

통합과학 II

Primer 통합과학 2

지은이 안 호 원
an-howon@naver.com

문서 디자인 38
38espresso@gmail.com

표지 디자인 마고

목 차

Chapter 1. 변화와 다양성 (1)

Theme 1

지 질 시 대 의 환 경 과 생 물 변 화 08 p

Theme 2

생 물 의 진 화 23 p

Theme 3

생 물 다 양 성 과 보 전 37 p

목 차

- - - - -	
Chapter 2. 변화와 다양성 (2)	
<i>Theme 4</i>	
산 화 와 환 원	5 1 p
<i>Theme 5</i>	
산 과 염 기 의 중 화 반 응	6 5 p
<i>Theme 6</i>	
물 질 변 화 에 서 에 너 지 출 입	9 0 p
- - - - -	

목 차

Chapter 3. 환경과 에너지 (1)

Theme 7

생 물 과 환 경 9 9 p

Theme 8

생 태 계 평 형 1 1 7 p

Theme 9

온실 효과와 지구 온난화 1 2 9 p

Theme 10

지구 환경 변화와 인간 생활 1 4 3 p

목 차

- - - - -

Chapter 4. 환경과 에너지 (2)

Theme 11

태양 에너지의 생산과 전환 1 5 9 p

Theme 12

발 전 과 에 너 지 원 1 7 2 p

Theme 13

에너지 효율과 신재생 에너지 1 8 9 p

- - - - -

목 차

Chapter 5. 과학과 미래 사회

Theme 14

과학의 유용성과 필요성 2 0 5 p

Theme 15

과학 기술의 발전과 미래 사회 2 1 4 p

Theme 16

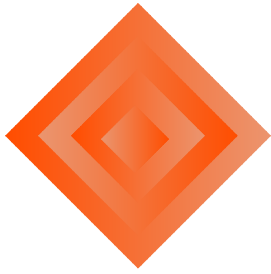
과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리 2 1 9 p

정답과 해설 2 2 3 p

Primer

통합과학 II

Chapter 1. 변화와 다양성 (1)

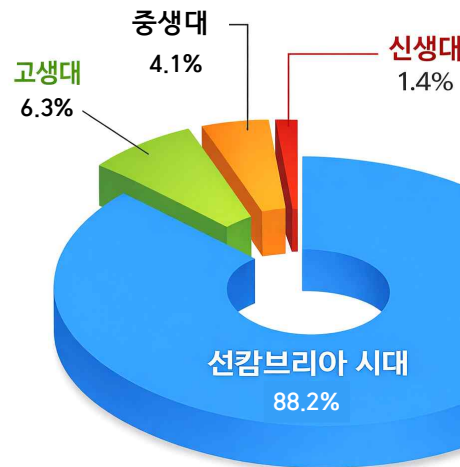


Theme 1 : 지질 시대의 환경과 생물 변화

1. 지질 시대와 화석

지질 시대란 지구가 탄생한 약 46억 년 전부터 현재까지의 기간을 말합니다. 이 긴 시간 동안 지구의 환경은 끊임없이 변해 왔고, 그 변화의 기록은 지층과 화석에 남아 있습니다.

이러한 지질 시대는 지층에서 발견되는 화석에 나타나는 생물계의 급격한 변화를 기준으로 구분합니다. 즉, 많은 종류의 생물이 갑자기 출현하거나 멸종한 시기를 경계로 구분할 수 있습니다.



▲ 지질 시대의 구분

① 지질 시대의 구분: 선캄브리아시대, 고생대, 중생대, 신생대로 구분

화석이 거의 발견되지 않는 시대	선캄브리아 시대 → 화석이 거의 발견되지 않는다 (생물의 종류와 개체 수가 적었고, 대부분 단단한 골격이 없어 화석으로 남기 어려웠으며, 화석이 되었더라도 이후의 지각 변동과 풍화 작용으로 대부분 사라졌기 때문이다.)
화석이 많이 발견되는 시대	고생대, 중생대, 신생대 → 화석이 풍부하게 남아 있어, 각 시대에 번성한 생물의 종류를 기준으로 시대를 구분한다

② 지질 시대의 상대적 길이: 선캄브리아 시대 ≫ 고생대 > 중생대 > 신생대

이처럼 화석은 지질 시대를 구분하는 데 결정적인 역할을 합니다. 화석이란 과거에 살았던 생물의 유해나 흔적이 지층에 남아 있는 것을 말합니다. 뼈·이빨·껍데기처럼 생물의 몸이 직접 남은 것뿐만 아니라, 발자국·기어간·자국·배설물처럼 생활한 흔적이 남은 것도 모두 화석입니다. 호박이나 빙하 속에 통째로 보존된 생물도 화석에 해당합니다.

화석을 통해 알 수 있는 사실

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ① 과거 생물의 구조와 특징 | ⑤ 과거 지구의 대륙 분포와 지형 변화 |
| ② 과거 생물의 진화 과정 | ⑥ 생물이 살았던 서식지의 환경 |
| ③ 지층의 생성 시기 | ⑦ 과거의 기후 변화 |
| ④ 지층 생성 당시의 지구 환경 | ⑧ 지하자원의 탐사 |

특히 지층이 쌓일 당시의 환경은 시상 화석으로, 그 지층이 만들어진 시기는 표준 화석으로 알 수 있습니다.

표준 화석		구분	시상 화석	
- 지층의 생성 시대를 알려 준다. - 생물의 생존 기간이 짧고, 분포 지역이 넓어야 한다.		특징	- 지층이 퇴적될 당시의 환경을 알려준다. - 생물의 생존 기간이 길고, 특정한 환경에 분포해야 한다.	
고생대	 	예		고사리: 따뜻하고 습한 육지
중생대	 			조개: 얕은 바다나 갯벌
신생대	 			산호: 따뜻하고 얕은 바다

▲ 시상 화석과 표준 화석

2. 지질 시대의 지구 환경과 생물의 변화

① 선캄브리아시대의 환경과 생물

환경	- 기후: 대체로 온난, 말기의 빙하기를 포함 다수의 빙하기 존재 - 수륙 분포: 여러 차례의 지각 변동을 받은 데다 화석도 거의 발견되지 않아, 당시 수륙 분포를 알아내기 어려움
생물	- 바다에서 최초의 생명체 출현 - 오존층이 아직 형성되지 않아 강한 자외선이 육지까지 도달했기 때문에, 생물은 주로 바다에서 생활함. 또한, 스스로 광합성을 하는 남세균 (시아노박테리아)이 등장 → 바다와 대기의 산소량 증가, 남세균 군집이 층층이 쌓여 스트로마톨라이트 형성 - 단세포생물, 원시 해조류, 말기에 최초의 다세포생물 출현 → 에디아카라 생물군 형성

② 고생대의 환경과 생물

환경	- 기후: 대체로 온난했으나, 말기의 빙하기를 포함해 여러 차례 빙하기가 있었음 대기 중의 산소 농도가 높아져 오존층이 형성되고 육상 생물이 출현 - 수륙 분포: 말기에 모든 대륙이 하나로 모여 초대륙 판게아 형성
생물	- 고생대 초에 생물의 종류와 개체 수가 급격히 증가 - 바다: 삼엽충, 필석, 방추충, 완족류, 어류(갑주어) 등이 번성함 - 육지: 양서류, 거대 곤충류, 양치식물(고사리) 등이 번성, 파충류와 겉씨식물이 출현 - 말기에 생물의 대멸종: 판게아 형성, 대규모 화산 분출 등이 원인

③ 중생대의 환경과 생물

환경	- 기후: 활발한 화산 활동으로 인한 대기 중 이산화탄소 증가(온실 효과) → 지질 시대 중 가장 온난, 빙하기 없음 - 수륙 분포: 판게아가 분리되면서 대서양과 인도양 형성, 안데스 산맥과 로키 산맥의 형성 → 생물 서식지의 환경 다양화
생물	- 바다: 암모나이트 번성 - 육지: 공룡을 비롯한 파충류와 겉씨식물(은행나무 등)이 번성, 시조새·소형 포유류·속씨식물이 출현 - 말기에 생물의 대멸종: 소행성 충돌, 대규모 화산 활동 등이 원인으로 추정

④ 신생대의 환경과 생물

환경	- 기후: 초기~중기에는 대체로 온난, 말기에는 빙하기와 간빙기가 반복 - 수륙 분포: 대서양과 인도양이 점차 확장되고 태평양은 좁아짐 알프스산맥과 히말라야산맥 형성 → 현재와 비슷한 수륙 분포
생물	- 바다: 화폐석 번성 - 육지에서는 포유류(매머드 등), 조류, 속씨식물 등이 번성 - 신생대 말기에는 인류의 조상 출현

3. 대멸종과 생물다양성

대멸종이란, 지구 환경의 급격한 변화로 많은 생물이 짧은 기간 동안 광범위한 지역에서 멸종하는 것을 말합니다. 여기서 '짧은 기간'은 46억 년이라는 지질 시대의 척도에서 짧다는 뜻으로, 실제로는 수만~수백만 년에 걸쳐 진행됩니다. 화석 기록으로 확인되는 대멸종은 고생대 이후 현재까지 모두 다섯 번이며, 그중 규모가 가장 컸던 것이 앞에서 살펴본 고생대 말과 중생대 말의 대멸종입니다.

대멸종의 원인은 지구 환경의 급격한 변화로 일어납니다. 아래 설명을 통해 자세히 알아보시다.

대멸종의 원인

- ① **수륙 분포 변화설**: 대륙이 하나로 모이면서 해안선의 총 길이가 줄어들어 생물이 밀집해 살던 얕은 바다가 크게 감소하고, 해류와 기후까지 변하면서 서식지가 줄어 대멸종이 발생했다는 가설.
- ② **소행성 충돌설(운석 충돌설)**: 소행성 충돌로 인한 먼지와 재의 형성으로 햇빛을 차단, 광합성 억제, 기온 하강으로 인해 대멸종이 발생했다는 가설.
- ③ **화산 폭발설**: 대규모 화산 활동으로 분출된 화산재와 이산화황이 햇빛을 차단해 광합성이 줄고 기온이 낮아지며, 이때 만들어진 산성비가 생물에 피해를 입힌다. 이후 대기에 오래 남은 이산화탄소가 온실 효과를 일으켜 이번에는 기온을 크게 높인데, 이렇게 짧은 시간에 기후가 급격히 뒤바뀌면서 대멸종이 발생했다는 가설.

→ 대멸종은 한 가지 원인으로 일어나기보다는 여러 요인이 연속적·복합적으로 작용해 발생한다. 실제로 고생대 말의 대멸종에는 판게아 형성과 대규모 화산 활동이, 중생대 말의 대멸종에는 소행성 충돌과 대규모 화산 활동이 함께 작용한 것으로 본다.

대멸종과 생물 다양성

대멸종 시기에는 급격한 환경 변화에 적응하지 못한 생물이 사라지면서 생물의 과(科)의 수가 크게 줄어들고, 살아남은 생물종의 구성도 이전과 크게 달라진다. 그러나 대멸종이 생물 다양성을 줄이기만 하는 것은 아니다. 많은 생물이 사라진 자리에는 서식지와 먹이 자원이 비게 되고, 살아남은 생물은 그 빈자리로 퍼져 나가며 새로운 환경에 적응해 여러 종으로 분화한다. 중생대 말 공룡이 멸종한 뒤 소형 포유류가 신생대에 크게 번성한 것이 대표적인 예이다. 이처럼 대멸종은 생물 다양성을 급격히 감소시키는 동시에, 이후 새로운 생물 다양성이 만들어지는 출발점이 되기도 한다.

▼ 지질 시대의 대멸종 원인과 생물계의 변화

구분	시기	대멸종 주요 원인(유력 가설)	생물계의 변화
1차	고생대 초기	빙하의 확장 → 해수면, 기온 하강	완족류, 삼엽충 개체수 감소
2차	고생대 중기	해양 무산소화, 기후 냉각, 소행성 충돌	어류, 완족류, 산호, 삼엽충 개체수 감소
3차	고생대 말기	판게아 형성, 화산 폭발	삼엽충을 포함한 해양 생물군이 대부분 멸종 (가장 큰 규모의 대멸종)
4차	중생대 초기	판게아 분리 → 화산 활동, 기후 변화	완족류, 해양 파충류 개체수 감소
5차	중생대 말기	소행성 충돌, 화산 폭발 → 기온 하강	공룡, 암모나이트 멸종

Theme 1 : 빈칸 채우기 문제

1. 지질 시대는 화석이 거의 발견되지 않는 ()와/과 화석이 많이 발견되는 고생대, 중생대, 신생대로 구분한다. 선캄브리아 시대에 화석이 드문 것은 생물에 ()이 없어 화석으로 남기 어려웠고, 이후 지각 변동과 풍화 작용으로 대부분 사라졌기 때문이다.
2. 지질 시대의 상대적 길이는 선캄브리아 시대 >> () > () > 신생대 순이다.
3. 화폐석 화석이 발견된 지층은 공룡 화석이 발견된 지층보다 () 만들어졌다.
4. 고생대 말기에는 모든 대륙이 하나로 모여 초대륙 ()가 형성되었고, 육지에는 파충류와 ()이 출현하였다.
5. 지구 환경의 변화에 ()하지 못한 생물은 멸종하지만, 살아남은 생물은 환경 변화에 ()하여 다양한 종으로 ()한다.
6. 최초의 단세포생물이자 광합성을 하는 생물인 ()의 출현 이후 바다와 대기의 산소량이 ()하였고, ()가 형성되었다.
7. () 화석은 지질 시대를 구분하는 기준이 되고, () 화석을 통해서도 지층이 퇴적될 때의 환경을 알 수 있다.
8. ()에 따르면, 대멸종 당시 대륙이 하나로 모여 해안선이 변화하였고, 이는 생물의 ()를 감소시켜 대멸종이 발생하였다.
9. 빙하의 확장으로 인한 대멸종은 ()차 대멸종이고, 판게아 형성과 화산 폭발로 인해 발생한 가장 큰 규모의 대멸종은 ()차 대멸종이다.
10. 대멸종으로 생물의 ()의 수는 크게 줄어들지만, 살아남은 생물은 비어 있는 서식지로 퍼져 나가며 여러 종으로 ()한다. 중생대 말 공룡이 멸종한 뒤 소형 포유류가 신생대에 크게 번성한 것이 그 예이다.

