신성 폭발 후 중심부가 남으면 중성자별이나 블랙홀이 된다.
ㄷ. 수소 핵융합 반응은 주계열성일 때 중심부에서 일어나는 반응이다. 초거성일 때는 중심부에서 헬륨 핵융합 반응부터 시작하여 점차 무거운 원소의 핵융합 반응이 일어난다.

04 ㄱ. A는 질량이 작은 별, B는 질량이 큰 별의 진화 경로를 나타낸 것이다.
바로알기 ㄴ. C 중성자별은 태양 질량의 약 10배~20배, D 블랙홀은 태양 질량의 약 20배~30배 이상일 때 형성된다.
ㄷ. (가)의 중심부는 철을 생성할 만큼 온도가 상승하지 못하며, (나)의 중심부에서는 최종적으로 철이 생성된다. 별의 내부에서는 핵융합 반응으로 철보다 무거운 원소를 생성하지 못하며, 철보다 무거운 원소는 초신성 폭발 과정에서 생성된다.

05 ㄱ. 수성, 금성, 지구, 화성의 표면 온도는 철, 니켈, 규산염 등의 응집 온도와 비슷하다. 따라서 지구형 행성은 철, 니켈 등 무거운 물질이 응집하여 만들어졌다는 것을 알 수 있다.
ㄷ. 얼음의 응집 온도는 목성, 토성, 천왕성, 해왕성의 표면 온도 부근이므로 얼음 등의 가벼운 물질이 응집하여 형성된 미행성체가 성장하여 목성형 행성이 형성되었다는 것을 알 수 있다.
바로알기 ㄴ. 지구형 행성은 태양과 가까운 거리의 온도가 높은 환경에서 형성되었다.

교사용 특별부록 128쪽

A Ⅰ-1-03. 원소들의 주기성

01 ③ 02 ⑤ 03 ㄱ, ㄷ 04 ③ 05 ①

01 멘델레예프의 주기율표는 원소를 원자량 순으로 배열하였고, 현대 주기율표는 원소를 원자 번호 순으로 배열하였다.

02 (가)에서 3주기 1족 원소는 나트륨(Na), 2족 원소는 마그네슘(Mg)이고, 4주기 1족 원소는 칼륨(K), 2족 원소는 칼슘(Ca)이다. (나)에서 2주기 16족 원소는 산소(O), 17족 원소는 플루오린(F)이고, 3주기 16족 원소는 황(S), 17족 원소는 염소(Cl)이다.

ㄱ. (가)의 1족 원소인 나트륨과 칼륨 중 원자 번호가 큰 것은 주기 번호가 더 큰 칼륨이다.
ㄴ. (나)의 산소, 플루오린, 황, 염소는 모두 비금속 원소이다.
ㄷ. (가)에서 원자 번호가 가장 큰 원소는 원자 번호가 20인 칼슘이고, (나)에서 원자 번호가 가장 작은 원소는 원자 번호가 8인 산소이므로 번호 차이는 12이다.

03 (가)는 금속 원소이고, (나)는 비금속 원소이다.
바로알기 ㄴ. (나)에서 수소는 1주기, 산소와 질소는 2주기, 염소는 3주기 원소이다.

04 ㄱ. 리튬<나트륨<칼륨 순으로 반응성이 크므로 알칼리 금속은 원자 번호가 클수록 반응성이 크다.
ㄴ. 알칼리 금속이 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 이때 생성된 수용액은 염기성을 띤다.
바로알기 ㄷ. 알칼리 금속이 물과 반응하여 생성된 수용액에는 각 알칼리 금속의 양이온과 수산화 이온이 존재한다.

05 ㄱ. A(F)와 C(Cl)는 같은 족 원소이고, B(Mg)와 C(Cl)는 같은 주기 원소이다.
바로알기 ㄴ. 화학적 성질이 비슷한 원소는 같은 족 원소로 A(F)와 C(Cl)가 해당한다.
ㄷ. 원자가 전자 수는 A(F)가 7, B(Mg)가 2, C(Cl)가 7이므로 A~C의 원자가 전자 수의 합은 16이다.

교사용 특별부록 129쪽

A Ⅰ-1-04. 원소들의 화학 결합과 물질의 생성

01 ③ **02** ⑤ **03** ② **04** ⑤

01 A는 질소(N), B는 산소(O), C는 나트륨(Na)이다.
ㄱ. 가장 안정한 이온의 전자 배치를 이루기 위해 필요한 전자 수는 A(N)가 3, B(O)가 2이다.
ㄴ. B(O)는 비금속 원소이고, C(Na)는 금속 원소이므로 B(O)와 C(Na)가 결합한 화합물은 이온 결합 물질이다.
바로알기 ㄷ. B(O)는 비금속 원소이고, C(Na)는 금속 원소이므로 B(O)는 전자를 얻어 음이온이 되기 쉽고, C(Na)는 전자를 잃고 양이온이 되기 쉽다.

02 X는 산소(O)이고, Y^{2-}은 황화 이온(S^{2-})이다.
ㄱ. Y^{2-}(S^{2-})은 Y(S)가 전자 2개를 얻어 생성된 이온이므로, Y(S)는 가장 바깥 전자 껍질에 전자 6개가 들어 있는 3주기 원소이다.
ㄴ. X(O)와 Y(S)는 원자가 전자 수가 모두 6이므로 16족 원소이다.
ㄷ. $X_2(O_2)$에는 X(O)와 X(O) 사이에 전자쌍 2개를 공유하는 2중 결합이 존재한다.

03 A는 수소(H), B는 산소(O), C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na), E는 염소(Cl), F는 칼슘(Ca)이다.
ㄴ. $B_2(O_2)$의 공유 전자쌍 수는 2이고, $C_2(F_2)$의 공유 전자쌍 수는 1이다.
바로알기 ㄱ. A(H)와 E(Cl)는 공유 결합을, C(F)와 D(Na)는 이온 결합을 한다.
ㄷ. 비금속 원소인 E(Cl)와 금속 원소인 F(Ca)가 결합하면 전자는 F(Ca)에서 E(Cl)로 이동한다.

04 (가)는 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다. (나)는 단일 결합으로만 이루어진 물질인 물이고, (다)는 분자 내에 2중 결합 2개가 존재하는 물질인 이산화 탄소이다.
ㄱ. 염화 나트륨은 바닷물에 많이 녹아 있다.
ㄴ. 물은 사람 몸의 약 70 %를 구성한다.
ㄷ. 이산화 탄소는 생명체의 호흡으로 생성되고, 광합성에 이용된다.

교사용 특별부록 130쪽

B Ⅰ-1. 물질의 규칙성과 결합

01 ③ **02** ② **03** ④ **04** ⑤

01 ㄱ. 우주가 팽창하여 온도가 낮아지자, 양성자는 주위에서 에너지를 얻지 못하게 되어 중성자로 변환될 수 없었다.
ㄴ. (나) 질량이 작은 양성자가 질량이 큰 중성자로 바뀔 때에는 질량 차이 만큼의 에너지를 주위로부터 흡수하고, (다) 질량이 큰 중성자가 질량이 작은 양성자로 바뀔 때에는 에너지가 방출된다.
바로알기 ㄷ. 우주가 팽창하여 온도가 낮아지면서 양성자가 중성자로 바뀔 수 없게 되어 우주에는 중성자보다 양성자가 더 많아졌다.

02 ㄷ. 질량이 태양과 비슷한 별은 별의 중심부에서 핵융합 반응으로 탄소(탄소, 산소)까지 생성하고, 중심부의 온도가 더 이상 높아지지 않아 핵융합 반응이 멈추어 더 무거운 원소를 생성하지 못한다.
바로알기 ㄱ. (가)는 질량이 태양의 약 10배 이상인 별로, 중성자별이나 블랙홀로 진화한다.
ㄴ. (나)는 질량이 작아 초신성이 되지 못하므로 철보다 무거운 원소를 생성하지 못한다.

03 ㄴ. 알칼리 금속(M)이 물과 반응하면 수소 기체가 발생하고, 염기성 물질(MOH)이 생성된다.
$2M + 2H_2O \longrightarrow 2MOH + H_2\uparrow$
ㄷ. (다)는 알칼리 금속이 수소와 반응하여 생성된 물질이고, (라)는 알칼리 금속이 할로젠과 반응하여 생성된 물질이다. 즉, 모두 금속 원소와 비금속 원소가 결합하여 생성된 물질이므로 이온 결합 물질이다.
바로알기 ㄱ. 알칼리 금속은 공기 중의 산소와 반응하여 산화물(M_2O)을 생성하므로 은백색 광택을 잃는다.

04 A는 수소(H), B는 리튬(Li), C는 플루오린(F), D는 네온(Ne), E는 나트륨(Na), F는 마그네슘(Mg)이다.

① 비활성 기체는 18족 원소인 D(Ne) 한 가지이다.
② A(H)는 원자가 전자 수가 1이고, C(F)는 원자가 전자 수가 7이므로 전자쌍 1개를 공유하여 결합한다.
③ C(F)와 E(Na)가 결합하여 플루오린화 나트륨(NaF)을 생성할 때 플루오린은 전자 1개를 얻고, 나트륨은 전자 1개를 잃어 둘 다 D(Ne)와 같은 전자 배치를 이룬다.
④ 플루오린화 이온(F^-)과 마그네슘 이온(Mg^{2+})은 2 : 1의 개수비로 결합하여 플루오린화 마그네슘(MgF_2)을 생성한다. 따라서 C와 F가 결합한 화합물의 화학식은 FC_2이다.
바로알기 ⑤ 화합물 AC(HF)는 비금속 원소끼리 결합하여 생성되므로 공유 결합 물질이고, BC(LiF)는 금속 원소와 비금속 원소가 결합하여 생성되므로 이온 결합 물질이다.

교사용 특별부록 131쪽

A Ⅰ-2-01. 지각과 생명체 구성 물질의 결합 규칙성

01 ⑤ 02 ③ 03 ④ 04 ③

01 ㄱ. 지각을 구성하는 주요 원소는 산소와 규소이고, 사람의 몸을 구성하는 주요 원소는 산소와 탄소이다.
ㄴ. (가)와 (나)의 성분에서 가장 무거운 원소는 철이므로 수소를 제외한 원소들은 별의 내부에서 핵융합 반응으로 생성되었다.
ㄷ. 산소는 지각에서 규산염 사면체, 사람의 몸속에서 탄소 화합물 등의 화합물로 존재한다.