정답: 1. 선캄브리아 시대, 단단한 골격 2. 고생대, 중생대 3. 나중에 4. 판게아, 겉씨식물 5. 적응, 적응, 진화 6. 남세균(시아노박테리아), 증가, 스트로마톨라이트 7. 표준, 시상 8. 수륙 분포 변화설, 서식지 9. 1, 3 10. 과(科), 분화

Theme 1 : 실전 적용 문제

01

다음은 생물 대멸종에 대해 학생 A, B, C가 대화한 내용이다.

학생 A : 지구 환경의 급격한 변화 때문에 일어나는 거야.

학생 B : 대멸종은 현재까지 총 5회 일어났어.

학생 C : 대멸종 이후 살아남은 생물은 다양한 종으로 진화해 생물 다양성을 증가시켜

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 1 : 실전 적용 문제

02 그림 (가) ~ (다)는 서로 다른 지질 시대의 화석이다.



(가)



(나)



(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 신생대 말기에 출현하였다.
- ㄴ. (다)가 산출되는 지층에서는 삼엽충 화석이 함께 산출될 수 있다.
- ㄷ. (나)가 발견된 지층은 (다)가 발견된 지층보다 나중에 생성되었다.

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

Theme 1 : 실전 적용 문제

03

다음은 스트로마톨라이트에 대한 자료이다.

스트로마톨라이트란 A가 얇은 바다에서 다층으로 쌓여 만들어진 퇴적 구조이다. A의 광합성으로 인해 ㉠ 시대의 바다와 대기에 산소량이 증가하였다. 이때 증가한 산소는 오존층을 형성하여 ㉡육상 생물 출현을 가능하게 하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

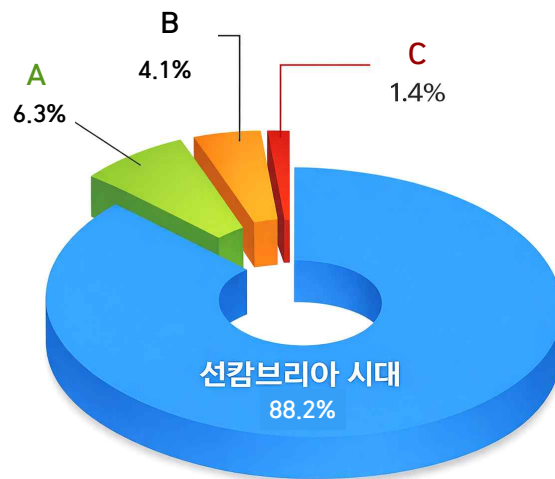
- ㄱ. A는 양치식물이다.
- ㄴ. ㉠ 시기에 에디아카라 생물군이 형성되었다.
- ㄷ. ㉡이 일어난 시기의 말기에 초대륙인 판게아가 형성되었다.

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

Theme 1 : 실전 적용 문제

04 그림은 지질 시대를 상대적인 길이 비율로 나타낸 것이다.

A ~ C는 각각 고생대, 중생대, 신생대 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. 파충류가 번성한 시대는 B이다.
- ㄴ. 최초의 육상 생물이 출현한 시대는 C이다.
- ㄷ. A 시대의 말기에 생물 대멸종이 일어났다.

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

Theme 1 : 실전 적용 문제

2012년 고1 9월

지구과학 4번

05

다음은 서로 다른 두 지역의 지층에서 산출된 화석을 보고 나눈

학생들의 대화이다.

○철수 : A 지층이 생성된 시기에 바다에서 생활하던 생물들이 최초로 육상에 진출했을 거야.

○영희 : B와 D는 같은 지질 시대에 만들어진 지층인 것 같아.

○민수 : 가장 나중에 만들어진 지층은 C일거야.

두 지역의 지층에 대해 바르게 해석한 학생만을 있는 대로 고른 것은?

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

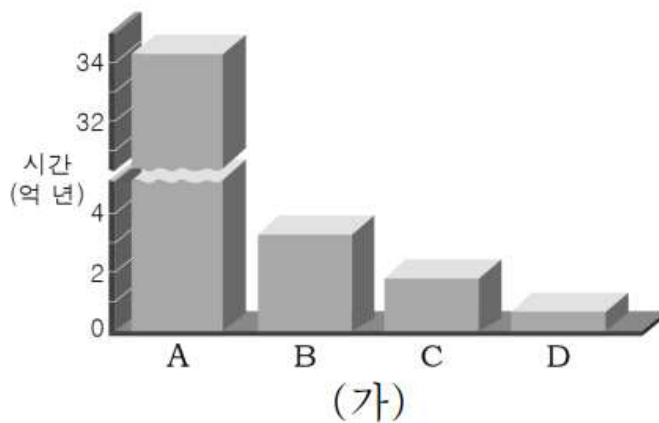
Theme 1 : 실전 적용 문제

2015년 고1 11월

지구과학 15번

06

그림 (가)는 각 지질 시대의 지속 시간을, (나)는 어느 지층에서 산출된 화석을 나타낸 것이다.



(나) 화폐석

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. 지질 시대를 오래된 것부터 순서대로 나열하면 A-B-C-D이다.
- ㄴ. (나)는 A 시대의 표준 화석이다.
- ㄷ. (나)가 산출된 지층은 육지 환경에서 퇴적되었다.

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

Theme 1 : 실전 적용 문제

2020년 고1 11월

통합과학 9번

07

그림은 지질 시대 생물의 화석 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



(가) 삼엽충



(나) 고사리

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 고생대에 살았던 생물의 화석이다.
- ㄴ. (나)는 주로 따뜻하고 습한 환경에서 살았던 생물의 화석이다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 모두 육지에서 퇴적된 지층에서 발견된다.

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

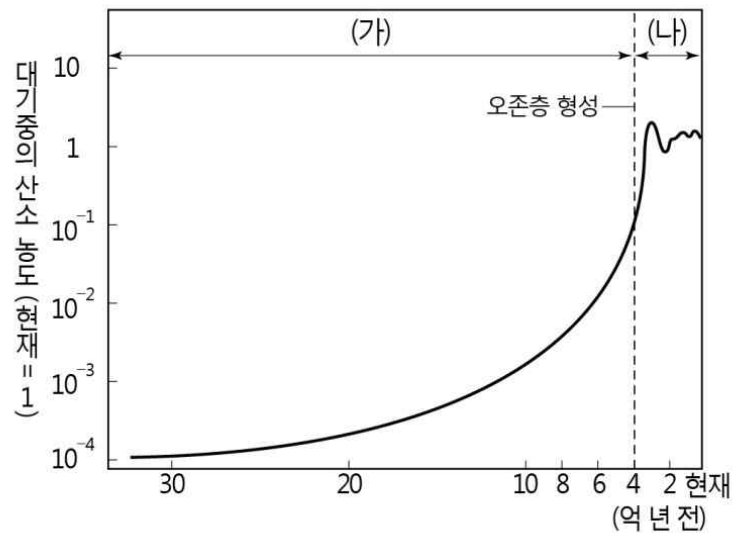
Theme 1 : 실전 적용 문제

2013년 고1 9월

지구과학 19번

08

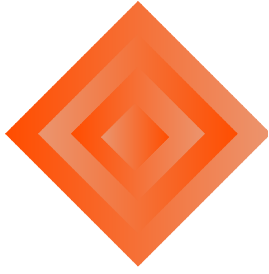
그림은 지구 대기의 산소 농도 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (가) 시기의 산소 농도 증가는 광합성 때문이다.
- ㄴ. 오존층 형성 이후 육상 생물의 수가 크게 증가하였다.
- ㄷ. 지표에 도달하는 자외선의 양은 (가) > (나)이다.

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



Theme 2 : 생물의 진화

1. 진화

진화란 생물이 오랜 시간에 걸쳐 여러 세대를 지나는 동안 환경에 적응하여 변화하는 현상입니다. 이때 변하는 것은 한 개체가 아니라 개체들이 모여 이루는 집단(개체군)입니다. 어떤 개체가 살아가면서 환경에 맞추어 스스로 달라지는 것이 아니라, 세대가 거듭되는 동안 집단을 이루는 개체들의 형질 구성이 달라지는 것이기 때문입니다. 이 과정에서 생물의 형태와 습성이 변하고 새로운 종이 생겨나면서, 지구의 생물 다양성이 증가하였습니다.

변이란, 예를 들어 사람마다 눈동자 색이 다른 것, 같은 종의 무당벌레들 사이에서 날개 무늬가 다른 것이 변이에 해당합니다. 다만 서로 다른 종 사이의 차이는 변이라고 하지 않는다는 점에 주의합니다.

변이의 종류

변이의 종류는 크게 **비유전적 변이**와 **유전적 변이**로 나뉩니다.

- ① **비유전적 변이**: 환경의 영향으로 나타나는 변이로, 자손에게 전달되지 않는다.
유전자가 달라서 생긴 차이가 아니라, 살아가는 동안 후천적으로 얻은 차이이기 때문이다.
예) 영양 상태에 따른 체격 차이, 운동으로 발달한 근육
- ② **유전적 변이**: 유전자의 차이로 나타나는 변이로, 자손에게 전달된다. 자손에게 전달되는 변이만이 여러 세대에 걸쳐 쌓일 수 있으므로, 진화의 재료가 되는 것은 유전적 변이이다.
예) 사람의 눈동자 색, 혈액형, 무당벌레 날개의 무늬

변이가 발생하는 원인

변이는 주로 개체가 가진 유전자의 차이로 나타난다. 이러한 유전자의 차이는 오랜 시간 축적된 돌연변이와, 유성생식 과정에서 만들어지는 다양한 유전자 조합에 의해 생겨난다. 유전자가 다르면 합성되는 단백질의 종류와 양이 달라지고, 이는 곧 형질의 차이로 이어진다.
→ 유전자의 차이로 나타나는 유전적 변이는 자손에게 유전된다.

▼ 돌연변이와 유성 생식

돌연변이	유성생식
- DNA의 유전정보가 변형되어 부모에게 없는 새로운 형질이 자손에게서 나타나는 것이다. - 돌연변이로 형성된 유전자는 자손에게로 유전될 수 있다. 예) 붉은 딱정벌레 무리에서 초록색 딱정벌레 자손이 나타났다.	- 유성 생식 과정에서 형성된 생식세포의 다양한 조합을 통해 부모의 유전자가 다양하게 조합되어 자손에게 전달된다. - 유성 생식을 통해 부모와 다른 형질을 가진, 유전적으로 다양한 자손이 태어날 수 있다. 예) 같은 부모에게서 태어난 형제자매의 생김새와 형질이 서로 다르다.

변이의 의의

개체군을 이루는 개체들이 모두 같은 유전 형질을 가진다면, 환경이 급격히 변했을 때 개체군 전체가 한꺼번에 사라질 수 있다. 반면 다양한 형질을 가진 개체들로 이루어진 개체군에는 변화한 환경에 적합한 형질을 가진 개체가 존재할 가능성이 높다. 이러한 개체는 살아남아 더 많은 자손을 남기고, 그 형질은 세대를 거듭하며 개체군 안에 점차 퍼져 나간다. 이처럼 변이는 진화가 일어나기 위한 출발점이 된다.

돌연변이는 이전에 없던 새로운 유전자를 만들어 내고, 유성생식은 이미 있는 유전자를 새롭게 조합합니다. 두 과정이 함께 작용하여 개체군 안에 다양한 유전적 변이가 쌓이게 됩니다.

2. 자연선택

다양한 변이를 가진 개체들 중 환경에 적합한(생존에 유리한) 형질을 가진 개체는 더 오래 살아남아 더 많은 자손을 남기고, 그 형질을 자손에게 물려준다. 이처럼 환경에 적합한 형질을 가진 개체가 선택되어 더 많은 자손을 남기는 현상을 자연선택이라고 한다. 자연선택이 세대를 거듭하며 반복되면, 개체군에서 그 형질을 가진 개체의 비율이 점차 높아진다.

이러한 자연선택 과정이 충분히 오랜 시간 동안 여러 세대를 거쳐 반복되면 새로운 종으로 분화할 수 있다.

***분화:** 단순하거나 등질인 것에서 복잡하거나 이질인 것으로 변함. 여기서는 기존의 종과는 다른 새로운 종으로 나뉘는 뜻함.

▼ 자연선택에 의한 진화 과정

① 과잉 생산	생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 수보다 많은 수의 자손을 낳는다.
② 변이	같은 종의 개체 간에는 형태나 기능, 습성이 조금씩 다른 변이가 존재하고, 변이에 따라 개체별 환경에 적응하는 정도가 다르다.
③ 생존 경쟁	개체 사이에서 먹이, 서식지, 배우자 등을 두고 생존 경쟁이 일어난다.
④ 자연 선택	생존에 유리한 형질을 가진 개체가 더 많이 살아남아 더 많은 수의 자손을 낳는다.
⑤ 생물의 진화	이러한 과정이 충분히 오랜 시간 동안 거듭되면 진화가 일어나고 종이 다양해진다.

다윈과 자연선택설

다윈은 1859년 『종의 기원』에서 생물이 자연선택을 통해 진화한다는 자연선택설을 제시하였다.

자연선택설의 한계점

자연선택설이 처음 창설된 시기는 유전자에 대한 개념조차 확립되지 않았다. 따라서, 개체들 사이에서 다양한 변이가 나타나는 까닭과 변이가 자손에게 어떻게 전달되는지를 설명하지 못하였다.

3. 자연선택에 의한 생물의 진화

개체군에는 다양한 변이를 가진 개체들이 함께 살아간다. 이때 포식자, 먹이의 종류, 기후, 항생제와 같은 환경 요인은 특정 형질을 가진 개체에게 유리하게 또는 불리하게 작용하는데, 이를 선택압이라고 한다. 어떤 형질이 유리한지는 환경에 따라 달라지므로, 환경이 바뀌면 자연 선택되는 형질도 달라진다. 다음 사례들을 통해 살펴봅시다.

▼ 자연선택에 의한 생물의 진화 사례

① 핀치 부리의 진화	갈라파고스 군도의 섬들은 먹이 환경이 서로 다르다. 원래 핀치 개체군에는 부리의 모양과 크기에 다양한 변이가 있었는데, 각 섬의 먹이에 적합한 부리를 가진 개체가 더 많이 살아남아 자손을 남겼다. ☞ 선인장이 많은 섬에서는 선인장 속의 먹이를 파먹기에 유리한 길고 뾰족한 부리를 가진 개체가, 딱딱한 씨앗이 많은 섬에서는 씨앗을 깨뜨리기에 유리한 굵고 단단한 부리를 가진 개체가 자연선택되었다. 그 결과 섬마다 부리 모양이 다른 핀치로 분화하였다.
② 나방 개체군의 자연선택	회색가지나방 개체군에는 원래 밝은색 개체와 어두운색 개체가 함께 존재하였다. 산업 혁명 이전에는 밝은색 지의류가 나무를 덮고 있어 밝은색 나방이 포식자의 눈에 잘 띄지 않았다. ☞ 밝은색 개체가 자연선택되어 그 비율이 높았다. 산업 혁명 이후에는 대기 오염으로 지의류가 사라지고 나무의 어두운 색이 드러나면서, 어두운색 나방이 눈에 잘 띄지 않게 되었다. ☞ 어두운색 개체가 자연선택되어 그 비율이 높아졌다.
③ 낫모양적혈구 유전자의 자연선택	낫 모양 적혈구는 헤모글로빈 유전자에 돌연변이가 일어나 적혈구가 낫 모양으로 변형된 것이다. 이 유전자를 양쪽 부모 모두에게서 물려받으면 심한 빈혈이 나타나 생존에 불리하다. ☞ 그러나 이 유전자를 한쪽에게서만 물려받은 사람은 빈혈 증상이 가벼우면서 말라리아에는 저항성을 가진다. 따라서 말라리아가 자주 발생하는 아프리카 등지에서는 이러한 사람이 자연선택되어, 낫 모양 적혈구 유전자가 사라지지 않고 비교적 높은 비율로 유지된다.

④ 항생제 내성 세균의 출현	세균 개체군에서는 돌연변이에 의해 항생제 내성을 가진 세균이 낮은 비율로 이미 존재한다. 항생제를 사용하면 내성이 없는 세균은 대부분 죽지만, 내성 세균은 살아남아 증식한다. 👁 항생제 내성 세균이 자연선택된 것이다. 항생제를 계속 사용할수록 개체군에서 내성 세균이 차지하는 비율은 점차 높아진다. ※ 주의: 항생제가 세균에게 내성을 만들어 준 것이 아니다. 내성은 항생제를 사용하기 전부터 돌연변이로 존재하고 있었고, 항생제는 그 중 내성을 가진 개체를 선택했을 뿐이다.
------------------------	--

Theme 2 : 빈칸 채우기 문제

1. 자연선택에 의한 진화 과정은 과잉 생산 → () → 생존 경쟁 → () → 생물의 진화의 단계로 이루어진다.
2. 같은 종의 개체 사이에 나타나는 형질의 차이를 ()라고 하며, 이는 주로 개체가 가진 ()의 차이에 의해 나타난다.
3. 유전자의 차이는 합성되는 ()의 종류와 양을 변화시키고, 이는 곧 ()의 차이로 이어진다.
4. 환경의 영향으로 나타나 자손에게 전달되지 않는 변이를 ()라고 한다. 반면 유전자의 차이로 나타나는 ()는 자손에게 전달되므로 진화의 재료가 된다.
5. 돌연변이는 이전에 없던 새로운 ()를 만들어 내고, ()은 이미 있는 유전자를 새롭게 조합하여 유전적으로 다양한 자손이 태어나게 한다.
6. 생물은 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 수보다 훨씬 많은 자손을 낳는데 이를 ()이라 하며, 먹이와 서식 공간은 한정되어 있으므로 개체 사이에 ()이 일어난다.
7. 환경에 적합한 형질을 가진 개체가 더 많이 살아남아 더 많은 자손을 남기는 현상을 ()이라고 하며, 이 과정이 반복되면 개체군에서 그 형질을 가진 개체의 ()이 점차 높아진다.
8. 산업 혁명 이후 대기 오염으로 지의류가 사라지자, 회색가지나방 개체군에서는 ()색 개체의 비율이 높아졌다. 이처럼 어떤 형질이 유리한지는 ()에 따라 달라진다.
9. 항생제 내성 세균은 항생제를 사용했기 때문에 새로 생겨난 것이 아니라, ()에 의해 이미 존재하던 세균이 항생제에 의해 ()된 것이다.
10. 갈라파고스 군도의 핀치는 섬마다 먹이 환경이 달라 각 환경에 적합한 () 모양을 가진 개체가 자연선택되었고, 그 결과 서로 다른 종으로 ()하였다.

정답: 1. 변이, 자연선택 2. 변이, 유전자 3. 단백질, 형질 4. 비유전적 변이, 유전적 변이 5. 유전자, 유성생식 6. 과잉 생산, 생존 경쟁 7. 자연선택, 비율 8. 어두운(검은), 환경 9. 돌연변이, 자연선택 10. 부리, 분화

Theme 2 : 실전 적용 문제

09

다음은 생물의 변이에 대해 학생 A, B, C가 대화한 내용이다.

학생 A : 변이는 진화의 결과로 나타나.

학생 B : 변이는 모두 자손에게 전달돼.

학생 C : 변이가 다양한 개체군일수록 환경 변화에 적합한 개체가 있을 확률이 높아.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 2 : 실전 적용 문제

10

표는 진화와 관련된 요인 (가)와 (나)에 대한 설명이다. (가)와 (나)는

각각 돌연변이와 유성생식을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	현상
(가)	새로운 유전자가 만들어져 다양한 형질이 나타난다.
(나)	부모에게서 유전자 조합이 다양한 생식세포가 형성되고, 암수의 생식세포가 무작위로 결합하여 다양한 형질이 나타난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (나) 과정에서 새로운 유전자가 만들어진다는 설명이 옳다.
- ㄴ. (가) 과정으로 나타난 형질은 자손에게 유전될 수 있다는 설명이 옳다.
- ㄷ. (가)와 (나) 모두 생물 집단에서 다양한 형질이 나타나는 원인이라는 설명이 옳다.

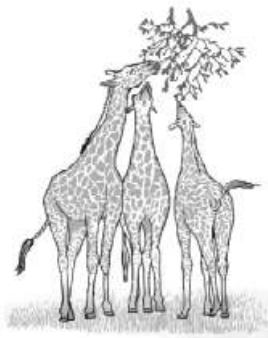
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 2 : 실전 적용 문제

2019년 고2 3월
생명과학 I 13번

11

그림은 기린의 진화에 대한 다윈의 가설을 나타낸 것이다.



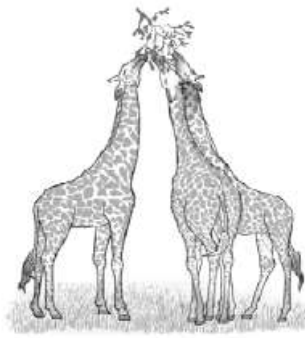
목이 짧은 기린과
목이 긴 기린이 함
께 살고 있다.

(가)



목이 짧은 기린과
목이 긴 기린이 생
존 경쟁을 한다.

(나)



생존 경쟁 결과 목이
긴 기린이 더 많은 자
손을 남긴다.

(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)의 기린 집단에는 목 길이에 대한 변이가 있다.
- ㄴ. (나)에서 목이 긴 기린이 생존 경쟁에 유리하다.
- ㄷ. 다윈은 기린의 목 길이 진화를 자연 선택설로 설명했다.

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

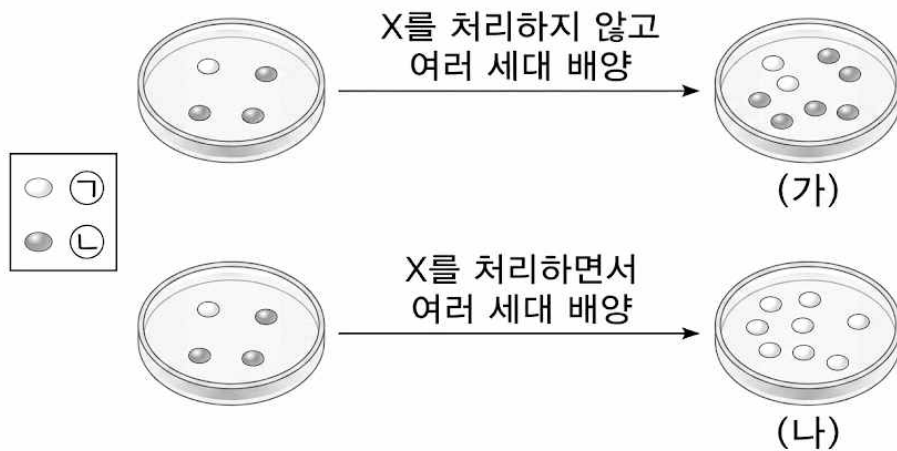
Theme 2 : 실전 적용 문제

2023년 고2 3월
생명과학 I 16번

12

그림은 항생제 X를 처리하지 않고 세균을 여러 세대 배양한 배지

(가)와, X를 처리하면서 세균을 여러 세대 배양한 배지 (나)를 얻는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 X에 대한 내성이 있는 세균과 X에 대한 내성이 없는 세균 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 X에 대한 내성이 있는 세균이다.
- ㄴ. (가)와 (나)에 각각 X를 처리하였을 때 죽는 세균의 비율은 (나)에서가 (가)에서보다 높다.
- ㄷ. 항생제를 반복적으로 사용하면 항생제 내성 세균의 비율이 증가한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 2 : 실전 적용 문제

13

표는 어떤 세균 집단에서 시간이 $t_1 \sim t_3$ 일 때 항생제에 저항성이

없는 세균 ㉠과 항생제에 저항성이 있는 세균 ㉡의 비율을 나타낸 것이다.
시간은 t_1, t_2, t_3 의 순서로 흘렀으며, 이 집단에는 t_1 이후 항생제가 지속적으로 사용되었다.

구분	t_1	t_2	t_3
㉠의 비율	100	99	20
㉡의 비율	0	1	80

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. 이 집단은 진화하지 않는다.
- ㄴ. $t_2 \sim t_3$ 사이에 ㉠이 자연선택되었다.
- ㄷ. 항생제를 지속적으로 사용하면 ㉡의 비율은 점차 증가한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 2 : 실전 적용 문제

14

다음은 다윈의 자연선택설에 의한 진화의 과정을 순서 없이 나타낸 것이다.

- (가) 생존경쟁에서 살아남은 개체가 생존에 유리한 형질을 자손에게 전달하며, 이러한 과정이 반복되면 처음 조상과는 다른 형질을 가진 자손이 나타난다.
- (나) 환경에 적응하기 유리한 형질을 가진 개체는 그렇지 않은 개체에 비해 살아남아 더 많은 자손을 남길 확률이 크다.
- (다) 주어진 환경에서 살아남을 수 있는 것보다 많은 수의 자손을 낳는다. 이때 개체들 사이에서는 다양한 변이가 나타난다.
- (라) 개체들 사이에서 먹이, 배우자, 서식지 등을 차지하기 위한 생존경쟁이 일어난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

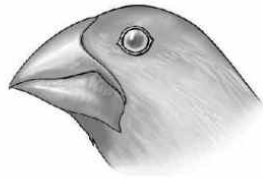
- ① (나) → (다) → (가) → (라)
- ② (나) → (다) → (라) → (가)
- ③ (다) → (나) → (가) → (라)
- ④ (다) → (라) → (나) → (가)
- ⑤ (라) → (다) → (나) → (가)

Theme 2 : 실전 적용 문제

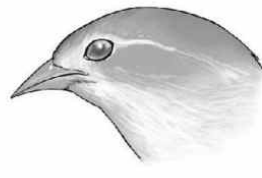
2021년 고2 3월
생명과학 I 12번

15

그림은 핀치의 무리가 남아메리카 대륙에서 갈라파고스 군도의 먹이 환경이 서로 다른 섬으로 이주한 뒤 각각 자연 선택이 일어난 모습을 나타낸 것이다.



단단한 씨를 먹는 핀치



선인장을 먹는 핀치

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. 핀치 개체 사이에서 생존 경쟁이 있었다.
- ㄴ. 다윈은 자연 선택을 진화의 요인으로 설명하였다.
- ㄷ. 먹이의 종류는 핀치의 자연 선택에 영향을 주는 요인이다.

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

Theme 2 : 실전 적용 문제

2015년 고1 11월

생명과학 19번

16

다음은 어떤 지역에 서식하는 흰색 후추나방과 검은색 후추나방에

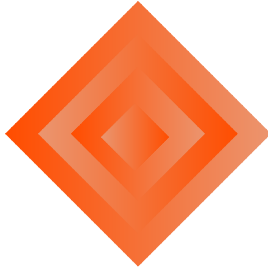
대한 자료이다.

- 19세기 초에는 흰색 후추나방과 검은색 후추나방 중 흰색 후추나방의 비율이 약 90%였다.
- 이후 산업화로 환경이 오염되면서 검은색 후추나방보다 흰색 후추나방이 포식자에게 쉽게 노출되어 검은색 후추나방의 비율이 증가하였다.
- 20세기 중반에는 검은색 후추나방의 비율이 약 90%가 되었다.

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. 흰색 후추나방의 비율은 19세기 초가 20세기 중반보다 높다.
- ㄴ. 검은색 후추나방의 비율이 증가한 것은 자연선택의 결과이다.
- ㄷ. 후추나방의 유전자풀은 19세기 초와 20세기 중반이 동일하다.

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



Theme 3 : 생물다양성과 보전

1. 생물다양성

앞에서 살펴본 것처럼, 오늘날 지구에 존재하는 다양한 생물은 오랜 진화의 결과로 형성되었습니다. 이렇게 형성된 생물다양성은 ① 같은 종 안에서 개체들이 지닌 유전자의 다양성, ② 일정한 지역에서 관찰되는 생물종의 다양성, ③ 생물이 서식하는 생태계의 다양성을 모두 아우르는 개념입니다.