02 ㄱ. 원자핵의 전하가 14+이므로 원자 번호가 14인 규소의 전자 배치이다.
ㄷ. 원자가 전자가 4개이므로 산소 4개와 공유 결합하여 규산염 사면체를 이룬다.
바로알기 ㄴ. 원자핵의 전하가 14+이므로 양성자수가 14이고 원자를 이루는 전자는 14개이다.

03 ㄴ, ㄷ. 규산염 사면체가 여러 가지 규칙에 따라 서로 산소를 공유하면서 다양한 구조를 형성하여 다양한 규산염 광물이 만들어진다.
바로알기 ㄱ. 규산염 사면체는 음전하를 띤다.

04 ㄱ. (가)와 (나)는 주기율표의 14족 원소이므로 원자가 전자가 4개이다.
ㄴ. (가)는 탄소(C)로, 2중 결합이나 3중 결합을 한다.
바로알기 ㄷ. (나)는 규소(Si)이고, 지각에 산소 다음으로 많다.

교사용 특별부록 132쪽

A Ⅰ-2-02. 생명체 구성 물질의 형성

01 ④ 02 ② 03 ① 04 ③ 05 ② 06 ④

01 ④ 녹말은 포도당, 단백질은 아미노산, RNA는 뉴클레오타이드라는 단위체가 결합하여 만들어진다.

02 ④, ⑤ 단백질의 입체 구조는 20종류의 아미노산 배열 순서에 의해 결정된다.
바로알기 ② (가)는 아미노산(㉠) 사이에서 물 한 분자가 빠져나오면서 형성되는 펩타이드 결합이다.

03 ① 단백질을 구성하는 아미노산은 20종류이고, DNA를 구성하는 뉴클레오타이드는 4종류이다.
바로알기 ② 단위체의 배열 순서에 유전 정보를 저장하는 것은 DNA이다.
③ 사람을 구성하는 물질의 비율은 생명체를 구성하는 탄소 화합물 중 단백질이 가장 많다.
④ 단백질은 단위체의 배열 순서에 따라 입체 구조가 다르다.
⑤ DNA의 한쪽 가닥의 염기 서열이 −ATGCGA−라면 다른 쪽 가닥의 염기 서열은 −TACGCT−이다.

04 바로알기 ① DNA를 구성하는 당은 디옥시리보스이다.
② DNA는 이중 나선 구조이다.
④ 구아닌은 사이토신과, 아데닌은 타이민과 상보결합한다.
⑤ 뉴클레오타이드는 당과 인산의 결합으로 길게 연결된다.

05 바로알기 ① RNA는 유전 정보의 전달에 관여한다.
③ RNA의 뉴클레오타이드를 구성하는 염기(㉡)에는 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 유라실(U)이 있다.
④ (가)는 인산, 당, 염기가 1 : 1 : 1로 결합된 뉴클레오타이드이다.
⑤ 당과 인산은 공유 결합으로 연결된다.

06 ㄴ. ㉡은 염기 사이의 수소 결합이다.
ㄷ. ㉢은 당 - 인산 골격으로, 당과 인산은 1 : 1로 존재한다.
바로알기 ㄱ. ㉠은 아데닌(A)과 상보결합하는 타이민(T)이다.

교사용 특별부록 133쪽

A Ⅰ-2-03. 신소재의 개발과 활용

01 ⑤ 02 ⑤ 03 ③ 04 ③ 05 ② 06 ②

01 ㄱ, ㄴ. 순수한 규소나 저마늄에 소량의 원소를 첨가하여 전기 전도성을 증가시킨 반도체는 다이오드나 트랜지스터에 이용된다.
ㄷ. 반도체는 도체와 절연체의 중간 정도인 전기적 성질을 띤다.

02 ⑤ 압력 감지기는 압력에 따라 전기 저항이 변하는 성질을 이용한다.
바로알기 ① 태양 전지는 빛을 비추면 전류가 흘러 빛에너지가 전기 에너지로 전환되는 성질을 이용한다.
② 적외선 감지기와 같은 광센서는 빛을 비추었을 때 전류가 흐르는 성질을 이용한다.
③, ④ 반도체로 만든 레이저의 광원이나 발광 다이오드는 전류가 흐를 때 빛을 방출하는 성질을 이용한다.

03 ㄱ. 초전도체는 임계 온도 이하에서 외부 자기장을 밀어내므로 초전도체가 자석 위에 떠 있는 마이스너 효과가 나타난다.
ㄷ. 초전도체는 임계 온도 이하에서 전류가 흘러도 열이 발생하지 않는다.
바로알기 ㄴ. 초전도 현상이 나타날 때 전기 저항은 0이 된다.

04 철수 : 초전도체는 특정 온도 이하에서 전기 저항이 0이 되는 초전도 현상을 나타내는 물질이다.
영희 : 홍합은 접착 단백질을 생산, 분비하는데 이를 이용한 접착제는 면역 반응을 일으키지 않아 의료용 봉합사로도 이용된다.
바로알기 민수 : 액정은 고체와 액체의 성질을 함께 띠는 물질로, 액정을 이용해 액정 디스플레이(LCD)를 만든다.

05 그래핀은 투명하면서 유연성이 있다. 또한 열전도성과 전기 전도성이 뛰어나며, 강철보다 강도가 강하다.

06 ② 홍합의 접착 단백질을 모방하여 수중 접착제나 의료용 봉합사에 이용한다.
바로알기 ① 수중 접착제는 홍합의 접착 단백질을, ③ 전신 수영복은 상어 비늘을 모방한 것이다. ④ 벨크로 테이프는 도꼬마리 열매의 가시를, ⑤ 인공 힘줄은 거미줄을 모방한 것이다.

교사용 특별부록 134쪽

B Ⅰ-2. 자연의 구성 물질

01 ④ **02** ③ **03** ④ **04** ⑤

01 (가)는 독립형 구조, (나)는 단사슬 구조, (다)는 복사슬 구조이다.
바로알기 ㄱ. (가)는 독립형 구조로, 음전하를 띠므로 마그네슘, 철 등의 양이온과 결합하여 광물을 이룬다.

02 ㄱ, ㄷ. (가)는 에너지원으로 사용되는 단백질이고, (나)는 이중 나선 구조의 DNA이다. 단백질과 DNA는 모두 질소를 포함한다.
바로알기 ㄴ. DNA(나)는 염기가 다른 4종류의 뉴클레오타이드로 이루어져 있다.

03 ㄱ. (가)는 단백질에만 해당하는 특성이므로 '효소의 성분인가?', 호르몬의 성분인가?', '펩타이드 결합이 있는가?' 등이 될 수 있다.
ㄷ. DNA, RNA, 단백질은 공통적으로 생명체를 구성하는 탄소 화합물이다. 따라서 공통적으로 탄소를 포함한다.
바로알기 ㄴ. (나)는 DNA에만 해당하는 특성이므로 '디옥시리보스가 있는가?', '타이민이 있는가?', '이중 나선 구조인가?' 등이 될 수 있다.

04 ㄱ. 초전도체는 핵융합 장치에서 플라스마를 담아두는 데 이용된다.
ㄴ, ㄷ. (가)에서 T는 임계 온도로, 온도가 임계 온도보다 낮을 때 이 물질은 전기 저항이 0이 되어 열이 발생하지 않으며, (나)와 같이 자석 위에 떠 있을 수 있다.

교사용 특별부록 135쪽

A Ⅱ-1-01. 중력과 역학적 시스템

01 ② **02** ① **03** ① **04** ② **05** 중력

01 ㄱ. 무게란 지구가 물체에 작용하는 중력의 크기이다.
ㄷ. 두 물체 사이에 작용하는 중력은 항상 끌어당기는 힘인 인력이다.
바로알기 ㄴ. 사과와 지구 사이에 작용하는 중력은 크기는 서로 같고 방향은 반대이다.
ㄹ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 두 물체 사이의 거리가 멀수록 작다.

02 수평 방향으로 던진 공은 연직 방향으로는 중력(↓)이 작용하고, 수평 방향으로는 힘이 작용하지 않아 속도가 일정하다.

03 물체는 2초 동안 속도가 0에서 20 m/s으로 변하였으므로 가속도$=\frac{\text{속도 변화량}}{\text{시간}}=\frac{20\ \text{m/s}-0}{2\ \text{s}}=10\ \text{m/s}^2$이다.

04 물체는 수평 방향으로 등속 직선 운동을 하므로 바닥에 도달할 때까지 수평 방향으로 이동한 거리$=2\ \text{m/s}\times5\ \text{s}=10\ \text{m}$이다.

05 중력은 지구 전체 시스템에 영향을 미치므로 비, 눈과 같은 기상 현상, 밀물과 썰물 등의 원인이 되기도 한다.

교사용 특별부록 136쪽

A Ⅱ-1-02. 역학적 시스템과 안전

01 ③ **02** ④ **03** ③ **04** ⑤ **05** 2.5 m/s **06** ③

01 자동차의 질량은 2000 kg이므로 운동량의 변화량=질량×(나중 속도−처음 속도)$=2000\ \text{kg}\times(30-0)\text{m/s}=60000\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$이다.

02 운동량의 변화량=충격량=힘×시간에서 $60000\ \text{kg}\cdot\text{m/s}=1000\ \text{N}\times$시간이므로 힘이 작용한 시간은 60초이다.

03 충격량=운동량의 변화량=나중 운동량−처음 운동량$=0.003\ \text{kg}\times(-10\ \text{m/s}-20\ \text{m/s})=0.09\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$이므로 충격량의 크기는 $0.09\ \text{N}\cdot\text{s}$이다.

04 힘-시간 그래프에서 그래프 아랫부분의 넓이는 충격량에 해당하므로 3초 동안 물체가 받은 충격량의 크기$=\frac{1}{2}\times(2+3)\times10=25(\text{N}\cdot\text{s})$이다.

05 충격량=운동량의 변화량이다. 이 물체는 힘을 받기 전 정지해 있었으므로 $25\ \text{N}\cdot\text{s}=10\ \text{kg}\times(v-0)$에서 물체의 속도 $v=2.5\ \text{m/s}$이다.