유전적 다양성	- 같은 생물종에서도 개체마다 서로 다른 유전자를 갖고 있어 서로 다른 형질이 나타난다. - 한 형질을 결정하는 대립유전자의 종류가 많을수록, 그래서 개체마다 나타나는 형질이 다양할수록 유전적 다양성이 높다. - 유전적 다양성이 높을수록 변이가 다양하고, 이는 급격한 환경 변화 하에서의 멸종 위험을 낮춘다. - 유전적 다양성의 예: 무당벌레의 얼룩무늬, 얼룩말의 줄무늬 등
종 다양성	- 일정한 지역에 사는 생물종의 다양한 정도를 나타낸다. - 일정한 지역에 서식하는 생물종의 수가 많을수록, 각 생물종이 고르게 분포할수록 종다양성이 높다. - 종다양성이 높을수록 먹이그물이 복잡해지고, 어떤 한 생물종이 멸종하더라도 이를 대체할 생물종이 존재할 가능성이 높아진다. 즉, 생태계 평형이 더 안정적으로 유지된다.
생태계 다양성	- 생물이 살아가고 있는 생태계의 다양한 정도로, 사막, 호수, 산림, 강 등 다양한 생태계가 어떤 지역에 존재하는 것을 의미한다. - 생태계 다양성이 높을수록 종다양성과 유전적 다양성이 높다. - 생태계는 특정 지역의 환경뿐 아니라 그 지역에 서식하고 있는 생물을 모두 포함한다.

2. 생물다양성 보전의 중요성

생물 다양성이 높을수록 생태계가 안정적으로 유지되고, 활용할 수 있는 생물자원이 풍부해진다. 또한 인간을 포함한 모든 생물은 생태계 안에서 환경 및 다른 생물과 서로 영향을 주고받으며 살아가므로, 생물다양성의 감소는 결국 인간의 삶에도 직접적인 영향을 미친다.

만일 하나의 종이 멸종한다면 생태계에는 어떤 영향이 미칠까?

종 다양성이 낮은 생태계에서 한 종이 멸종할 경우, 그 종을 먹이로 하는 종 또한 멸종 위기에 놓인다. 예를 들어 [풀 → 메뚜기 → 개구리 → 뱀] 으로부터 이뤄진 먹이 사슬에서 메뚜기가 멸종한다면 개구리와 뱀이 굶어죽게 되는 것과 마찬가지이다.

반면 **종 다양성이 높은 생태계**에서는 한 종이 멸종하더라도 그 종을 먹이로 하던 종이 다른 먹이를 통해 살아남을 수 있다. 예를 들어 1차 소비자의 자리에 메뚜기뿐 아니라 토끼, 들쥐, 다람쥐 등이 함께 존재하는 먹이 그물에서는 메뚜기가 멸종해도 다른 종이 그 자리를 대신한다.

즉, 종 다양성이 높다는 것은 생물종이 다양하여 먹이사슬이 복잡하다는 것이며, 이는 생태계평형이 잘 유지되도록 돕는다.

인류는 생태계로부터 식량, 의복, 목재, 의약품 등의 생물자원을 얻어 살아간다. 또한 생태계는 휴식과 여가, 관광의 장소를 제공하는 자원이 되기도 한다.

▼ 생물자원의 예시

자원의 종류	예
식량	벼, 옥수수, 콩 등의 식물과 닭, 소, 돼지 등의 동물 등
의복	목화(면섬유), 누에고치(비단) 등
목재	소나무, 참나무 등 다양한 종류의 나무 등
의약품	버드나무 껍질(해열진통제), 주목 열매(항암제), 푸른곰팡이(항생제), 나팔꽃 씨와 줄기(소화제), 개똥쑥(말라리아 치료제) 등
관광 및 여가	올레길, 수목원, 국립공원 등

3. 생물다양성 감소의 원인과 해결책

서식지 파괴와 단편화	서식지 파괴: 생물다양성 감소의 가장 큰 원인으로, 산림의 벌채 및 도시 개발, 습지의 매립 등은 생물의 서식지를 파괴하여 많은 생물의 생존을 어렵게 한다. 서식지 단편화: 도로, 댐 등의 건설로 서식지가 분리되면 생물의 서식지 면적이 감소하고, 생물의 이동이 제한된다. → 무분별한 개발을 막고 생태통로를 설치해 단절된 생태계를 연결한다.
환경 오염	대기 오염으로 인한 산성비는 토양과 하천을 산성화시키고, 쓰레기나 폐수에 포함된 중금속·화학 물질은 토양과 하천을 오염시킨다. 또한 온실기체 배출로 인한 지구 온난화는 기후를 변화시켜 생물의 서식 환경을 바꾼다. 이러한 변화는 생태계 평형을 깨뜨려 생물다양성을 감소시킨다. → 에너지 절약, 자원의 재활용, 저탄소 제품의 사용, 정부의 친환경 정책에 관심을 가지고 참여한다.
불법 포획 및 남획	야생 동식물을 불법적으로 포획하거나 과도하게 사냥(남획)하면 특정 생물이나 희귀 생물의 멸종 가능성을 높이고, 먹이 관계와 생물 간의 상호작용에 영향을 주므로 생물다양성을 감소시킬 수 있다. → 불법 포획과 남획을 금지하는 법률을 만들고 처벌을 강화하며, 멸종 위기에 처한 생물을 멸종위기종으로 지정해 보호한다. 또한 국제 거래를 규제하는 협약에 참여한다.
외래종 유입	외래종은 원래 그 지역에 살지 않다가 다른 지역에서 들어온 생물을 말한다. 외래종이 모두 문제를 일으키는 것은 아니지만, 새로운 환경에 천적이 없는 일부 외래종(뉴트리아, 블루길, 돼지풀 등)은 대량으로 번식하여 토종 생물의 먹이와 서식지를 빼앗고, 서식 환경 자체를 바꾸어 고유종이 살 수 없게 만들기도 한다. → 기존 생태계와 토종 생물에게 미칠 영향을 미리 파악하고, 악영향을 끼칠 수 있는 외래종의 유입을 사전에 방지해야 한다.

4. 생물다양성 보전을 위한 노력

개인적 수준에서의 노력(개인적 노력)	- 자원의 재활용 - 에너지 절약 - 저탄소 제품의 사용
사회적·국가적 수준에서의 노력(사회적·국가적 노력)	- 생물다양성이 높은 지역을 국립공원으로 지정해 관리한다. - 멸종 위기의 생물종을 멸종 위기종으로 지정하여 보호하고, 자생지에 방사하는 등의 복원 사업을 진행한다. - 종자 은행을 운영하여 생물의 유전자를 관리한다. - 생태통로를 설치하여 단편화된 서식지를 연결하고, 야생 동물이 차에 치여 죽거나 서식지가 분리되는 것을 방지한다. - 불법 포획과 남획에 관한 법률을 제정한다.
국제적 수준에서의 노력(국제적 노력)	- 생물 다양성에 대한 다양한 국제 협약을 체결한다. ① 람사르 협약: 생태적·사회적·문화적으로 가치가 있는 습지의 보호를 의무화하여 지속가능한 이용을 가능하게 한 협약 ② 생물 다양성 협약: 생물다양성의 보전과 생물 자원의 지속 가능한 이용을 위한 협약 ③ 멸종 위기에 처한 야생 동식물의 국제 거래에 관한 협약: 남획 및 국제적인 거래로 인해 멸종 위기에 처한 동식물을 보호하기 위해 국가 간의 무역을 제한하도록 한 협약 ④ 이동성 야생 동물의 보전에 관한 협약: 여러 국가 사이의 경계에 광범위하게 서식하거나 그 경계를 주기적으로 이동하는 야생 동물들의 멸종을 막기 위한 협약 ⑤ 기후변화 협약: 지구온난화와 기상 이변의 원인인 대기의 이산화탄소 농도의 감소를 위한 협약

개인적 수준에서의 노력과 사회적 수준에서의 노력은 겹치는 부분이 존재함을 유념하자.

개인적 노력과 사회적 노력은 서로 겹치는 부분이 있습니다. 구분이 헷갈릴 때는 누가 실천의 주체인가를 기준으로 삼으면 된다. 에너지 절약이나 재활용은 개인이 직접 실천하는 일이므로 개인적 노력이고, 이를 유도하는 캠페인이나 제도를 만드는 것은 사회적·국가적 노력이다. 다만 교재에 따라 분류가 다를 수 있으므로, 항목을 외우기보다 이 기준으로 판단하는 연습을 해 두는 것이 좋다.

Theme 3 : 빈칸 채우기 문제

1. ()이란, 다양한 지구의 환경에 다양한 생물이 살고 있는 것을 의미하며 () 다양성, () 다양성, () 다양성으로 구분된다.
2. 어떤 생물종의 유전적 다양성과, 해당 생물종이 급격한 환경 변화 하에서 멸종할 확률은 ()비례한다.
3. ()이 많을수록, 각 생물종이 고르게 분포할수록 () 다양성이 높다.
4. ()이란, 인간의 생활에 이요될 가치가 있는 유전자, 생태계, 생물 등의 모든 생물적 자원이다.
5. 서식지 파괴 및 단편화를 해결하기 위해서는 () 개발을 막고, ()를 설치하여 단절된 생태계를 연결해야 한다.
6. 버드나무 껍질로부터 아스피린의 원료를 얻는 것은 ()의 예에 해당한다.
7. 다양한 생태계가 인간에게 휴식 장소 및 관광지를 제공하는 것은 ()의 예에 해당한다.
8. 무당벌레의 겹날개 색과 반점 무늬가 다양한 것은 () 다양성의 예시이다.
9. 생태계 다양성은 ()과 () 사이의 관계를 포함하는 개념이다.
10. ()협약은 지속적인 습지 이용을 위해 습지 보호를 의무화한 조약이고, ()협약은 생물다양성의 보전과 생물 자원의 지속적인 이용을 위한 조약이다.

정답: 1. 생물 다양성, 종/유전적/생태계 2. 반 3. 생물종, 종 4. 생물자원 5. 무분별한, 생태 통로
6. 의약품 원료 제공 7. 의식주 재료 제공 8. 유전적 9. 생물/무생물 10. 람사르, 생물다양성

Theme 3 : 실전 적용 문제

17

다음은 생물 다양성에 대한 세 학생의 의견을 나타낸 것이다.

학생 A : 유전적 다양성과 종 다양성만을 포함하는 개념이야.

학생 B : 국제적 협약을 통해 생물 다양성을 높이려는 노력을 하고 있어.

학생 C : 생물 다양성이 높을수록 생태계는 더 안정적으로 유지될 수 있어.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 3 : 실전 적용 문제

18 표는 생물다양성 (가) ~ (다)의 예를 나타낸 것이다. (가) ~ (다)는

종 다양성, 유전적 다양성, 생태계 다양성을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	예
(가)	?
(나)	한 지역에 개나리, 민들레, 튼リップ 등 다양한 식물 종이 서식한다.
(다)	무당벌레의 딱지날개 색이 개체마다 차이가 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 종 다양성이다.
- ㄴ. 각 종의 분포 비율이 균등할수록 (나)가 높아진다.
- ㄷ. '열대 우림은 강수량이 많고 기온이 높다'는 (다)의 예에 해당한다.

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

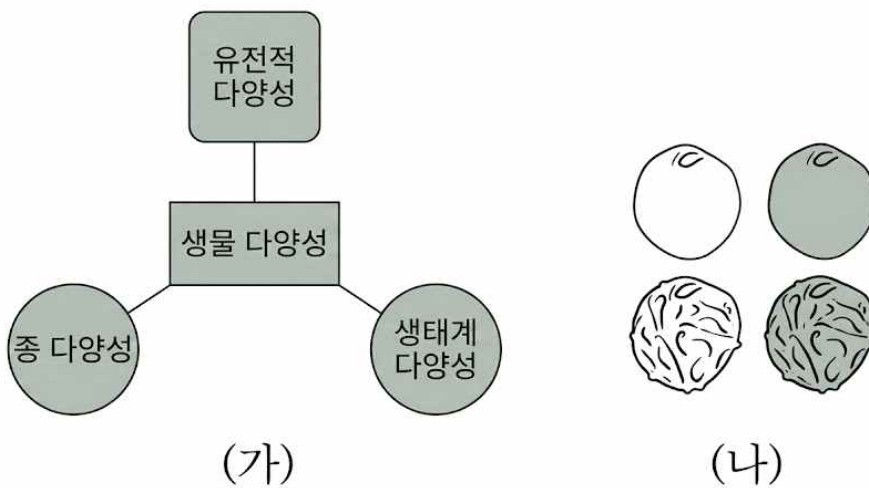
Theme 3 : 실전 적용 문제

2013년 고1 11월

생명과학 17번

19

그림 (가)는 생물 다양성의 세 가지 의미를, (나)는 같은 종의 종자가 모양과 색깔이 다른 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는대로 고른 것은?

- ㄱ. (나)는 유전적 다양성에 해당한다.
- ㄴ. 한 생태계 내에서 생물 종의 다양한 정도는 생태계 다양성이다.
- ㄷ. 종자 은행은 생물 다양성을 보존하는 역할을 한다.

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

Theme 3 : 실전 적용 문제

2021년 고2 3월
생명과학 I 16번

20

그림은 팽이눈에 대한 신문 기사와 이 기사에 대한 학생 A ~ C의

대화를 나타낸 것이다.

○○ 신문

국립생물자원관은 △△군 일대를 조사한 결과, 그간 문헌으로만 전해지던 팽이눈의 국내 서식지를 처음으로 확인했다고 밝혔다. 팽이눈은 1913년 한 생물학자가 제주도에 분포한다고 보고한 이래 지난 100여 년 동안 우리나라에서 발견된 일이 없었다. 이번에 확인된 팽이눈은 안정적인 군락을 형성하고 있는 것으로 조사되었다.



팽이눈

학생 A : 팽이눈이 의약품으로 사용될 수 없다면 생물 자원으로서의 가치가 없다.

학생 B : 새로운 종의 발견은 미래에 사용할 수 있는 유전자 자원을 증가시킬 수 있어.

학생 C : 팽이눈 서식지를 보호하는 것은 생물 다양성 보전을 위한 노력 중 하나야.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 3 : 실전 적용 문제

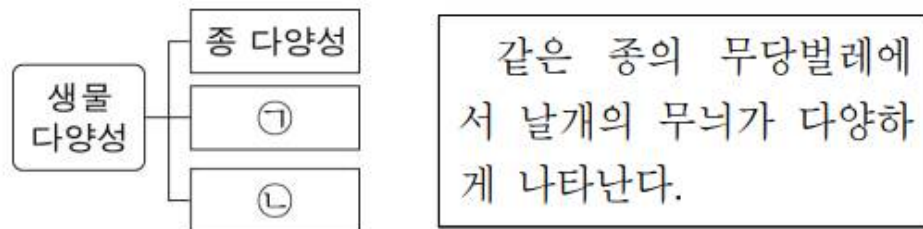
2023년 고2 3월

생명과학 I 5번

21

그림은 생물 다양성의 3가지 의미를, 표는 ㉠의 예를 나타낸

것이다. ㉠과 ㉡은 생태계 다양성과 유전적 다양성을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 생태계 다양성이다.
- ㄴ. ㉠이 높은 종일수록 급격한 환경 변화가 일어날 때 멸종될 확률이 높아진다.
- ㄷ. ㉡은 종 다양성에 영향을 준다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 3 : 실전 적용 문제

22 표는 생물다양성의 보전 방안을 세 가지 수준으로 나누어 그 예를

나타낸 것이다. (가)와 (나)는 국가적 수준과 국제적 수준을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	예
개인적 수준	에너지 절약, 자원 재활용
(가)	야생 동물 보호법 제정
(나)	다양한 국제 협약의 체결

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 국가적 수준이다.
ㄴ. 람사르 협약은 (가)의 예에 해당한다.
ㄷ. (나)에서 다루는 문제는 한 국가의 노력만으로도 해결할 수 있다.

- ① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 3 : 실전 적용 문제

2020년 고2 3월
생명과학 I 18번

23

다음은 생물 다양성에 대한 학생 A ~ C의 발표 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 3 : 실전 적용 문제

2018년 고3 4월

생명과학 I 14번

24

다음은 생물 다양성 협약에 대한 자료이다.

‘생물 다양성 협약’은 생물 다양성의 보전, 생물자원의 지속가능한 이용, 생물자원을 이용하여 얻어지는 이익의 공정하고 공평한 분배를 위하여 1992년 유엔환경개발회의에서 채택된 협약이다. 생물 다양성은 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미하며 유전적 다양성, ㉠ 종 다양성, ㉡ 생태계 다양성을 포함한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

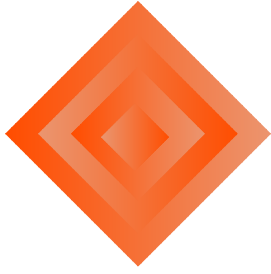
- ㄱ. 생물자원은 인간의 식량과 의약품에 이용된다.
- ㄴ. 같은 종의 무당벌레에서 반점 무늬가 다양하게 나타나는 것은 ㉠에 해당한다.
- ㄷ. 한 생태계 내에 존재하는 생물 종의 다양한 정도를 ㉡이라고 한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ

Primer

통합과학 II

Chapter 2. 변화와 다양성 (2)



Theme 4 : 산화와 환원

1. 자연과 인류의 역사를 바꾼 화학 반응

수많은 화학 반응이 인류뿐 아니라 자연 전체의 역사를 바꾸어 놓았습니다.

Theme 4에서는 그 가운데 ① 광합성, ② 화석 연료의 연소, ③ 철의 제련을 살펴보겠습니다.

① 광합성

식물의 엽록체에서 빛에너지를 이용해 이산화 탄소와 물로부터 포도당과 산소를 합성하는 반응입니다. 원시 바다에 광합성 생물이 출현하면서 바다와 대기의 산소 농도가 점차 높아졌습니다. 이렇게 축적된 산소는 오존층을 형성했고, 자외선 차단 효과 덕분에 생물이 육지로 진출할 수 있게 되었습니다. 오늘날에도 생명체의 호흡과 물질의 연소 반응은 광합성으로 만들어진 산소에 의존합니다.

② 화석 연료의 연소

탄소와 수소를 주성분으로 하는 화석 연료(석탄·석유·천연가스 등)가 공기 중의 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물을 생성하는 동시에 다량의 열에너지를 방출하는 반응입니다. 석탄을 연소시키는 증기 기관은 산업 혁명의 원동력이 되었으며, 석유는 교통수단의 주요 에너지원이자 다양한 화학 제품의 원료로 활용되고 있습니다.

③ 철의 제련

자연에서 철은 대부분 순수한 금속 상태가 아니라 산소와 결합한 산화 철(Ⅲ) 형태로 매장되어 있습니다. 제련은 이 철광석에서 산소를 분리해 순수한 철을 얻는 과정입니다. 제련 기술의 발달로 철을 대량으로 생산할 수 있게 되면서 인류 문명은 청동기 시대에서 철기 시대로 도약하게 되었습니다.

광합성, 화석 연료의 연소, 철의 제련의 공통점

광합성: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ (산소를 생성)

→ 이산화 탄소가 산소를 잃고 환원되어 포도당이 된다.

화석 연료의 연소: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (산소를 이용)

→ 메테인의 탄소와 수소가 산소를 얻어 산화된다.

철의 제련: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (철에서 산소를 분리)

→ 산화 철(Ⅲ)은 산소를 잃고 환원되며, 일산화 탄소는 산소를 얻어 산화된다.

세 반응은 모두 물질 사이에서 산소가 이동하는 반응이다. 산소를 얻는 것을 산화, 산소를 잃는 것을 환원이라고 한다.

2. 산화·환원 반응

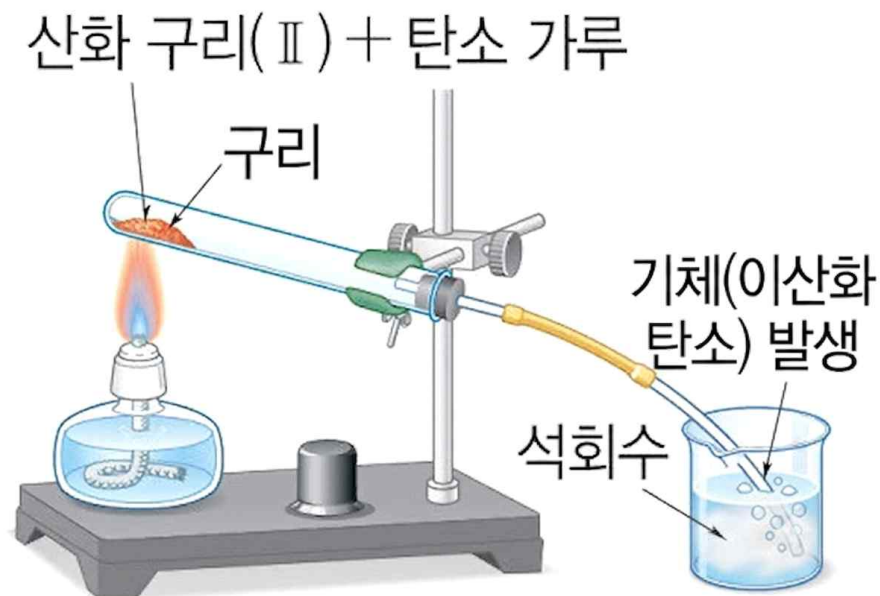
산화·환원 반응은 ① 산소의 이동 또는 ② 전자의 이동을 기준으로 정의됩니다.

1) 산소의 이동과 산화·환원 반응

산소를 기준으로 할 때, 산화는 물질이 산소를 얻는 반응이고, 환원은 물질이 산소를 잃는 반응입니다.

1-1] 산화 구리(Ⅱ)와 탄소의 산화·환원 반응

산화 구리(Ⅱ)와 탄소 가루를 섞어 가열하면 두 가지 변화가 동시에 일어납니다. 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃고 환원되어 붉은색 구리로 바뀌며, 시험관 안에 붉은색 가루가 생성됩니다. 동시에 탄소는 그 산소를 얻어 산화되어 이산화 탄소 기체가 발생합니다. 이때 발생한 이산화 탄소를 석회수에 통과시키면 석회수가 뿌옇게 흐려지므로, 이를 통해 이산화 탄소의 생성을 확인할 수 있습니다.



▲ 산화 구리(Ⅱ)와 탄소의 산화·환원 반응 실험 이미지

1-2] 철의 제련

산화 철(Ⅲ)이 주성분인 철광석과 코크스를 용광로에 함께 넣고 가열하면 순수한 철을 얻을 수 있습니다. 과정은 두 단계로 진행됩니다. 먼저 코크스(C)가 산소와 반응하여 일산화 탄소(CO)가 생성됩니다. 이어서 이 일산화 탄소가 산화 철(Ⅲ)과 반응하는데, 산화 철(Ⅲ)은 산소를 잃고 환원되어 순수한 철(Fe)이 되고, 일산화 탄소는 그 산소를 얻어 산화되면서 이산화 탄소(CO₂)로 바뀝니다.

1-3) 구리의 가열에 의한 산화·환원 반응

붉은색 구리판을 겉불꽃(산소가 충분한 바깥쪽 불꽃)에 넣으면 구리판이 검게 변합니다. 이는 구리가 산소를 얻어 검은색 산화 구리(Ⅱ)로 산화되었기 때문이며, 이때 산소는 환원됩니다. 산화 구리(Ⅱ)의 질량은 구리에 결합한 산소의 질량만큼 늘어나므로, 반응 후 구리판의 전체 질량은 증가합니다.

가열된 구리판을 속불꽃(산소 공급이 원활하지 않아 불완전 연소가 일어나는 안쪽 불꽃)에 넣으면 검은색 구리판이 다시 붉게 변합니다. 이는 산화 구리(Ⅱ)가 산소를 잃고 구리로 환원되었기 때문이며, 이때 속불꽃의 일산화 탄소가 그 산소를 얻어 이산화 탄소가 산화됩니다. 환원 과정에서 산화 구리(Ⅱ)는 결합하고 있던 산소를 잃으므로, 반응 후 구리판의 질량은 감소합니다.



▲구리판을 겉불꽃에 넣었을 때



▲구리판을 속불꽃에 넣었을 때

산화·환원 반응의 과정

[$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$] : 1-1) 산화 구리(Ⅱ)와 탄소의 산화·환원 반응 참조.

- C는 산소를 얻고 산화되어 CO_2 가 된다.
- 2CuO 는 산소를 잃고 환원되어 2Cu 가 된다.

[$2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$] : 코크스의 산화, 1-2) 철의 제련 참조.

- 2C 는 산소를 얻고 산화되어 2CO 가 된다.

[$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$] : 산화 철(Ⅲ)의 환원, 1-2) 철의 제련 참조..

- Fe_2O_3 는 산소를 잃고 환원되어 2Fe 가 된다.
- 3CO 는 산소를 얻고 산화되어 3CO_2 가 된다.

2) 전자의 이동과 산화·환원 반응

전자를 기준으로 할 때, 산화는 물질이 전자를 잃는 반응이고 환원은 물질이 전자를 얻는 반응입니다. 두 기준은 서로 어긋나는 것이 아니라 같은 현상을 다르게 표현한 것입니다. 산소는 다른 원자의 전자를 강하게 끌어당기므로, 어떤 물질이 산소를 얻는다는 것은 곧 그 물질이 전자를 잃는다는 뜻이기 때문입니다. 다만 '얻는다'와 '잃는다'가 기준에 따라 반대로 붙으므로, 표현을 혼동하지 않도록 주의합니다.

2-1) 황산 구리(Ⅱ) 수용액과 아연의 반응

푸른색 황산 구리(Ⅱ) 수용액에 아연(Zn)판을 넣으면, 아연은 수용액 속 구리 이온과 반응하여 전자를 잃고 아연 이온(Zn^{2+})으로 산화되어 용액에 녹아 들어갑니다. 반면 구리 이온(Cu^{2+})은 아연이 잃은 전자를 얻어 구리(Cu)로 환원되어 아연판 표면에 붉은색으로 석출됩니다. 용액 속 구리 이온이 줄어들므로 푸른색이 점차 없어집니다.

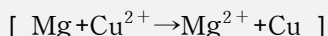
2-2) 질산 은 수용액과 구리의 반응

무색의 질산 은($AgNO_3$) 수용액에 구리줄을 넣으면 산화·환원 반응이 일어난다. 구리는 전자를 잃고 구리 이온(Cu^{2+})으로 산화되어 용액 속에 녹아 들어가고, 이때 용액은 점차 푸른색을 띠다. 한편 은 이온(Ag^+)은 구리가 잃은 전자를 얻어 은(Ag)으로 환원되어 구리줄 표면에 석출된다.

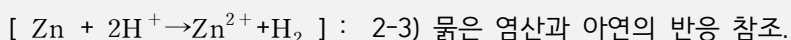
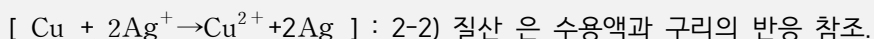
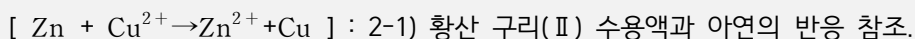
2-3) 묽은 염산과 아연의 반응

묽은 염산(HCl)에 아연판을 넣으면 산화·환원 반응이 일어난다. 아연은 전자를 잃고 아연 이온(Zn^{2+})으로 산화되어 용액 속에 녹아 들어가고, 용액 속 수소 이온(H^+)은 아연이 잃은 전자를 얻어 수소 기체(H_2)로 환원되어 기포로 발생한다.

산화·환원 반응의 과정



- Mg는 전자를 잃고 산화되어 Mg^{2+} 가 된다.
- Cu^{2+} 는 전자를 얻고 환원되어 Cu가 된다.