06 ㄱ. 그래프 아랫부분의 넓이 S_A와 S_B가 같으므로 두 공이 받은 충격량은 같다.
ㄴ. 충격량이 같을 때 충돌 시간이 짧을수록 공이 받은 평균 힘의 크기가 크므로 A가 받은 평균 힘의 크기는 B보다 크다.
바로알기 ㄷ. 두 공의 충격량이 같으므로 운동량의 변화량도 같다. 그리고 질량과 충돌 전 속도가 같으므로 튀어 나가는 공의 속도도 같다.

교사용 특별부록 137쪽

B Ⅱ－1. 역학적 시스템

01 ② 02 ① 03 6 N 04 ① 05 1 m/s

01 자유 낙하 하는 물체는 등가속도 운동을 하므로 속도가 일정하게 빨라진다. B가 지면에 도달하는 속도는 A가 지면에 도달하는 속도의 2배이므로 B가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간도 A의 2배이다. 따라서 B가 지면에 도달할 때까지 걸린 시간은 $2t$이다.

02 물체 B가 지면에 도달할 때 속도는 물체 A가 지면에 도달할 때 속도의 $\frac{1}{2}$배이다. 물체 A가 지면에 도달하는 데 걸린 시간이 1초이므로 물체 B가 지면에 도달하는 데 걸린 시간은 0.5초이다. 그러므로 물체 B가 지면에 도달할 때까지 수평 방향으로 이동한 거리는 $2\ \mathrm{m/s} \times 0.5\ \mathrm{s} = 1\ \mathrm{m}$이다.

03 2초 동안 운동량의 변화량은 12 kg·m/s이므로 2초 동안 물체가 받은 충격량은 12 N·s이다. $12\ \mathrm{N \cdot s} = F \times 2\ \mathrm{s}$에서 물체가 받은 힘의 크기는 $F = 6\ \mathrm{N}$이다.

04 A가 받은 충격량의 크기는 그래프 아랫부분의 넓이와 같으므로 2 N·s이다. 충돌 시 A와 B가 받은 충격량의 크기가 같으므로 B가 받은 충격량의 크기도 2 N·s이다.

05 A의 충돌 전 속도의 방향을 (+)라고 하고 A의 나중 속도의 크기를 v라고 할 때 A의 운동량의 변화량은 $-2\ \mathrm{kg \cdot m/s} = 2\ \mathrm{kg} \times (v - 2\ \mathrm{m/s})$에서 $v = 1\ \mathrm{m/s}$이다.

교사용 특별부록 138쪽

A Ⅱ－2－01. 지구 시스템의 에너지와 물질 순환

01 ④ 02 ③ 03 ⑤ 04 ④

01 ㄴ. 외핵과 내핵은 구성 성분이 같으나 물질의 상태가 다르다. 외핵은 액체 상태이고 내핵은 고체 상태이다.
ㄷ. 지권에서 맨틀이 차지하는 부피는 약 80 %로, 맨틀은 지권의 층상 구조 중 가장 큰 부피를 차지한다.
바로알기 ㄱ. 암석권은 두께가 약 70 km～100 km로, 지각과 상부 맨틀의 일부가 포함된다.

02 A층은 대류권, B층은 성층권, C층은 중간권, D층은 열권이다.
ㄱ. 태양 복사의 자외선은 오존층이 분포하는 B층(성층권)에서 흡수된다.
ㄴ. A층(대류권)과 C층(중간권)은 높이 올라갈수록 기온이 낮아져 대류가 일어난다. 하지만 C층(중간권)에서는 수증기가 거의 없어 기상 현상이 나타나지 않고, A층(대류권)은 수증기를 공급받아 기상 현상이 활발하게 나타난다.
바로알기 ㄷ. D층(열권)은 C층(중간권)보다 공기가 희박하기 때문에 쉽게 가열되고 냉각되어 낮과 밤의 기온 차가 매우 크다.

03 ㄱ. 사막화 현상으로 사막 지역이 넓어지면(지권) 황사(기권)가 심해지므로 사막화 현상으로 황사가 심해지는 현상은 지권과 기권의 상호 작용에 해당한다.(A)
ㄴ. 대기 대순환(기권)으로 인해 표층 해류(수권)가 형성되어 해수의 표층 순환이 발생하므로 해수의 표층 순환이 발생하는 것은 기권과 수권의 상호 작용에 해당한다.(B)
ㄷ. 해저에 분포하는 지각(지권)에서 지진이 발생하면 해일(수권)이 발생하므로 해저 지진에 의한 해일 발생은 지권과 수권의 상호 작용에 해당한다.(C)

04 ㄴ. B 과정은 화석 연료의 연소로, 대기 중으로 이산화 탄소가 이동하는 과정이므로 지구 온난화의 주요 원인이다.
ㄷ. 해수에 녹아 있던 탄산 이온은 칼슘 이온과 결합하여 탄산칼슘이 되어 가라앉아 석회암이 된다. 따라서 C 과정을 통해 석회암이 형성된다.
바로알기 ㄱ. 식물이 광합성을 하면 대기 중 이산화 탄소가 생물권으로 이동한다. 따라서 식물의 광합성에 의해 탄소는 대기에서 생물권으로 이동한다.

교사용 특별부록 139쪽

A Ⅱ－2－02. 지권의 변화

01 ② 02 ② 03 ③ 04 ③

01 ㄴ. (가)와 (나)에서 환태평양 연안의 지진대와 화산대는 대체로 일치한다.
바로알기 ㄱ. 변동대는 주로 대륙과 해양의 경계부나 해양의 중앙부에 위치한다.
ㄷ. 지진은 모든 판 경계에서 일어나지만, 화산 활동은 발산형 경계와 섭입형 수렴 경계에서만 일어난다. 따라서 판 경계를 추정하는 데는 화산 분포보다 지진 분포 자료가 더 유용하다.

02 A는 태평양판(해양판)과 필리핀판(해양판)이 수렴하는 섭입대로, 해구(마리아나 해구)와 나란하게 호상 열도(마리아나 제도)가 형성된다. B는 태평양판(해양판)과 유라시아판(대륙판)이 수렴하는 섭입대로, 해구(일본 해구)와 나란하게 호상 열도(일본 열도)가 형성된다. C는 나스카판(해양판)과 남아메리카판(대륙판)이 수렴하는 섭입대로, 해구(페루－칠레 해구)와 나란하게 습곡 산맥(안데스산맥)이 형성된다.
ㄴ. A, B, C 모두 섭입형 수렴 경계이므로 천발～심발 지진, 화산 활동이 활발하게 일어난다.
바로알기 ㄱ. A는 해양판이 해양판 아래로 섭입하는 경계이다.
ㄷ. A와 B는 해구와 나란하게 호상 열도가 발달한다.

03 A는 수렴형 경계(섭입형), B는 발산형 경계, C는 수렴형 경계(충돌형), D는 보존형 경계이다.
ㄱ. D는 보존형 경계이므로 천발 지진이 자주 발생한다.
ㄷ. 홍해는 발산형 경계이므로 화산 활동과 천발 지진이 잘 일어난다. 따라서 B와 같은 특징을 보인다.
바로알기 ㄴ. A에서는 해구, 호상 열도, 습곡 산맥이 발달하고, C에서는 습곡 산맥이 발달한다.

04 ㄱ. 화산 기체에 포함된 황화 수소 등의 유독 가스는 사람과 가축의 질식사를 일으킬 수 있다.
ㄷ. 화산재는 항공기 조종사의 시야 확보를 방해하며, 항공기에 유입될 경우 고장을 일으켜 항공기 운항에 지장을 초래한다.
바로알기 ㄴ. 기권에서 햇빛을 차단하여 지구 기온을 일시적으로 낮추는 것은 (다) 화산재이다.

교사용 특별부록 140쪽

B Ⅱ－2. 지구 시스템

01 ③ **02** ⑤ **03** ③ **04** ①

01 A층은 대류권, B층은 성층권, C층은 중간권이다.
ㄱ. A층(대류권)은 수권과의 상호 작용이 활발하여 해수로부터 수증기를 공급받아 기상 현상이 활발하게 나타난다.
ㄴ. B층(성층권)에서는 높이 올라갈수록 기온이 상승하는데, 이는 (나)의 오존이 태양 복사의 자외선을 흡수하기 때문이다.
바로알기 ㄷ. 오존은 태양 복사의 자외선을 흡수하여 지상의 생명체를 보호하며, 태양풍 입자는 지구 자기장에 의해 차단된다.

02 ㄱ. 물은 지구 시스템을 순환하면서 각 권에서 평형을 이루고 있다. 육지에서는 대기에서 물을 얻은 양(A의 양)과 대기와 바다로 방출된 양(B의 양＋C의 양)이 같으므로 (A의 양－B의 양)＝(C의 양)의 관계가 성립한다.
ㄴ. 물의 순환을 일으키는 궁극적인 에너지원은 태양 에너지이다.
ㄷ. 지구 온난화가 진행되면 수온이 상승하여 바다에서의 증발량(D)이 증가하고 그에 따라 강수량(E)도 증가한다.

03 A는 동태평양 해령, B는 안데스산맥, C는 대서양 중앙 해령 부근이다.
ㄱ. 판은 발산형 경계에서 생성되어 수렴형 경계에서 소멸하므로 발산형 경계 부근의 판은 나이가 적고, 수렴형 부근의 판은 나이가 많다. 따라서 A와 C는 발산형 경계이고, B는 수렴형 경계이다.
ㄴ. B 부근은 판이 섭입하는 수렴형 경계로, 판이 모이면서 미는 힘이 작용하여 습곡 산맥이 발달한다.
바로알기 ㄷ. 심발 지진은 섭입형 수렴 경계인 B 부근에서 자주 발생한다. A와 C는 판이 서로 멀어지면서 천발 지진이 자주 발생한다.

04 ㄱ. 판 경계에서 판이 멀어지거나 어긋나면서 지진이 발생한다. 그림 (가)가 해령 부근에서 지진이 발생한 지점을 나타내므로 지진이 분포하는 곳을 따라 판 경계가 있음을 알 수 있다. 따라서 A와 C는 서로 다른 판에 위치한다.
바로알기 ㄴ. (나)에서 A 지점의 나이가 가장 많고, B 지점의 나이가 가장 적으며, C 지점의 나이는 B 지점보다 많다. 또한, B 지점에서 A 지점 쪽으로 나이가 같은 구간이 존재한다. 따라서 해령은 A－C선과 나란하게 분포하고 있으며, A－C선과 직각으로 만나는 판 경계 B는 보존형 경계로, 변환 단층이 발달한다.
ㄷ. 변환 단층(B)에서 천발 지진은 자주 발생하지만, 화산 활동은 거의 일어나지 않는다.

교사용 특별부록 141쪽

A Ⅱ－3－01. 생명 시스템의 기본 단위

01 ③ **02** ④ **03** ③ **04** ㄱ, ㄷ **05** ⑤ **06** ⑤

01 바로알기 ③ 모양과 기능이 비슷한 세포들의 모여 조직을 형성하고, 여러 조직이 모여 고유한 형태와 기능을 나타내는 기관을 이룬다.

02 A는 핵, B는 미토콘드리아, C는 소포체, D는 엽록체, E는 세포벽이다. (가)는 동물 세포이고, (나)는 식물 세포이다.
바로알기 ④ 세포벽(E)의 주성분은 셀룰로스이다.

03 ③ 단백질 합성은 리보솜에서 일어난다.

04 A는 인지질, B는 막단백질이다.
바로알기 ㄴ. 인지질 2중층은 안쪽의 소수성 부분 때문에 친수성 물질이 잘 통과할 수 없다.

05 ⑤ B는 인지질 2중층을 직접 통과하는 확산으로, 세포막을 경계로 농도 차가 커질수록 물질의 이동(확산) 속도가 빨라진다.
바로알기 ①, ②, ③ A는 물질이 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 막단백질을 통해 확산하는 것으로, 전하를 띠는 물질이나 분자의 크기가 큰 수용성 물질이 이동한다. 따라서 산소는 A 방식으로 이동하지 않는다.
④ B 방식은 물질의 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 인지질 2중층을 직접 통과하는 확산으로 세포 안의 농도가 높아지면 세포 안에서 밖으로 물질이 이동한다.

06 ①, ② 적혈구를 용액 X에 넣었을 때 적혈구의 부피가 줄어들었으므로 용액 X는 적혈구 내부보다 농도가 높다. 따라서 삼투에 의해 적혈구에서 빠져나가는 물의 양이 많아졌다.
③, ④ 식물 세포를 용액 Y에 넣었을 때 세포의 부피가 커졌으므로 용액 Y는 식물 세포 내부보다 농도가 낮다. 따라서 삼투에 의해 식물 세포로 들어오는 물의 양이 많아졌다.
바로알기 ⑤ 원형질 분리는 세포 안보다 농도가 높은 용액에 넣었을 때 세포막과 세포벽이 분리되는 현상이다. 따라서 ㉡은 원형질 분리가 일어나지 않는다.

교사용 특별부록 142쪽

A Ⅱ－3－02. 생명 시스템에서의 화학 반응

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

01 ②, ③ (가)는 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 이화 작용으로 에너지가 방출되고, (나)는 아미노산이 결합하여 단백질로 합성되는 동화 작용으로, 에너지가 흡수된다.
바로알기 ④ 엽록체에서는 광합성이 일어나며, 세포 호흡(가)은 미토콘드리아에서 일어난다.

02 바로알기 ⑤ 세포 호흡과 연소는 포도당이 이산화 탄소와 물로 분해되는 기본적인 반응은 동일하므로 방출되는 에너지 총량이 같다.

03 과산화 수소를 물과 산소로 분해하는 효소는 카탈레이스이다.

04 ① A는 반응물과 생성물의 에너지 차이인 반응열이다. 반응열은 효소의 유무에 관계없이 일정하다.
바로알기 ②, ③, ④, ⑤ D는 효소가 없을 때의 활성화 에너지이고, E는 효소가 있을 때의 활성화 에너지이다.

05 ㄱ. 효소는 반응 전후에 변하지 않으므로 새로운 반응물과 결합하여 다시 반응에 참여할 수 있다.
ㄴ. 효소는 입체 구조에 들어맞는 특정 반응물에만 작용한다.
바로알기 ㄷ. 효소는 반응물과 결합하여 활성화 에너지를 낮추어 반응을 촉매한다.

교사용 특별부록 143쪽

A Ⅱ－3－03. 생명 시스템에서 정보의 흐름

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

01 ⑤ 유전자에는 특정 단백질에 대한 유전 정보가 저장되어 있어 유전자에 따라 DNA 염기 서열이 다르다.

02 (가)는 유전 정보를 저장하고 있는 DNA로, 이중 나선 구조이다. (나)는 DNA의 유전 정보를 전달하는 RNA이고, (다)는 아미노산이 결합하여 만들어지는 단백질이다.

03 DNA에서 하나의 아미노산을 지정하는 연속된 3개의 염기를 3염기 조합(㉠)이라 하고, 3염기 조합이 전사된 RNA의 3개 염기로 된 유전부호를 코돈(㉡)이라고 한다.

04 ㄴ. 이 DNA 가닥으로부터 전사된 RNA는 염기 서열이 이 가닥에 상보적이며, 타이민(T) 대신 유라실(U)이 있으므로 CGUGGUUAUUGG이다.
ㄷ. 이 DNA 가닥과 이중 나선을 이루는 다른 쪽 가닥의 아데닌(A) 염기 개수는 아데닌(A)과 상보적으로 결합하는 타이민(T)의 개수와 같으므로 1개이다.
바로알기 ㄱ. 이 DNA 가닥은 총 12개의 염기로 이루어져 있으므로, 이로부터 전사된 RNA는 최대 4개의 코돈을 가지며, 그에 따라 최대 4개의 아미노산을 지정한다.

05 **바로알기** ㄷ. 사람의 인슐린 단백질을 대장균에서 생산하는 것은 사람과 대장균이 동일한 유전부호 체계를 사용하기 때문이다.

교사용 특별부록 144쪽

B Ⅱ－3. 생명 시스템

01 ③ **02** ③ **03** ⑤ **04** ②

01 **바로알기** ㄷ. B는 미토콘드리아이며, 세포 호흡이 일어나는 장소이다. 세포 호흡 과정에서는 산소가 소모되고 이산화 탄소가 생성된다.

02 ㄷ. 단백질이 합성되는 반응은 동화 작용이며, 이 과정에 필요한 에너지는 미토콘드리아(C)에서 공급한다.
ㄹ. D는 골지체이며, 유전 정보의 흐름에 따라 합성된 단백질을 막으로 싸서 세포 밖으로 분비한다.
바로알기 ㄱ. A는 리보솜이며, 단백질이 합성되는 장소이다. 따라서 번역(㉡) 과정과 관련이 있다.
ㄴ. B는 핵이며, DNA가 들어 있어 이곳에서 전사(㉠) 과정이 일어난다.

03 ㄴ. 반응 속도는 반응물과 효소가 결합한 양에 비례한다. (가)에서 S_1일 때보다 S_2일 때 반응 속도가 빠르므로 반응물과 결합한 효소의 양이 많다.
ㄷ. (가)에서 반응물의 농도가 S_2일 때는 효소가 반응물과 모두 결합하고 있어 더 이상 초기 반응 속도가 증가하지 않는 상태이다. 이때 효소를 첨가하면 초기 반응 속도가 증가한다.
바로알기 ㄱ. A가 있으면 초기 반응 속도가 느려지므로 A는 효소의 작용을 방해하는 물질이다.

04 ①, ④ 낫 모양 적혈구는 염기 1개가 바뀌는 유전자 이상에 의해 비정상 헤모글로빈이 형성되어 나타난 것이다. 이를 통해 유전자의 유전 정보는 단백질을 통해 형질로 발현될 수 있다는 것을 알 수 있다.
③, ⑤ 비정상 헤모글로빈과 정상 헤모글로빈은 아미노산 1개가 다르다. 이를 통해 아미노산 배열 순서가 바뀌면 단백질의 기능이 달라질 수 있다는 것을 알 수 있다.
바로알기 ② RNA에서는 3개의 염기가 한 조가 되어 하나의 아미노산을 지정한다.

교사용 특별부록 145쪽

A Ⅲ－1－01. 산화 환원 반응

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

01 ㄴ, ㄷ. 반응 Ⅱ에서 탄소(C)는 산소를 얻어 이산화 탄소(CO_2)로 산화되고, 산화 구리(Ⅱ)(CuO)는 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원된다.
바로알기 ㄱ. (가)와 (나)는 모두 이산화 탄소(CO_2)이다.

02 ㄱ. 알루미늄 캔의 긁힌 부분에서 전자가 이동하는 산화 환원 반응이 일어난다.
ㄴ. 알루미늄 캔의 긁힌 부분에서 구리(Cu)가 석출된 것으로 보아 수용액의 구리 이온(Cu^{2+})은 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원된다. 따라서 수용액의 구리 이온(Cu^{2+}) 수는 감소한다.
ㄷ. 구리 이온(Cu^{2+})이 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원될 때 알루미늄(Al)은 전자를 잃고 알루미늄 이온(Al^{3+})으로 산화된다. 따라서 수용액에는 알루미늄 이온(Al^{3+})이 존재한다.

03 묽은 염산에 마그네슘 조각을 넣으면 다음과 같은 반응이 일어난다.

$$\overbrace{Mg + 2H^+ \longrightarrow Mg^{2+}}^{\text{산화}} + \underbrace{H_2}_{\text{환원}}$$

ㄱ. 마그네슘(Mg)은 전자를 잃고 마그네슘 이온(Mg^{2+})으로 산화된다.
ㄴ. 염화 이온(Cl^-)은 반응에 참여하지 않으므로 반응이 일어나도 그 수가 변하지 않는다.
바로알기 ㄷ. 마그네슘 이온(Mg^{2+}) 1개가 생성될 때 수소 이온(H^+) 2개가 감소하므로 수용액의 양이온 수는 감소한다.

04 철의 제련 과정을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.
• $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$
• $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$
ㄱ. 산화 철(Ⅲ)(Fe_2O_3)은 산소를 잃고 철(Fe)로 환원된다.
ㄷ. 철의 제련 과정에서 일어나는 반응은 산소가 이동하는 산화 환원 반응이다.
바로알기 ㄴ. ㉡은 코크스(C)이고, ㉣은 이산화 탄소(CO_2)이므로 분자 1개에 들어 있는 산소 원자는 ㉡이 ㉣보다 적다.