산화·환원 반응의 동시성

전자를 기준으로 보면 이 사실은 분명하다. 전자는 새로 생기거나 사라지지 않으므로, 어떤 물질이 전자를 얻었다면 그 전자를 잃은 물질이 반드시 존재하기 때문이다. 산소를 기준으로 할 때는, 산소가 한 물질에서 다른 물질로 옮겨 가는 반응에서 이를 확인 할 수 있다. $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$ 에서 산화 구리(II)가 잃은 산소를 탄소가 그대로 얻는 것이 그 예이다. 다만 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ 처럼 산소 기체가 직접 결합하는 반응에서는 산소를 잃는 물질을 지목할 수 없으므로, 이런 경우에는 전자를 기준으로 판단해야 한다.

3. 우리 주변의 산화 환원 반응

1) 광합성과 세포 호흡

광합성과 세포 호흡은 서로 반대 방향의 산화·환원 반응입니다.

광합성에서 이산화 탄소는 산소를 잃고 환원되어 포도당이 되고, 물은 전자를 잃고 산화되어 산소 기체로 방출됩니다. 여기서 물 쪽을 전자 기준으로 설명하는 이유는, 산소 기체가 만들어 지는 변화를 산소의 이동만으로는 설명할 수 없기 때문입니다.

세포 호흡에서는 반대 방향의 변화가 일어납니다. 포도당은 산소를 얻어 산화되면서 이산화 탄소가 되고, 산소 기체는 전자를 얻어 환원되어 물이 됩니다. 이 과정에서 방출되는 에너지는 생명 현상을 유지하는 데 사용됩니다.

세포 호흡에서는 그 역방향이 일어납니다. 포도당의 탄소 원자는 산소를 얻어 산화되면서 이산화 탄소가 되고, 산소 기체의 산소 원자는 산소를 잃고 환원되어 물이 됩니다. 이 과정에서 방출되는 에너지는 생명 현상을 유지하는 데 사용됩니다.

2) 화석 연료의 연소 반응

석탄·석유·천연가스 등 화석 연료가 연소하면 이산화 탄소와 물이 생성됩니다.

도시가스의 주성분인 메테인은 공기 중 산소와 빠르게 반응하여 산화되고, 산소는 환원됩니다. 이 과정에서 이산화 탄소와 물이 생성되는 동시에 많은 열과 빛이 방출되며, 이를 에너지원으로 활용합니다.

3) 수소 연료 전지

수소 연료 전지에서는 수소가 전자를 잃고 산화되고, 그 전자가 도선을 따라 이동하면서 전류가 흐릅니다. 도선을 따라 이동한 전자를 산소가 얻어 환원되며, 이때 수소와 산소가 결합하여 물이 생성됩니다. 물질의 화학 에너지가 전기 에너지로 전환되는 과정으로, 생성물이 물뿐이어서 수소 자동차와 우주선 등에 활용됩니다.

4) 철의 부식

수분이 있는 환경에서 철이 공기 중 산소와 결합하여 산화되는 현상입니다. 이 과정에서 표면에 붉은 녹이 생성됩니다. 이를 방지하기 위해서는 철이 공기 중의 산소, 수분과 접촉하는 것을 막아야 합니다. 이러한 방법에는 철 표면에 페인트나 기름을 칠하는 것 등이 있습니다.

일상생활 속 산화·환원 반응

과일의 갈변: 과일을 자르면 과육이 공기 중 산소와 접촉하여 산화되면서 갈색으로 변하는 현상이다. 레몬즙을 뿌리면 갈변이 억제되는데, 이는 레몬즙에 들어 있는 비타민 C가 과육의 성분보다 쉽게 산화되어 산소와 먼저 반응하므로, 과육이 산화되는 것을 늦추기 때문이다.

섬유 표백: 표백제의 강한 산화력을 이용해 섬유의 색소를 산화시켜 탈색하는 과정이다. 염소계 표백제와 산소계 표백제 모두 이 원리로 작동한다.

반딧불이의 불빛: 루시페린이라는 물질이 산소에 의해 산화되는 과정에서 에너지가 빛으로 방출되는 현상이다. 열 없이 빛만 방출되어 냉광(冷光)이라고도 한다.

일회용 손난로: 철 가루가 공기 중 산소 및 수분과 반응하여 산화철이 되는 과정에서 열 에너지를 방출하는 원리를 이용한다. 철의 부식과 동일한 반응이지만, 철 가루를 사용해 표면적을 극대화함으로써 반응 속도를 빠르게 한 것이다.

Theme 4 : 빈칸 채우기 문제

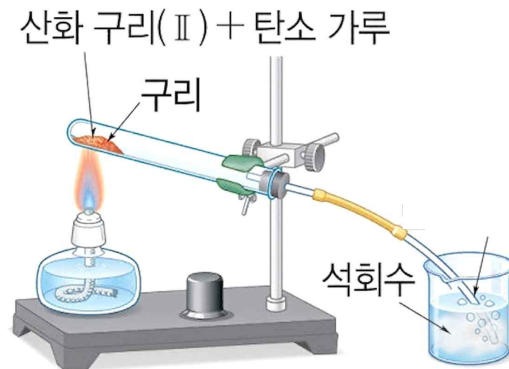
1. 자연 상태의 철은 순수한 금속이 아니라 산소와 결합한 ()의 형태로 매장되어 있으며, 제련 기술의 발달로 인류는 청동기 시대에서 () 시대로 도약하였다.
2. 산소를 기준으로 할 때, 물질이 산소를 얻는 반응을 (), 산소를 잃는 반응을 ()라고 한다.
3. 산화 구리(Ⅱ)와 탄소 가루를 섞어 가열하면, 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃고 () 되어 붉은색 () (으)로 바뀌고, 탄소는 산소를 얻어 () 된다.
4. 철의 제련에서 코크스가 산소와 반응하여 생성된 ()은/는 산화 철(Ⅲ)과 반응 하는데, 이때 산화 철(Ⅲ)은 산소를 잃고 ()되어 순수한 철이 된다.
5. 붉은색 구리판을 ()에 넣으면 구리가 산소를 얻어 검은색 산화 구리(Ⅱ)로 산화되며, 결합한 산소의 질량만큼 구리판의 전체 질량은 ()한다.
6. 전자를 기준으로 할 때, 물질이 전자를 () 반응을 산화, 전자를 () 반응을 환원이라고 한다. 어떤 물질이 산소를 얻는다는 것은 곧 그 물질이 전자를 ()는 것과 같다.
7. 푸른색 황산 구리(Ⅱ) 수용액에 아연판을 넣으면 아연은 전자를 잃고 ()으로 산화되어 용액에 녹아 들어가고, 구리 이온은 그 전자를 얻어 구리로 환원되어 아연판 표면에 ()된다. 용액 속 구리 이온이 줄어들므로 푸른색이 점차 옅어진다.
8. 어떤 물질이 전자를 얻으려면 전자를 잃는 물질이 반드시 있어야 하므로, 산화와 환원은 항상 ()에 일어난다.
9. 광합성과 세포 호흡은 서로 () 방향의 산화·환원 반응이다. 세포 호흡에서 포도당은 산소를 얻어 ()되고, 산소 기체는 ()를 얻어 환원되어 물이 된다.
10. 수분이 있는 환경에서 철이 공기 중 산소와 결합하여 산화되는 현상을 철의 () (이)라 하며, 이를 막으려면 철 표면에 () (이)나 기름을 칠하여 산소·수분과의 접촉을 차단한다.

정답: 1. 산화 철(Ⅲ), 철기 2. 산화, 환원 3. 환원, 구리, 산화 4. 일산화탄소, 환원 5. 겹볼록, 증가
6. 잃는, 얻는, 잃 7. 아연 이온(Zn^{2+}), 석출 8. 동시 9. 반대, 산화, 전자 10. 부식, 페인트

Theme 4 : 실전 적용 문제

25

다음은 산화 구리(Ⅱ)와 탄소의 반응을 관찰하기 위한 실험이다.



학생 A : 산화 구리(Ⅱ)는 산소를 잃었으므로 환원되었어.

학생 B : 탄소는 산소를 얻었으므로 환원되었어.

학생 C : 실험에서 석회수는 이산화 탄소에 의해 뿌옇게 돼.

이에 대해 제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② B
- ③ A, C
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 4 : 실전 적용 문제

26 다음은 구리(Ⅱ)와 관련된 실험이다.



학생 A : 겉불꽃에 넣으면 구리가 산화되어 검은색 산화 구리(Ⅱ)가 돼.

학생 B : 겉불꽃에서 산소는 전자를 잃고 산화돼.

학생 C : 속불꽃에 넣으면 구리판의 질량이 증가해.

이에 대해 제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ A, C
- ⑤ B, C

Theme 4 : 실전 적용 문제

2015년 고1 11월

화학 I 5번

27

그림은 천연가스를 연소시켜 물을 끓이는 모습을 나타낸 것이다.



천연가스의 연소 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 에너지가 방출된다.
- ㄴ. 천연가스가 산화된다.
- ㄷ. 온실 기체가 발생한다.

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

Theme 4 : 실전 적용 문제

2023년 고1 11월

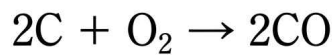
통합과학 10번

28

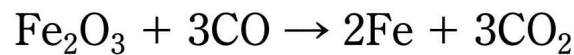
다음은 철의 제련 과정에서 일어나는 반응 (가)와 (나)에 대한

자료이다.

(가) 코크스(C)가 연소하여 일산화 탄소(CO)를 생성한다.



(나) 산화 철(Fe_2O_3)이 CO와 반응하여 철(Fe)과 이산화 탄소(CO_2)를 생성한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)에서 C는 산화된다.
- ㄴ. (나)에서 Fe_2O_3 은 환원된다.
- ㄷ. (나)에서 전자의 이동이 일어난다.

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

Theme 4 : 실전 적용 문제

2020년 고2 3월

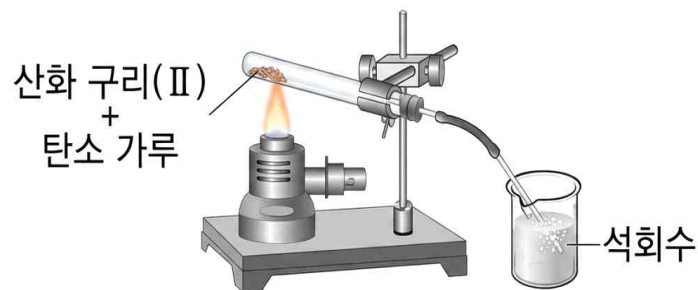
화학 I 12번

29

다음은 구리와 관련된 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

그림과 같이 시험관에 산화 구리(II)와 탄소 가루를 넣고 가열하였더니, 구리가 생성되고 석회수가 뿌옇게 흐려졌다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 산화 구리(II)는 산소를 잃는다.
- ㄴ. 반응 과정에서 이산화 탄소가 발생한다.
- ㄷ. 시험관 속 물질의 질량은 반응 후가 반응 전보다 크다.

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

Theme 4 : 실전 적용 문제

2016년 고1 11월

화학 6번

30

다음은 어떤 학생이 작성한 실험 보고서의 일부이다.

[실험 목적]

○ ㉠ 이/가 ㉡ 에 미치는 영향을 확인한다.

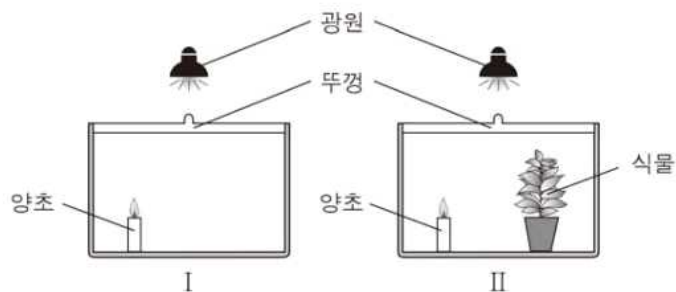
[실험 과정]

(가) 동일한 투명 용기 I, II에 각각 동일한 양초를 넣고, II에는 식물을 추가로 넣는다.

(나) 동일한 광원으로 I, II를 비춘다.

(다) 각각의 양초에 불을 붙인 후 동시에 뚜껑을 닫아 밀폐시킨다.

(라) 양초가 꺼질 때까지 걸린 시간을 측정한다.



[실험 결과]

○ 양초가 꺼질 때까지 걸린 시간은 II에서가 I에서보다 길었다.

다음 중 ㉠과 ㉡으로 가장 적절한 것은?

- | | ㉠ | ㉡ |
|---|---------|-----------|
| ① | 식물의 크기 | 양초의 연소 시간 |
| ② | 양초의 연소 | 식물의 생장 속도 |
| ③ | 양초의 크기 | 식물의 광합성량 |
| ④ | 용기의 재질 | 식물의 생장 속도 |
| ⑤ | 식물의 광합성 | 양초의 연소 시간 |

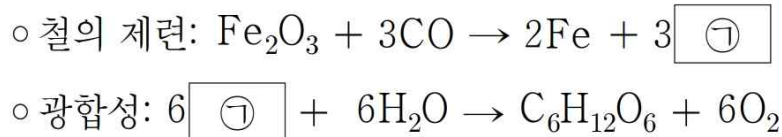
Theme 4 : 실전 적용 문제

2024년 고1 10월

통합과학 16번

31

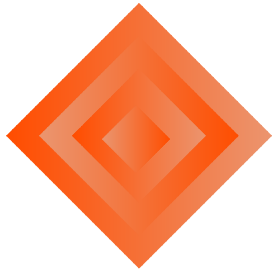
다음은 지구와 생명의 역사에 변화를 가져온 화학 반응을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 CO_2 이다.
ㄴ. 철의 제련에서 Fe_2O_3 은 산화된다.
ㄷ. 광합성을 하는 생물의 출현으로 대기의 산소(O_2) 농도가 증가하였다.

- ① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



Theme 5 : 산과 염기의 중화 반응

1. 산과 염기

1-1) 산

물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질입니다.

산이 공통적으로 나타내는 성질을 산성이라 하며, 그 특징은 다음과 같습니다.

- 대부분 신맛이 납니다.
- 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지므로, 수용액 상태에서 전류가 흐릅니다.
- 지시약에 대해 공통적인 색 변화를 보입니다.