05 ①, ③, ④, ⑤ 산화 환원 반응의 예이다.
바로알기 ② 중화 반응의 예이다.

교사용 특별부록 146쪽

A Ⅲ－1－02. 산과 염기

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

01 ㄱ, ㄴ. 묽은 염산과 아세트산 수용액에 공통으로 들어 있는 □은 H^+, 묽은 염산에만 들어 있는 ▲은 Cl^-, 아세트산 수용액에만 들어 있는 ★은 CH_3COO^-이다. 따라서 ▲과 ★은 같은 전하를 띤다.
바로알기 ㄷ. ▲은 Cl^-으로 푸른색 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않는다.

02 바로알기 ③ $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

03 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시키고, 페놀프탈레인 용액의 색을 변화시키지 않는 용액은 산성 용액이다. 따라서 A는 아세트산이다. 푸른색 리트머스 종이와 페놀프탈레인 용액의 색을 모두 변화시키지 않는 용액은 중성 용액이다. 따라서 B는 에탄올이다. 푸른색 리트머스 종이의 색을 변화시키지 않고, 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시키는 용액은 염기성 용액이다. 따라서 C는 수산화 나트륨이다.

04 ㄱ. OH^-은 전류를 흘려 주면 (+)극 쪽으로 이동하므로 리트머스 종이의 색이 실에서부터 (+)극 쪽으로 푸르게 변해 간다.
ㄴ. (−)극 쪽으로 이동하는 이온은 Na^+과 K^+으로 두 종류이다.
ㄷ. 암모니아수도 염기성 용액이므로 암모니아수로 실험해도 색의 이동 방향은 같다.

05 ㄱ. 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 색 변화가 없고, 마그네슘 리본과 반응하여 수소 기체를 발생시키는 것으로 보아 X는 산이다. 따라서 X 수용액에는 H^+이 들어 있다.
ㄴ. X 수용액은 산성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색으로 변한다.
바로알기 ㄷ. 수산화 나트륨은 염기이므로 X일 수 없다.

교사용 특별부록 147쪽

A Ⅲ－1－03. 중화 반응

01 ③ **02** ④ **03** ① **04** ㄴ, ㄷ **05** ⑤

01 ㄱ. ■은 (나)에는 존재하지만 (다)에는 존재하지 않으므로 중화 반응에 참여하는 OH^-이다.
ㄷ. 묽은 염산 (가)와 수산화 칼륨 수용액 (나)를 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생한다. 따라서 용액의 최고 온도는 (다)가 (나)보다 높다.
바로알기 ㄴ. ●은 혼합 후 입자 수가 감소하므로 중화 반응에 참여하는 H^+이다. 따라서 H^+이 남아 있는 (다)의 액성은 산성이다.

02 ㄴ. B는 넣어 준 묽은 염산의 부피와 관계없이 그 수가 일정하므로 반응에 참여하지 않는 Na^+이고, C는 넣어 준 묽은 염산의 부피에 따라 그 수가 증가하므로 반응에 참여하지 않는 Cl^-이다.
ㄷ. (가)는 중화 반응이 절반만 진행된 지점으로 OH^-이 남아 있으므로 용액의 액성은 염기성이고, (나)는 중화점이므로 용액의 액성은 중성이다. 따라서 용액의 pH는 (가)가 (나)보다 크다.
바로알기 ㄱ. 수산화 나트륨 수용액에 묽은 염산을 넣을 때 점차 감소하다가 중화점 이후에 존재하지 않는 A는 OH^-이고, 존재하지 않다가 중화점 이후부터 증가하는 D는 H^+이다.

03 B와 C에는 음이온인 ▲이 공통으로 들어 있으므로 B와 C는 각각 수산화 칼슘 수용액과 수산화 나트륨 수용액 중 하나이다. 양이온과 음이온 수의 비가 1 : 2인 B는 수산화 칼슘 수용액이고, 양이온과 음이온 수의 비가 1 : 1인 C는 수산화 나트륨 수용액이다. 따라서 A는 묽은 염산이다.
ㄱ. 묽은 염산과 수산화 칼슘 수용액을 혼합하면 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로 용액의 온도가 25 ℃보다 높아진다.
바로알기 ㄴ. ●은 묽은 염산의 음이온인 Cl^-이므로 중화 반응에 참여하지 않고 용액에 그대로 남아 있다. 따라서 A와 C를 혼합한 용액에는 ●이 존재한다.
ㄷ. B와 C는 모두 염기성 용액이므로 B와 C를 혼합해도 ▲(OH^-) 수가 감소하지 않는다.

04 산성화된 토양에 콩을 심거나 석회 가루를 뿌리는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.
ㄴ, ㄷ. 충치 예방을 위해 양치질을 하거나, 생선 비린내를 없애기 위해 레몬 즙을 뿌리는 것은 중화 반응을 이용하는 예이다.
바로알기 ㄱ. 석탄을 연소시켜 난방을 하는 것은 산화 환원 반응을 이용하는 예이다.

05 벌의 독에는 산성 물질이 들어 있으므로 이를 중화하기 위해 염기성 물질인 치약을 바른다. 위산이 과다하게 분비되어 속이 쓰릴 때 염기성 물질인 제산제를 복용한다. 김치의 신맛을 줄이기 위해 염기성 물질인 소다를 넣는다.

교사용 특별부록 148쪽

B III－1. 화학 변화

01 ① 02 ③ 03 ④ 04 ②

01 ㄱ. (가)에서 산화 구리(Ⅱ)(CuO)는 산소를 잃고 구리(Cu)로 환원된다.
바로알기 ㄴ. (나)에서 구리(Cu)는 전자를 잃고 구리 이온(Cu^{2+})으로 산화된다.
ㄷ. (가)에서 구리(Cu) 원자 1개가 생성될 때 이동하는 전자 수와 (나)에서 구리(Cu) 원자 1개가 반응할 때 이동하는 전자 수는 2로 같다.

02 ㄱ. 반응 후 금속 M 표면에 M 원자가 줄어들고, 은(Ag)이 석출되는 것으로 보아 질산 은 수용액에 금속 M을 넣었을 때 M은 전자를 잃고 M 이온으로 산화되고, 은 이온(Ag^+)은 전자를 얻어 은(Ag)으로 환원된다.
ㄴ. 은 이온(Ag^+)이 은(Ag)으로 환원되어 석출되므로 수용액의 은 이온(Ag^+) 수는 감소한다.
바로알기 ㄷ. 반응한 M 원자와 석출된 은 원자(Ag)의 개수비가 1 : 2이므로 M 이온 1개가 생성될 때 은 이온(Ag^+) 2개가 감소함을 알 수 있다. 따라서 수용액의 양이온 수는 감소한다.

03 (가)에는 H^+ 1개, A^- 2개, B^+ 1개가 존재하고, (나)에는 A^- 2개, B^+ 2개가 존재하며, (다)에는 A^- 2개, B^+ 3개, OH^- 1개가 존재한다.
ㄴ. 용액의 최고 온도는 중화점에 도달한 (나)가 가장 높다.
ㄷ. (다)의 액성은 염기성이므로 pH는 7보다 크다.
바로알기 ㄱ. (가)는 H^+이 존재하는 산성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 노란색을 띠고, (나)는 H^+과 OH^-이 모두 반응한 중성 용액이므로 BTB 용액을 떨어뜨리면 초록색을 띤다.

04 이온 X는 점차 감소하다가 중화 반응이 완결된 이후에는 존재하지 않으므로 H^+과 반응하는 OH^-이고, 중화점은 묽은 염산 20 mL을 넣었을 때이다. 따라서 묽은 염산 20 mL에 들어 있는 H^+과 Cl^-이 각각 2개라면, 수산화 나트륨 수용액 10 mL에 들어 있는 Na^+과 OH^-도 각각 2개이다. ㉠에서 묽은 염산 10 mL(H^+ 1개, Cl^- 1개)와 수산화 나트륨 수용액 10 mL(Na^+ 2개, OH^- 2개)가 반응하면 Na^+ 2개, OH^- 1개, Cl^- 1개가 남는다. 따라서 ㉠에 들어 있는 이온의 개수비는 $Na^+ : OH^- : Cl^- = 2 : 1 : 1$이다.

교사용 특별부록 149쪽

A III－2－01. 지질 시대의 환경과 생물

01 ④ 02 ⑤ 03 ② 04 ③

01 (가) 지질 시대는 지층에 포함된 화석의 급격한 변화를 기준으로 구분한다. 지층 D와 E 사이의 경계에서는 화석 b와 e의 산출이 중단되고, 화석 d와 g가 새로 산출되기 시작하여 변화가 가장 크게 나타난다.
(나) 표준 화석은 지질 시대를 구분하는 데에 이용되는 화석으로, 산출 지역이 넓고 생존 기간이 짧을수록 가치가 있다. 따라서 a~g 중 표준 화석으로서의 가치가 가장 높은 화석은 b이다.

02 ㄱ. 선캄브리아 시대 초기에는 현재 평균 기온보다 높은 분포를 보이고 있으므로 현재보다 평균 기온이 높았다.
ㄴ. 신생대 초기보다 말기에 평균 기온이 낮았으므로 대륙 빙하의 면적은 신생대 말기에 더 넓었을 것이다.
ㄷ. 고생대 말기보다 중생대 말기에 평균 기온이 높았으므로 평균 해수면도 중생대 말기에 더 높았을 것이다.

03 ㄷ. (다) 시기(약 2억 5천만 년 후)에는 고생대 말처럼 대륙이 다시 한 덩어리로 모이면서 대륙붕의 면적이 감소하므로 해양 식물의 서식지가 감소하여 많은 해양 생물이 멸종할 가능성이 있다.
바로알기 ㄱ. 고생대 말인 (가) 시기에는 삼엽충 등의 고생대 생물이 멸종하였다. 암모나이트는 중생대에 번성하였던 생물이다.
ㄴ. (가)에서 (나)로 변하면서 해안선의 길이가 증가하였다. 이는 대륙붕의 면적 증가로 생물의 서식지가 증가하여 생물종의 수가 크게 증가하였다.

04 ㄱ. (가)는 고생대에 번성했던 삼엽충, (나)는 신생대에 번성했던 화폐석, (다)는 중생대에 번성했던 암모나이트이다. 따라서 세 생물이 지구상에 출현한 순서는 (가) → (다) → (나)이다.
ㄷ. (다) 암모나이트가 번성한 중생대에는 전반적으로 빙하기 없는 온난한 기후였다.
바로알기 ㄴ. (나) 화폐석은 신생대에 번성했던 생물이다. 판게아는 고생대 말에 형성되었다.

교사용 특별부록 150쪽

A III－2－02. 자연 선택과 생물의 진화

01 ④ 02 ② 03 ③ 04 ⑤

01 ④ 개체 사이의 변이는 진화의 중요한 자원이 된다.
바로알기 ① 변이는 같은 종의 개체 사이에서 나타난다.
②, ③ 집단 내에서 생존에 유리한 변이를 가진 개체가 자연 선택되어 많은 자손을 남긴다. 그 결과 자연 선택된 변이의 유전자 비율이 증가한다.
⑤ 자연 선택은 개체 수준에서 작용하지만, 생물의 진화 현상은 집단 수준에서 일어난다.

02 ① DDT 살포로 인해 생존에 유리한 모기가 많이 살아남아 자손을 남기는 자연 선택이 일어났다.
③, ④ DDT에 저항성을 가지는 모기의 개체 수가 증가하면서, 모기의 사망률은 점점 감소하였다.

⑤ 12개월이 지났을 때 약 50 %의 모기가 사망한 것으로 보아, 모기의 약 50 %가 DDT에 대한 저항성을 가졌음을 알 수 있다.
바로알기 ② DDT에 저항성을 갖는 모기는 DDT를 살포하기 이전부터 집단 내에 존재하였다.

03 ㄱ. 부리 크기가 변화한 것은 자연 선택이 일어났기 때문이다.
ㄴ. 습지 형성 이후 작은 부리를 가진 새가 많아졌다. 이를 통해 습지가 형성된 이후 부드러운 씨앗이 많아졌음을 알 수 있다.
바로알기 ㄷ. 이 자료를 통해서는 새의 번식률을 알 수 없다.

04 ㄴ. 산업 혁명으로 대기 오염이 심각해지면서 숲의 환경 변화로 흰색 후추나방이 새의 눈에 더 잘 띄게 되어 흰색 후추나방이 줄어드는 방향으로 자연 선택이 이루어졌다.
ㄷ. 산업 혁명 이전과 산업 혁명 이후, 대기 오염 규제 이후의 결과를 통해 대기의 변화가 후추나방의 색에 대한 자연 선택의 방향에 영향을 주었음을 알 수 있다.
바로알기 ㄱ. 산업 혁명 이전에도 새들은 흰색 후추나방과 검은색 후추나방을 모두 먹었다. 다만, 공기 오염이 되지 않아 잘 보이는 검은색 후추나방을 주로 잡아먹었다.

교사용 특별부록 151쪽

A Ⅲ－2－03. 생물 다양성과 보전

01 ③ **02** ⑤ **03** ③ **04** ④ **05** ③

01 ㄱ, ㄷ. 같은 생물종이라도 하나의 형질을 결정하는 유전자가 개체마다 달라 다양한 형질이 나타내는 것을 유전적 다양성이라고 한다. 사람마다 눈동자의 색이 다르게 나타나는 것과 채프먼얼룩말의 털 줄무늬가 다양하게 나타나는 것은 모두 유전자 다양성의 예이다.
바로알기 ㄴ. 어떤 생태계에 다양한 종류의 생물이 살고 있는 것은 종 다양성이다.

02 ㄴ, ㄷ. 서식지가 단편화되면 생물들이 고립되어 이동이 제한되므로 생물 다양성이 감소한다.
바로알기 ㄱ. 서식지 단편화가 일어나면 서식지 면적이 감소한다.

03 ① 남획은 생물 간의 상호 작용과 먹이 사슬에 영향을 주어 생물 다양성을 감소시킨다.
② 국립 공원과 같이 법으로 보호 구역을 지정하여 생물 다양성을 보전한다.
④ 희귀 생물의 불법 포획은 그 생물종을 멸종시킬 수 있으므로 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다.
⑤ 천적이 없는 일부 외래종은 토종 생물의 서식지를 변화시켜 생물 다양성을 감소시킨다.
바로알기 ③ 서식지 단편화란 대규모의 서식지가 소규모로 분리되는 것으로 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다.

04 ㄱ. C를 먹이로 하는 F, G, H의 개체 수가 모두 감소하였으므로, C의 개체 수는 일시적으로 증가할 것이다.
ㄴ. I는 D, E, G를, J는 F, H를 먹고 산다. X의 도입 후 D, E, F, G, H의 개체 수가 감소하였으므로 I와 J의 개체 수는 일시적으로 감소할 것이다.
바로알기 ㄷ. 이 자료만으로는 생물 다양성의 증가를 알 수 없다.

05 ㄱ. 서식지가 분리된 후 생물종 C가 사라졌으므로 서식지 분리 전에 비해 종 다양성이 감소하였다.
ㄴ. A는 5개체, B는 5개체, C는 20개체, D는 5개체, E는 5개체가 줄어들었으므로 모든 생물종의 개체 수가 감소하였다.
바로알기 ㄷ. 생물종이 많고, 각 생물종이 고르게 분포할수록 종 다양성이 높다. 서식지가 분리된 이후 C가 멸종하였으므로 종 다양성은 감소하였다.

교사용 특별부록 152쪽

B Ⅲ－2. 생물 다양성과 유지

01 ④ **02** ④ **03** ① **04** ③

01 (가)는 삼엽충과 양서류가 번성한 고생대, (나)는 공룡이 번성한 중생대, (다)는 포유류가 번성한 신생대이다.
ㄴ. 육지에 생물이 출현할 수 있었던 까닭은 대기 중 산소량 증가로 오존층이 두꺼워져 지표에 도달하는 자외선이 차단되었기 때문이다. (나) 중생대에는 육지에 생물이 번성하였으므로 대기 중에 오존층이 존재하였다.
ㄷ. (다) 신생대에 화폐석, 포유류, 조류 등이 번성하였으므로 생물권은 기권, 지권, 수권에 걸쳐 분포하였다.
바로알기 ㄱ. 지질 시대 동안 식물계는 조류 식물(선캄브리아 시대) → 양치식물(고생대) → 겉씨식물(중생대) → 속씨식물(신생대) 순으로 진화하였다. 따라서 (다) 시대에 속씨식물이 번성했다.

02 ①, ② 여러 가지 변이를 가진 개체들 중에서 환경 변화에 잘 적응한 개체가 살아남아 자손을 남긴다.
③ 자연 선택은 개체군 내에서 생존율이 높은 개체와 번식률이 높은 개체의 비율이 증가한다.
⑤ 돌연변이와 유성 생식 과정에서의 생식세포의 다양한 조합에 의해 새로운 형질이 출현한다.
바로알기 ④ 환경에 의해 자연 선택 과정에서 자손을 남길 개체가 결정된다.

03 ㄱ. (가)와 (나)는 모두 4종이 생물이 서식하고 있고, 생물종의 비율은 (가)가 (나)보다 고르게 분포되어 있다. 따라서 (가)는 (나)보다 종 다양성이 높다.
바로알기 ㄴ. 종 다양성이 높은 생태계가 더 안정된 생태계이다.
ㄷ. 이 자료에서는 두 지역에 서식하는 생물들의 개체 수가 비율로만 제시되어 있으므로 개체 수는 비교할 수 없다.

04 ㄴ. 서식지 면적이 줄어들면 생물 다양성이 감소한다.
ㄷ. 동물이 도로나 철도를 건너는 도중에 자동차나 기차에 치여 죽는 로드킬도 주변 환경에 영향 중 하나이다.
바로알기 ㄱ, ㄹ. 서식지 면적이 감소할수록 주변 환경의 영향을 받는 생물종의 비율이 높아지므로 종 다양성이 감소한다.

교사용 특별부록 153쪽

A Ⅳ－1－01. 생태계 구성 요소와 환경

01 ① 02 ① 03 ⑤ 04 ⑤

01 낙엽이 쌓여 분해되면 토양이 비옥해지는 것과 식물이 광합성을 활발히 하면 공기 중 산소 농도가 높아지는 것은 모두 생물이 비생물적 요인에 영향을 준 것이다.
ㄱ. 숲이 우거질수록 숲속이 어둡고 습해지는 것은 생물이 비생물적 요인에 영향을 준 것이다.
바로알기 ㄴ. 가을에 기온이 낮아져 은행나무 잎이 노랗게 변하는 것은 비생물적 요인(온도)이 생물(은행나무)에 영향을 준 것이다.
ㄷ. 블루길의 개체 수 증가로 토종 어류의 생물종 수가 감소하는 현상은 생물 간의 상호 작용이다.

02 ㄱ. (나)는 약한 빛을 받기 때문에 빛을 효율적으로 흡수하기 위해 잎이 얇고 넓다.
바로알기 ㄴ, ㄷ. (가)는 (나)에 비해 울타리 조직이 두껍게 발달하였다. 잎의 두께 차이는 빛의 세기에 따른 차이이며, 강한 빛을 받는 잎은 울타리 조직이 발달한다.

03 ㄴ. 암기 중간에 빛을 비추면 12시간 이상의 지속적인 암기가 되지 않아 국화의 개화를 지연시킬 수 있다.
ㄷ. 국화가 개화하려면 12시간 이상의 지속적인 암기가 필요하다. 따라서 인위적으로 12시간 이상의 지속적인 암기를 만들어 주면 국화가 개화한다.
바로알기 ㄱ. 국화는 밤의 길이가 12시간 이상 길어야 개화한다.

04 ㄴ. 몸집이 작으면 몸의 부피에 대한 체표면적의 비가 커져 열 방출량이 늘어난다.
ㄷ. 위도의 차이로 인해 온도의 차이가 나타나므로 위도에 따른 여우의 몸 길이와 체중의 차이를 나타나게 하는 주된 환경 요인은 온도이다.
바로알기 ㄱ. 위도 0°는 적도 지방, 위도 90°는 극지방이다. 따라서 A는 사막여우, B는 북극여우이다. A가 B보다 몸 길이가 짧고, 체중이 적게 나가는 것으로 보아 더운 지방에 사는 여우일수록 몸 길이가 짧고 체중이 적게 나간다.