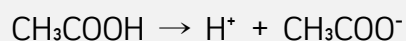
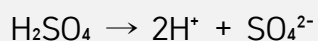
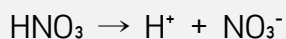
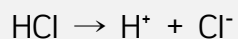
지시약	산성에서의 색 변화
푸른색 리트머스 종이	붉은색으로 변함
붉은색 리트머스 종이	변화 없음
페놀프탈레인 용액	무색(변화 없음)
메틸 오렌지 용액	붉은색
BTB 용액	노란색

- 대부분의 금속과 반응하여 수소 기체(H_2)를 발생시킵니다.
- 탄산 칼슘(달걀 껍데기, 대리석의 주성분)과 반응하여 이산화 탄소 기체(CO_2)를 발생시킵니다.

1-2) 산의 이온화: 산이 수용액에서 수소 이온(H^+)과 음이온으로 나누어지는 것이다. 산 수용액에는 공통적으로 수소 이온(H^+)이 들어 있으며, 산성은 이 수소 이온 때문에 나타납니다. 음이온은 산의 종류에 따라 다르므로, 산마다 다른 개별적인 성질은 음이온이 결정합니다.

1-3) 산의 종류: 염화 수소(HCl), 질산(HNO_3), 아세트산(CH_3COOH), 황산(H_2SO_4) 등
산이 들어 있어 산성을 띠는 물질: 탄산음료, 과일, 식초, 김치, 아스피린(해열제), 비타민 C 등

산의 이온화 반응식



→ 산의 종류는 달라도 공통으로 H^+ 가 생성된다. 산성은 이 수소 이온 때문에 나타난다.

2-1) 염기

물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질입니다.

염기가 공통적으로 나타내는 성질을 염기성이라 하며, 그 특징은 다음과 같습니다.

- 대부분 쓴맛이 납니다.
- 물에 녹아 양이온과 음이온으로 나누어지므로, 수용액 상태에서 전류가 흐릅니다.
- 지시약에 대해 공통적인 색 변화를 보입니다.

지시약	염기성에서의 색 변화
푸른색 리트머스 종이	변화 없음
붉은색 리트머스 종이	푸른색으로 변함
페놀프탈레인 용액	붉은색으로 변함
메틸 오렌지 용액	노란색
BTB 용액	파란색

- 단백질을 녹이는 성질이 있어 손으로 만지면 미끌미끌합니다.

2-2) **염기의 이온화**: 염기가 수용액에서 양이온과 수산화 이온(OH⁻)으로 나누어지는 것입니다. 염기 수용액에는 공통적으로 수산화 이온(OH⁻)이 들어 있으며, **염기성은 이 수산화 이온 때문에 나타납니다**. 양이온은 염기의 종류에 따라 다르므로, 염기마다 다른 개별적인 성질은 양이온이 결정합니다.

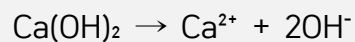
2-3) **염기의 종류**: 수산화 나트륨(NaOH), 수산화 칼륨(KOH), 수산화 칼슘(Ca(OH)₂) 등 염기성을 띠는 물질: 비누, 치약, 세제, 제빵 소다, 제산제 등

암모니아가 염기인 까닭

암모니아(NH₃)는 분자 안에 OH를 포함하지 않지만, 물에 녹으면서 물로부터 H⁺를 받아 수산화 이온(OH⁻)을 생성하므로 염기이다.

(화학식: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$)

염기의 이온화 반응식



→ 염기의 종류는 달라도 공통으로 OH⁻가 생성된다. 염기성은 이 수산화 이온 때문에 나타난다.

2. 지시약

용액의 액성을 구별하기 위해 사용하는 물질이다. 액성이란 용액이 나타내는 성질로, 산성·중성·염기성으로 구분한다. 지시약은 용액 속 수소 이온(H^+)이나 수산화 이온(OH^-)의 양에 따라 색이 달라지므로, 색 변화를 통해 용액의 액성을 판별할 수 있습니다.

지시약	산성	중성	염기성
리트머스 종이	붉은색	-	푸른색
페놀프탈레인 용액	무색	무색	빨간색
메틸 오렌지 용액	빨간색	노란색	노란색
BTB 용액	노란색	초록색	파란색

지시약마다의 구별 가능한 액성의 차이

지시약마다 구별할 수 있는 액성이 다르다. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성이 모두 무색 이어서 둘을 구별할 수 없고, 메틸 오렌지 용액은 중성과 염기성이 모두 노란색이어서 둘을 구별할 수 없다. 반면 BTB 용액은 세 액성에서 모두 다른 색을 띠므로, 산성·중성·염기성을 모두 구별할 수 있다.

▼ 산성과 염기성을 나타내는 이온의 확인

[산성을 나타내는 이온의 확인]

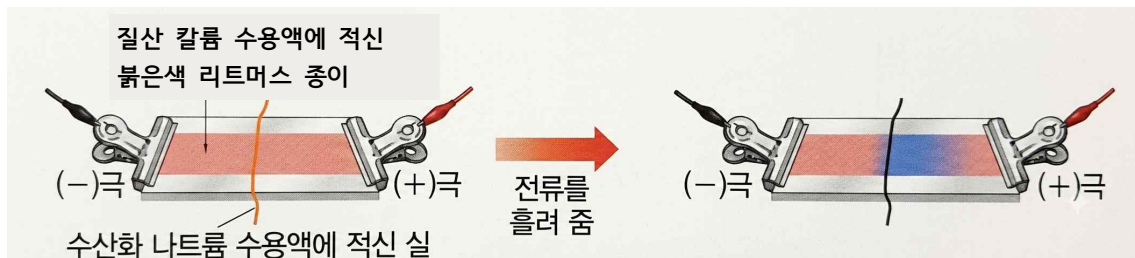


[실험] 질산 칼륨 수용액에 적신 푸른색 리트머스 종이의 가운데에 묽은 염산에 적신 실을 올려놓고 전류를 흘려 준다.

[결과] 푸른색 리트머스 종이가 실에서부터 (-)극 쪽으로 붉게 변한다.

[해석] 산성을 나타내는 입자가 (-)극 쪽으로 이동했으므로, 이 입자는 양전하를 띤 양이온임을 알 수 있다. 묽은 황산이나 아세트산 수용액에 적신 실로 실험해도 같은 결과가 나타나므로, 이 양이온은 산의 종류와 관계없이 모든 산 수용액에 공통으로 들어 있는 입자이다. 산이 이온화할 때 공통으로 생성되는 양이온은 수소 이온(H^+)이므로, 산성은 H^+ 때문에 나타남을 확인할 수 있다.

[염기성을 나타내는 이온의 확인]



[실험] 질산 칼륨 수용액에 적신 붉은색 리트머스 종이의 가운데에 수산화 나트륨 수용액에 적신 실을 올려놓고 전류를 흘려 준다.

[결과] 붉은색 리트머스 종이가 실에서부터 (+)극 쪽으로 푸르게 변한다.

[해석] 염기성을 나타내는 입자가 (+)극 쪽으로 이동했으므로, 이 입자는 음전하를 띤다는 것을 알 수 있다. 즉, 음이온인 수산화 이온(OH^-)이 (+)극 쪽으로 이동하면서 리트머스 종이를 푸르게 변화시킨 것이다. 수산화 칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 바륨($Ba(OH)_2$), 수산화 칼륨(KOH) 수용액 등으로 실험해도 같은 결과가 나타난다. 염기의 종류가 달라도 염기 수용액에는 수산화 이온(OH^-)이 공통적으로 들어 있기 때문이며, 이를 통해 염기성은 OH^- 때문에 나타남을 확인할 수 있다.

Theme 5 : 빈칸 채우기 문제

1. 산은 물에 녹아 () 이온을 내놓는 물질이고, 염기는 물에 녹아 양이온과 () 이온으로 나누어지는 물질이다.
2. 고체 상태의 수산화 나트륨은 전류가 흐르지 않지만 그 수용액은 전류가 흐른다. 이는 물에 녹아 ()과 ()으로 나누어지기 때문이다.
3. 염화 수소는 물에 녹아 $\text{HCl} \rightarrow () + \text{Cl}^-$ 로 이온화하고, 수산화 칼슘은 $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + ()$ 으로 이온화한다.
4. 산 수용액에 공통적으로 들어 있는 이온은 ()이므로 산의 공통 성질은 이 이온 때문에 나타나며, 산의 종류에 따라 다른 개별적인 성질은 ()이 결정한다.
5. 염기 수용액에 공통적으로 들어 있는 이온은 ()이므로 염기의 공통 성질은 이 이온 때문에 나타나며, 염기의 종류에 따라 다른 개별적인 성질은 ()이 결정한다.
6. 암모니아(NH_3)는 분자 안에 OH를 포함하지 않지만, 물에 녹으면 물과 반응하여 ()을 내놓으므로 염기이다.
7. 수산화 나트륨 수용액에 적신 실을 올린 붉은색 리트머스 종이에 전류를 흘려 주면, 종이가 실에서부터 ()극 쪽으로 푸르게 변한다. 이는 음전하를 띠는 ()이 이동하기 때문이다.
8. 용액이 나타내는 성질을 ()이라 하며, 산성·중성·염기성으로 구분한다. 이를 구별하기 위해 사용하는 물질이 ()이다.
9. 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성에서 모두 ()이어서 둘을 구별할 수 없고, 메틸 오렌지 용액은 중성과 염기성에서 모두 ()을 띠어 둘을 구별할 수 없다.
10. BTB 용액은 산성에서 노란색, 중성에서 (), 염기성에서 파란색을 띠므로, 네 지시약 중 유일하게 ()을 모두 구별할 수 있다.

정답: 1. 수소(H^+), 수산화(OH^-) 2. 양이온, 음이온 3. H^+ , 2OH^- 4. 수소 이온(H^+), 음이온

5. 수산화 이온(OH^-), 양이온 6. 수산화 이온(OH^-) 7. (+), 수산화 이온(OH^-) 8. 액성, 지시약

9. 무색, 노란색 10. 초록색, 산성·중성·염기성

Theme 5 : 실전 적용 문제

32

다음은 서로 다른 용액 ㉠, ㉡에 지시약을 떨어뜨려 색 변화를 확인하는 실험의 결과이다.

<실험 결과>

- ㉠: 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시켰다.
- ㉡: 페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시켰다.

이에 대해 제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- 학생 A : ㉠은 산성이야.
학생 B : ㉡에는 수산화 이온(OH^-)이 들어 있어.
학생 C : ㉠에 BTB 용액을 떨어뜨리면 파란색이 될 거야.

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 5 : 실전 적용 문제

2019년 고2 3월

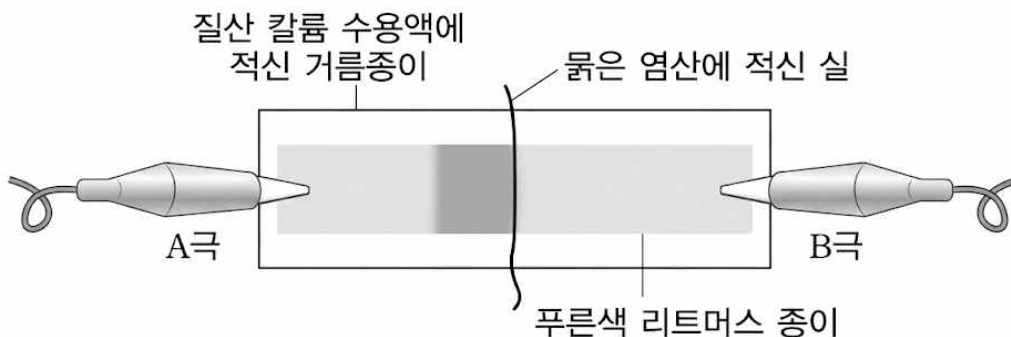
화학 I 11번

33

다음은 묽은 염산(HCl)의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

질산 칼륨(KNO_3) 수용액에 적신 거름종이 위에 푸른색 리트머스 종지와 묽은 염산에 적신 싯을 올려놓고 전원을 연결하였더니, 그림과 같이 싯에서부터 A극 쪽으로 붉게 변해갔다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

학생 A : 질산 칼륨 수용액은 전기 전도성이 있다.

학생 B : 리트머스 종지가 붉게 변하는 것은 염화 이온(Cl^-) 때문이다.

학생 C : A극은 (-)극이다.

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

Theme 5 : 실전 적용 문제

2020년 고2 3월

화학 I 15번

34

다음은 산과 염기의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 식초, 비눗물, 묽은 염산, 암모니아수를 각각 준비한다.
 (나) 각 용액에 BTB 용액을 1~2방울씩 넣고 색 변화를 관찰한다.
 (다) 각 용액에 탄산 칼슘을 넣고 변화를 관찰한다.

[실험 결과]

용액	(나)에서 용액의 색 변화	(다)에서 기체 발생 여부
식초	노란색	발생함
비눗물	푸른색	발생하지 않음
묽은 염산	㉠	발생함
암모니아수	푸른색	발생하지 않음

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. '노란색'은 ㉠으로 적절하다.
 ㄴ. 비눗물에는 수산화 이온(OH^-)이 존재한다.
 ㄷ. 식초와 암모니아수는 모두 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ
 ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ
 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 5 : 실전 적용 문제

2023년 고2 3월

화학 I 15번

35

다음은 식초의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 비커에 식초를 넣고 푸른색 리트머스 종이를 대 본 후 색 변화를 관찰한다.

(나) (가)의 식초에 달걀을 넣고 관찰한다.

[실험 결과]

- (가)에서 푸른색 리트머스 종이가 ㉠
- (나)에서 달걀 껍데기 표면에 기포가 발생하였다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. '붉은색으로 변하였다.'는 ㉠으로 적절하다.
- ㄴ. 식초에는 H^+ 이 들어있다.
- ㄷ. (나)에서 발생한 기체는 수소(H_2)이다.