교사용 특별부록 154쪽

A Ⅳ－1－02. 생태계 평형

01 ① 02 ② 03 ④ 04 ④

01 ㄱ. 이 생태계에서 인간보다 상위 영양 단계의 생물이 없으므로 인간은 최종 소비자에 해당한다.
바로알기 ㄴ. 장구벌레는 식물 플랑크톤을 먹이로 섭취하므로 장구벌레의 개체 수가 증가하면 식물 플랑크톤의 개체 수가 감소한다.
ㄷ. 남획으로 (나) 어류가 멸종하면 (나) 어류를 먹는 (다) 어류도 멸종하게 되어 이 생태계는 생태계 평형을 유지할 수 없다.

02 ㄴ. 생산자는 광합성으로 빛에너지를 화학 에너지로 전환한 후 먹이 사슬을 통해 상위 영양 단계로 에너지를 전달한다.
바로알기 ㄱ. (가)는 1차 소비자, (나)는 분해자이다.
ㄷ. 2차 소비자의 에너지는 생물의 생명 활동을 통해 열에너지로 방출되고 일부는 사체에 남아 분해자에 의해 이용된다.

03 ㄱ. 생산자를 먹이로 섭취하는 1차 소비자의 개체 수가 증가하면 생산자의 개체 수는 감소한다.
ㄷ. 천적이 없는 외래종이 도입되면 토종 생물이 감소하고 먹이 사슬에 변화를 일으켜 생태계 평형이 파괴될 수도 있다.
바로알기 ㄴ. 제초제를 과다 사용하면 생산자가 감소한다.

04 ㄴ. 산에 도로를 건설하면 생물의 서식지가 분리된다. 하지만 생태 통로를 설치하여 생물의 서식지를 연결해 주면, 야생 동물이 차에 치여 죽거나 서식지가 분리되는 것을 막을 수 있다.
ㄹ. 옥상 정원을 가꾸고, 도시 중심부에 숲을 조성하면 도시의 열섬 현상을 줄일 수 있다.
ㅁ. 생태적으로 보전 가치가 있는 장소를 국립 공원으로 지정하여 관리하면 생물 다양성을 보전할 수 있다.
바로알기 ㄱ. 산림을 벌채하여 농경지를 만드는 것은 생물의 서식지를 파괴하므로 생물의 종 다양성을 감소시킨다.
ㄷ. 멸종 위기에 처한 동물을 잡는 것은 그 생물을 멸종시킬 수도 있으므로 박물관에 전시하기 위한 목적이라도 잡으면 안 된다.

교사용 특별부록 155쪽

A Ⅳ－1－03. 지구 환경 변화와 인간 생활

01 ③ 02 ② 03 ⑤ 04 ①

01 ㄱ. 2100년에는 아열대 기후구가 북상할 것으로 전망되므로 한반도의 평균 기온이 상승할 것이다.
ㄴ. 2100년에 한반도의 평균 기온이 상승하면 해수의 온도도 상승하여 동해에서 잡히는 한류성 어종은 감소할 것이다.
바로알기 ㄷ. 지구의 평균 기온이 상승한다면 빙하가 녹고 해수가 열팽창하여 평균 해수면이 높아질 것이다.

02 ① A는 지구가 방출하는 에너지양보다 태양으로부터 흡수하는 에너지양이 적어 에너지 부족 상태이다. B는 지구가 방출하는 에너지양보다 태양으로부터 흡수하는 에너지양이 많아 에너지 과잉 상태이다.
③ 에너지 차이에 의한 가열과 냉각으로 대기의 순환이 발생하고 이로 인해 해수의 순환이 발생한다.
④ 적도에서는 남는 에너지로 공기가 가열되어 상승하고, 극에서는 공기가 냉각되어 하강한다.
⑤ 지구가 둥글기 때문에 단위 면적당 지표면에 도달하는 태양 복사 에너지의 양이 달라져 위도별 에너지 불균형이 발생한다.
바로알기 ② A의 부족한 에너지를 채우기 위해 대기와 해수를 통해 B에서 남는 에너지가 A로 이동한다.

03 ㄱ. 편서풍은 위도 30°N~60°N 부근의 지상에서 서에서 동으로 부는 바람으로, 북태평양 해류를 발생시킨다.
ㄴ. 적도 부근은 가열된 공기가 상승하여 저압대가 형성되므로 강수량이 많아 열대 우림이 많이 분포한다.
ㄷ. 무역풍이 약해지면 적도 부근 태평양의 따뜻한 해수가 동에서 서로 이동하는 흐름이 약해져 엘니뇨가 발생한다.

04 ㄴ. 대부분 사막 지역을 중심으로 주변의 토양이 황폐화되어 사막이 확장되면서 사막화가 일어나고 있다.
바로알기 ㄱ. 사막은 주로 중위도 지역에 분포하는데, 중위도 지역에서는 고압대가 형성되어 건조한 기후가 나타나기 때문이다.
ㄷ. 삼림 벌채, 과잉 경작 등으로 사막화가 일어나고 있으므로 사막화를 억제하기 위해서는 숲을 늘리고 경작을 줄여야 한다.

교사용 특별부록 156쪽

A Ⅳ-1-04. 에너지의 전환과 효율적 이용

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

01 ② 운동 에너지는 운동하는 물체가 가지는 에너지이다.
바로알기 ① 소리 에너지는 공기의 진동으로 전달되는 에너지로, 진공에서는 전달되지 않는다.
③ 화학 에너지는 화학 결합에 의해 물질 속에 저장되어 있는 에너지이다.
④ 핵에너지는 원자핵이 핵반응을 할 때 발생하는 에너지이다.
⑤ 전기 에너지는 전하의 이동에 의해 발생하는 에너지이다.

02 ㄱ. 태풍은 바닷물이 태양의 열에너지를 흡수하여 수증기로 변하여 상승해 구름이 되었다가 비, 바람 등 역학적 에너지로 전환된 것이다.
ㄴ. 광합성은 식물이 태양빛을 흡수하여 포도당을 합성하는 것으로, 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.
바로알기 ㄷ. 반딧불이가 내는 빛은 반딧불이 몸속의 화학 에너지가 빛에너지로 전환된 것이다.

03 ㄱ. 에너지 효율은 공급한 에너지 중에서 유용하게 사용된 에너지 비율을 나타낸 것으로,

$$\text{에너지 효율}(\%)=\frac{\text{유용하게 사용된 에너지의 양}}{\text{공급한 에너지의 양}}\times 100\text{이다.}$$

바로알기 ㄴ. 에너지 효율이 낮을수록 사용되지 못하고 버려지는 에너지의 양이 많다.
ㄷ. 에너지 소비 효율 등급이 1등급인 제품은 5등급인 제품보다 유용하게 사용되는 에너지의 양이 많다.

04 ㄱ. 에너지 보존 법칙에 따라 공급한 에너지는 사용한 에너지의 총합과 같으므로 100=㉠+35+30+5에서 ㉠=30이다.
ㄷ. 자동차의 엔진에서는 연료의 화학 에너지가 바퀴의 운동 에너지로 전환된다.
바로알기 ㄴ. 자동차의 에너지 효율은 연료 에너지 중 바퀴의 운동 에너지로 전환된 비율이므로 30 %이다.

05 ㄷ. 열효율은 공급한 열에너지 중 열기관이 한 일의 비율(%)을 나타낸 것으로 $e=\frac{W}{Q_1}\times 100$이다. 따라서 열기관이 한 일이 많을수록, 즉 W가 클수록 열효율이 높다.
바로알기 ㄱ. 열기관이 한 일 $W=Q_1-Q_2$이다.
ㄴ. 열기관의 효율(%)은 $e=\frac{W}{Q_1}\times 100$이다.

06 열기관의 효율(%) $e=\frac{W}{Q_1}\times 100$에서 $30\ \%=\frac{W}{120\ \text{J}}\times 100$이다. 따라서 $W=36$ J이다.

교사용 특별부록 157쪽

B Ⅳ-1. 생태계와 환경

01 ② **02** ② **03** ① **04** ⑤

01 암기의 지속 시간이 16시간인 A 조건에서 (가)는 대부분 꽃눈이 형성되었고, (나)는 모두 꽃눈이 형성되지 않았다. 따라서 (가)는 일조 시간이 짧을 때 꽃눈이 형성되는 식물이고, (나)는 일조 시간이 길 때 꽃눈이 형성되는 식물이다.
ㄴ. C 조건에서 (가)의 실험 결과를 통해 암기의 지속 시간이 8시간일 때는 (가) 식물의 꽃눈이 형성되지 않는 것을 알 수 있다. 따라서 암기의 지속 시간이 8시간 이하일 때는 (가) 식물의 꽃눈이 형성되지 않는다.
바로알기 ㄱ. 꽃눈 형성은 암기가 지속되는 시간과 관계가 있다.
ㄷ. (나)는 일조 시간이 길 때 꽃눈이 형성되는 식물이므로 암기의 지속 시간이 길어질수록 꽃눈 형성 비율이 감소한다.

02 ㄷ. 비료의 과다 사용은 플랑크톤의 이상 번식으로 인해 산소가 적어지면서 생물들이 생존에 영향을 준다.
바로알기 ㄱ. 물에 녹아 있는 산소 부족으로 물고기가 집단 폐사하는 일이 일어날 수도 있다.
ㄴ. 비료에는 질산염, 인산염 등 플랑크톤의 생장에 필요한 물질이 포함되어 있어 하천의 영양 염류량이 증가하면 플랑크톤이 폭발적으로 증가하게 된다.

03 ㄱ. 평상시에 비해 서태평양의 표층 수온은 낮아지고, 동태평양의 표층 수온은 상승하였다. 이는 무역풍이 약화되어 동에서 서로 이동하는 따뜻한 해수의 흐름이 약해졌기 때문이다.
ㄷ. 동태평양 지역은 표층 수온의 상승으로 상승 기류가 발달하여 저기압이 발달할 것이다.
바로알기 ㄴ. 서태평양 지역은 표층 수온의 하강으로 하강 기류가 발달하여 강수량이 감소할 것이다.
ㄹ. 동태평양 해역은 심층의 찬 해수가 표층으로 올라오는 흐름이 약해져 어획량이 감소할 것이다.

04 ㄱ. 전지는 화학 성분을 이용해서 전기를 발생시킨다. 따라서 전지에서 화학 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
ㄴ. 전동기는 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환하는 장치이다.

ㄷ. 전동기의 에너지 효율이 60 %이므로 전동기에서 발생하는 에너지는 500 J×0.6=300 J이다. 증가한 추의 퍼텐셜 에너지가 200 J이므로 추의 운동 에너지는 300 J−200 J=100 J이다.

교사용 특별부록 158쪽

A Ⅳ−2−01. 전기 에너지의 생산과 수송

01 ② 02 ④ 03 ① 04 ④ 05 ②

01 ① 코일 주변에서 자석을 움직이면 코일을 통과하는 자기장이 변하여 전자기 유도에 의해 코일에 전류가 흐른다.
③, ④ 유도 전류의 세기는 자석의 세기가 셀수록, 코일의 감은 수가 많을수록 세다.
⑤ 자석을 코일에 넣을 때와 뺄 때 자기장 변화의 방향이 반대이므로 유도 전류가 반대로 흐른다.
바로알기 ② 유도 전류의 세기는 자석을 빠르게 움직일수록 세다.

02 ㄱ. (가)는 높은 곳에 있는 물의 퍼텐셜 에너지를 이용하여 터빈을 회전시켜 전기 에너지를 생산한다.
ㄴ. (나)는 핵연료가 연소할 때 발생하는 열로 물을 끓이고, 이때 발생한 증기로 터빈을 회전시켜 전기 에너지를 생산한다.
바로알기 ㄷ. (가)는 물의 퍼텐셜 에너지가 터빈의 운동 에너지로 전환되고, 터빈의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되므로 열에너지가 운동 에너지로 전환되는 과정이 없다.

03 화력 발전에서는 화석 연료가 연소할 때 발생하는 열로 물을 끓이고, 이때 나온 증기로 터빈을 회전시켜 전기 에너지를 생산한다. 그러므로 화학 에너지 → 열에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지로 에너지 전환이 일어난다.

04 A의 저항을 R, B의 저항을 $2R$라고 하면, 송전선 A에 흐르는 전류 $I_A=\frac{2P}{V}$, B에 흐르는 전류 $I_B=\frac{P}{V}$이다. 그러므로 A의 손실 전력 $P_A=\left(\frac{2P}{V}\right)^2R$, B의 손실 전력 $P_B=\left(\frac{P}{V}\right)^2 2R$이다. 따라서 $P_A : P_B=2 : 1$이다.

05 코일에 유도되는 전압은 코일의 감은 수에 비례한다.
$\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$에서 $\frac{100\text{ V}}{V_2}=\frac{100}{200}$이므로 $V_2=200$ V이다. 따라서 2차 코일에 흐르는 전류 $I_2=\frac{V_2}{R}=\frac{200\text{ V}}{100\ \Omega}=2$ A이다.

교사용 특별부록 159쪽

A Ⅳ−2−02. 태양 에너지 생성과 전환

01 ④ 02 ④ 03 ① 04 ⑤ 05 ②

01 ①, ③ 태양 에너지는 태양 중심부에서 수소 원자핵들이 융합하여 헬륨 원자핵을 만드는 수소 핵융합 반응으로 생성된다.
② 아인슈타인의 이론에 따라 수소 핵융합 반응에서 감소한 질량에 해당하는 에너지가 태양 에너지이다.
⑤ 태양 중심부는 약 1500만 K인 초고온 상태로, 원자들이 원자핵과 전자로 분리된 플라스마 상태로 존재한다.
바로알기 ④ 태양에서 발생하는 수소 핵융합 반응은 초고온 상태에서 일어나므로 지구상에서 쉽게 일어나지 않는다.

02 ㄱ, ㄴ. 태양에서는 수소 원자핵이 융합하여 헬륨 원자핵으로 변하는 수소 핵융합 반응이 일어나 태양 에너지가 생성된다. 따라서 (가)는 헬륨 원자핵이다.
바로알기 ㄷ. 핵융합 과정에서 질량 결손에 의해 에너지가 발생하므로 수소 원자핵 4개의 질량의 합이 헬륨 원자핵 1개의 질량보다 크다.

03 ②, ③ 태양 에너지에 의해 바닷물이 증발하여 태풍, 바람 등 기상 현상이 일어난다.
④ 식물은 광합성을 통해 태양 에너지를 생물체 내에 화학 에너지 형태로 저장한다.
⑤ 물이 순환하는 과정에서 물이 이동하는 동안 풍화와 침식에 의해 지형의 변화가 일어난다.
바로알기 ① 지진이나 화산 활동은 지구 내부의 에너지가 지표로 방출되는 현상이므로 태양 에너지가 근원이 아니다.

04 ㄱ, ㄴ. A는 고위도에서보다 저위도에서 값이 큰 것으로 보아 태양 복사 에너지이고, B는 지구 복사 에너지이다.
ㄷ. 위도에 따라 흡수하는 태양 복사 에너지(A)양이 다르므로 저위도에서는 에너지가 남고, 고위도에서는 에너지가 부족하다. 대기와 해수가 순환하면서 저위도의 남는 에너지를 고위도로 운반하여 지구는 전체적으로 에너지 평형을 이룬다.

05 ㄷ. 지구 온난화의 주요 원인은 화석 연료의 연소(A) 과정에서 배출되는 이산화 탄소의 증가이다.
바로알기 ㄱ. 광합성(B)은 식물에서만 일어나며, 태양의 빛에너지를 흡수하여 양분에 화학 에너지 형태로 저장된다.
ㄴ. 호흡(C)은 식물, 동물 등 모든 생물에서 일어난다.

교사용 특별부록 160쪽

A Ⅳ−2−03. 미래를 위한 에너지

01 ④ 02 ③ 03 ① 04 ⑤ 05 ③

01 ㄱ. 핵분열할 때 중성자의 속력이 느릴수록 반응이 잘 일어나므로 고속으로 운동하는 중성자의 속력을 느리게 만들어 주는 감속재가 필요하다.
ㄴ. 원자로는 우라늄의 핵분열 반응이 안정되게 진행할 수 있도록 만들어진 장치이다.
바로알기 ㄷ. 핵분열 반응 후 입자들의 질량 합이 반응 전보다 줄어드는데, 이때 질량 차이에 해당하는 만큼 에너지로 방출된다.

02 ㄷ. (가)와 (나)의 핵반응을 통해 방출된 에너지는 모두 질량 결손에 의한 것이다.
바로알기 ㄱ. (가)는 4개의 수소 원자핵이 모여 1개의 헬륨 원자핵으로 변하면서 에너지를 방출하는 핵융합 과정, (나)는 우라늄이 분열할 때 에너지를 방출하는 핵분열 과정이다.
ㄴ. (나)에서 ㉠은 중성자이다.

03 ① 풍력 발전은 설비가 비교적 간단하고, 발전 단가가 저렴하지만 날씨의 영향을 받아 발전량을 정확히 예측하기 어렵고, 곤충과 새 등과의 충돌, 소음 발생 등의 단점이 있다.
바로알기 ② 수력 에너지는 흐르거나 떨어지는 물의 힘을 이용한 에너지로, 댐을 이용한 수력 발전과 조력, 파력 등을 활용한 에너지이다.
③ 지열 에너지는 지구 내부에서 발생하는 열에너지를 활용한다.
④ 태양광 에너지는 태양의 빛에너지를 활용한다.
⑤ 폐기물 에너지는 버려진 폐기물을 연료로 하는 에너지이다.

04 ①, ②, ③, ④ A는 태양 전지로, 태양빛을 이용하여 전기 에너지를 생산하므로 날씨의 영향을 많이 받지만, 발전 과정에서 환경 오염이 발생하지 않고, 에너지 자원이 무한하다.
바로알기 ⑤ 태양광 발전은 계절과 기후에 영향을 많이 받으며, 대규모 발전을 하기 위해서는 태양 전지판의 설치 공간이 넓어야 한다.

05 ㄷ. 연료 전지 반응 후 물, 전기 에너지가 생성된다.
바로알기 ㄱ. 연료 전지는 에너지 효율이 60 % 이상으로 높다.
ㄴ. 연료 전지는 연소 과정 없이 수소와 산소의 화학 반응을 통해 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 전환한다.

교사용 특별부록 161쪽

B Ⅳ－2. 발전과 신재생 에너지

01 ④ **02** ⑤ **03** ⑤ **04** ⑤

01 ㄱ. 화력 발전소에서는 에너지원인 화석 연료를 연소시킨 열로 물을 끓이고 이때 발생한 증기를 이용하여 전기 에너지를 생산한다.
ㄷ. (나)에서 송전 전압을 높여 송전하면 송전선에 흐르는 전류의 세기가 감소하므로 전력 손실을 줄일 수 있다.
바로알기 ㄴ. 원자로에서는 무거운 우라늄 원자핵이 가벼운 원자핵으로 변하는 핵분열 반응이 일어난다.

02 ㄴ. 변압기에서 에너지 손실이 없으므로 에너지 보존 법칙에 따라 1차 코일에 공급되는 전력과 2차 코일에 유도되는 전력의 크기는 같다.
ㄷ. 변압기는 전자기 유도를 이용하여 전압을 변화시키는 장치이다.
바로알기 ㄱ. 2차 코일에 유도되는 전압은 코일의 감은 수에 비례한다. 그러므로 $\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$에서 $V_2=3V$이다.

03 ㄱ. (가)는 핵융합 발전으로, 가벼운 원자핵이 무거운 원자핵으로 변하는 핵융합 반응이 일어날 때 발생하는 에너지로 전기 에너지를 생산한다.
ㄴ. (나)는 핵분열 발전으로, 원자로에서 우라늄이 핵분열할 때 발생하는 열에너지로 물을 끓여 발생한 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.
ㄷ. 핵반응 과정에서는 질량 결손에 의해 에너지가 방출된다.

04 ㄴ. (나)는 조력 발전으로, 밀물과 썰물 때 해수면의 높이 차이를 이용하여 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 방식이다.
ㄷ. (가)~(다)는 모두 지속 가능한 에너지를 활용하며, 발전 과정에서 환경 오염 물질의 배출이 거의 없다.
바로알기 ㄱ. (가)는 태양광 발전으로, 날씨와 환경에 따라 발전량이 달라진다.

memo