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

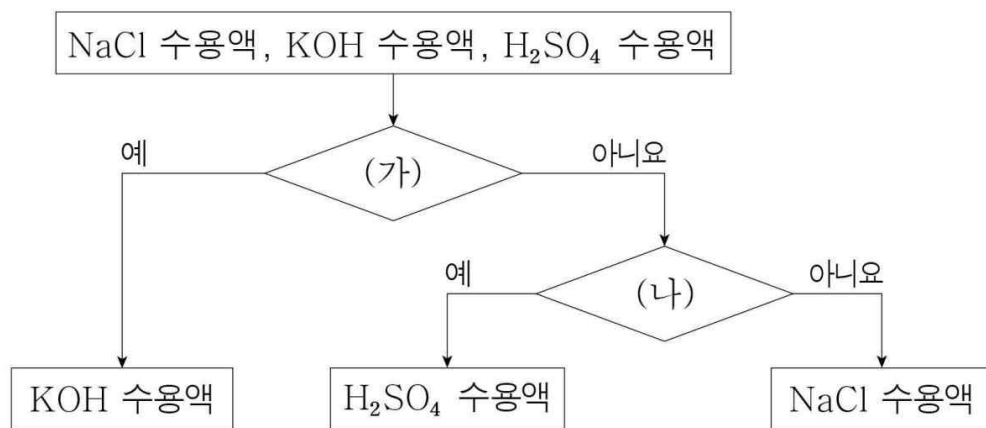
Theme 5 : 실전 적용 문제

2021년 고2 3월

화학 I 9번

36

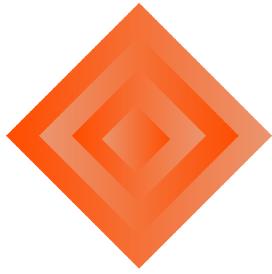
그림은 3가지 수용액을 기준 (가)와 (나)에 따라 분류한 것이다.



(가)와 (나)로 적절한 것을 옳게 고른 것은?

- ㄱ. 전기 전도성이 있는가?
- ㄴ. 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 붉게 변하는가?
- ㄷ. 탄산 칼슘을 넣으면 이산화 탄소 기체가 발생하는가?

	(가)	(나)
①	ㄱ	ㄴ
②	ㄱ	ㄷ
③	ㄴ	ㄱ
④	ㄴ	ㄷ
⑤	ㄷ	ㄱ



Theme 5 : 산과 염기의 중화 반응

3. 중화 반응

1) 중화 반응

산의 수소 이온(H^+)과 염기의 수산화 이온(OH^-)이 반응하여 물이 생성되는 반응이다.

산 + 염기 $\rightarrow$ 물 + 염 (+ 중화열)

수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)은 1 : 1의 개수비로 반응하여 물(H_2O)을 생성한다.

2) 염과 구경꾼 이온

중화 반응에서 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합하여 생긴 물질을 염이라 한다.

다만 염화 나트륨처럼 물에 잘 녹는 염은 수용액 속에서 결합하지 않고 이온 상태로 흩어져 있다. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액을 섞으면 염화 이온(Cl^-)과 나트륨 이온(Na^+)은 반응에 참여하지 않고 그대로 남아 있는데, 이처럼 반응에 참여하지 않는 이온을 구경꾼 이온이라 한다. 이 혼합 용액을 가열하여 물을 증발시키면 두 이온이 결합한 염화 나트륨($NaCl$)을 고체로 얻을 수 있다.

3) 중화열과 온도 변화

중화열: 중화 반응이 일어날 때 발생하는 열로, 반응하는 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)의 수가 많을수록 많이 발생한다. 일정량의 산(염기) 수용액에 온도가 같은 염기(산) 수용액을 조금씩 넣을 때, 용액의 온도는 다음과 같이 변한다.

중화점 이전: 중화 반응이 일어나 중화열이 발생하므로, 용액의 온도가 점점 높아진다.

중화점: 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)이 모두 반응하여, 그때까지 발생한 중화열의 총량이 최대가 되는 지점이다. 따라서 용액의 온도가 가장 높다.

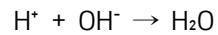
중화점 이후: 중화 반응이 더 이상 일어나지 않고, 처음과 같은 온도의 염기(산) 수용액만 계속 가해지므로 용액의 온도가 점점 낮아진다.

4) 입자 수의 변화: 중화 반응에서 생성된 물 분자 수는 처음에는 증가하다가, 중화점 이후부터는 일정해진다. 용액 속 총 이온 수는 처음에는 일정하다가, 중화점 이후부터 증가한다.

5) 중화 반응의 양적 관계와 혼합 용액의 액성

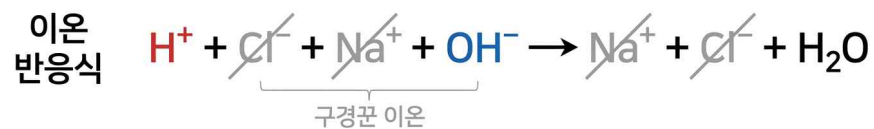
: 산과 염기가 완전히 중화되려면, 산이 내놓은 수소 이온(H^+)의 수와 염기가 내놓은 수산화 이온(OH^-)의 수가 같아야 한다. 혼합하는 수용액 속 수소 이온과 수산화 이온의 수에 따라, 중화 반응 후 혼합 용액의 액성이 달라진다.

물은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응을 이온 반응식으로 나타내면 아래와 같다.
 산이 내놓은 이온과 염기가 내놓은 이온 중 실제로 반응하는 것은 H^+ 과 OH^- 뿐이고, 구경꾼
 이온인 Cl^- 과 Na^+ 은 반응 전후에 그대로 남는다. 구경꾼 이온을 지우고 남는 식을 알짜 이온
 반응식이라 하며, 어떤 산과 어떤 염기를 섞어도 중화 반응의 알짜 이온 반응식은



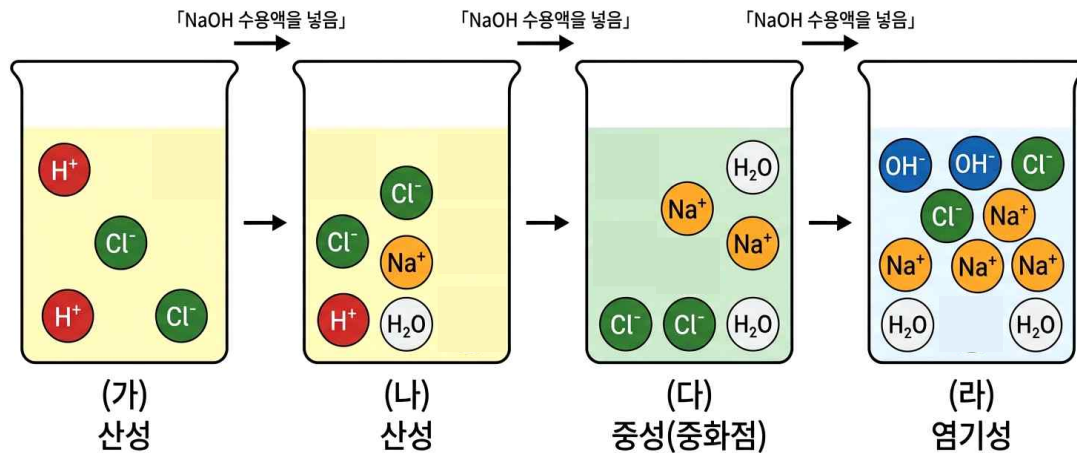
로 같다. 모든 중화 반응의 본질이 H^+ 과 OH^- 이 1 : 1의 개수비로 결합하여 물이 되는
 것이기 때문이다.

▼ 묶은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응식



일정량의 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 조금씩 넣을 때의 변화를 이온 모형으로 나타내면 아래와 같다. 모형에는 중화 반응으로 생성된 물 분자만 나타냈고, 용매인 물은 나타내지 않았다.

▼ 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 넣을 때의 이온 모형



1. (가) 반응 전의 묽은 염산에는 H^+ 2개와 Cl^- 2개가 들어 있다.
2. (나) OH^- 1개가 들어오면 H^+ 1개와 반응하여 물 분자 1개가 생성된다.
아직 H^+ 1개가 남아 있으므로 혼합 용액은 산성이다.
3. (다) 넣어 준 OH^- 이 모두 2개가 되면 H^+ 2개가 남김없이 반응한다. 남은 H^+ 도 OH^- 도 없으므로 용액은 중성이며, 이 지점이 중화점이다.
4. (라) 중화점 이후에 들어온 OH^- 2개는 반응할 H^+ 이 없어 그대로 남으므로, 용액은 염기성이다.

모형의 이온 수를 세어 보면 4)에서 다룬 변화가 그대로 확인된다. (가)~(다)에서 총 이온 수는 4개로 일정한데, OH^- 1개가 들어올 때마다 H^+ 1개가 물이 되어 사라지고 그 자리를 구경꾼 이온인 Na^+ 1개가 채우기 때문이다. 중화점을 지나면 넣어 준 Na^+ 과 OH^- 이 모두 남으므로 (라)에서 총 이온 수는 8개로 증가한다. 물 분자 수는 0개 → 1개 → 2개로 늘어나다가 중화점 이후 2개로 일정하다.

한편 용액의 색은 BTB 용액을 넣었을 때의 색으로, 노란색 → 노란색 → 초록색 → 파란색으로 변한다. 용액이 초록색이 되는 순간이 곧 중화점이므로, 지시약의 색 변화로도 중화점을 확인할 수 있다.

혼합한 용액의 액성 판별

혼합하는 수용액 속 수소 이온과 수산화 이온의 수에 따라, 중화 반응 후 혼합 용액의 액성이 달라진다.

- H^+ 의 수 $>$ OH^- 의 수 $\rightarrow$ 반응 후 H^+ 이 남으므로 산성
- H^+ 의 수 $=$ OH^- 의 수 $\rightarrow$ 모두 반응하여 남는 것이 없으므로 중성 (중화점)
- H^+ 의 수 $<$ OH^- 의 수 $\rightarrow$ 반응 후 OH^- 이 남으므로 염기성
 $\rightarrow$ 액성은 반응 후 남은 이온이 무엇인지로 결정된다.

4. 일상생활 속의 중화 반응

1) 중화 반응의 이용 원리

중화 반응은 가정에서 산업 현장에 이르기까지 폭넓게 활용된다.

문제의 원인이 산성 물질일 때는 염기성 물질을, 염기성 물질일 때는 산성 물질을 사용하여 중화한다.

2) 중화 반응을 이용하는 다양한 예

[산성 원인 → 염기성 물질로 중화]

충치 예방: 입속 세균이 음식물을 분해하면 산성 물질이 생겨 치아를 상하게 하는데, 치약에 들어 있는 염기성 물질이 이를 중화하여 충치를 예방한다.

제산제 복용: 위산이 지나치게 분비되어 속이 쓰릴 때, 약한 염기성 물질이 들어 있는 제산제를 먹어 위산을 중화한다.

벌레 물린 데 약 바르기: 벌레의 독은 산성을 띠는 경우가 많으므로, 암모니아수처럼 염기성을 띠는 약을 발라 중화하면 붓기와 통증이 가라앉는다.

산성화된 토양·호수 중화: 석회 가루와 같은 염기성 물질을 뿌려 중화한다. 또는 산성화된 토양에 콩을 심어 중화하는데, 콩의 뿌리에 사는 뿌리혹박테리아가 공기 중의 질소를 이용하여 염기성을 띤 질소 화합물을 만들기 때문이다.

공장의 산성 기체 중화: 공장에서 발생한 기체를 대기로 배출하기 전에, 산성비를 유발하는 황산화물을 석회석·산화 칼슘 등의 염기성 물질로 중화한다.

[염기성 원인 → 산성 물질로 중화]

생선 비린내 줄이기: 생선 요리에 산성 물질인 레몬즙을 뿌려, 비린내의 원인인 염기성 물질을 중화한다.

산성 린스 사용: 비누는 염기성이어서 머리를 감으면 머리카락이 뽀뽀해지는데, 약한 산성인 린스를 쓰면 남아 있는 염기성 물질이 중화된다.

[pH 조절]

수영장 물 관리: 염소로 소독한 수영장 물에 염기를 넣어 pH를 조절한다.

Theme 5 : 빈칸 채우기 문제

1. 중화 반응은 산의 ()과 염기의 ()이 1 : 1의 개수비로 반응하여 물이 생성되는 반응이다.
2. 묽은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 중화 반응에서 Cl^- 과 Na^+ 처럼 실제 반응에 참여하지 않고 그대로 남아 있는 이온을 () 이온이라 한다. 이를 지우고 남은 식을 알짜 이온 반응식이라 하며, 어떤 산과 염기를 섞어도 이 식은 ()로 같다.
3. 중화 반응에서 산의 ()과 염기의 ()이 결합하여 생긴 물질을 염이라 한다. 염화 나트륨처럼 물에 잘 녹는 염은 수용액 속에서 이온 상태로 흩어져 있으므로, 혼합 용액을 가열하여 ()을 증발시켜야 고체로 얻을 수 있다.
4. 일정량의 산 수용액에 온도가 같은 염기 수용액을 조금씩 넣으면 중화열이 누적되어 ()까지 용액의 온도가 높아진다. 그 이후에는 중화 반응이 더 이상 일어나지 않고 처음과 같은 온도의 염기 수용액만 계속 가해지므로 온도가 점점 ().
5. 산 수용액에 BTB 용액을 넣으면 ()색을 띠는데, 염기 수용액을 조금씩 넣어 중화점에 이르면 ()색으로 변한다. 이처럼 중화점은 온도 변화뿐 아니라 ()의 색 변화로도 확인할 수 있다.
6. 산과 염기가 완전히 중화되려면 산이 내놓은 수소 이온의 수와 염기가 내놓은 수산화 이온의 수가 () 한다.
7. 섞은 두 수용액에서 산이 내놓은 H^+ 의 수가 염기가 내놓은 OH^- 의 수보다 많으면 혼합 용액은 ()을, 두 이온의 수가 같으면 ()을, H^+ 의 수가 더 적으면 ()을 띤다.

Theme 5 : 빈칸 채우기 문제

8. 묶은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 조금씩 넣을 때 생성되는 물 분자 수는 중화점까지 ()하다가, 중화점 이후에는 ()하다.
9. 위와 같이 넣을 때 중화점까지 용액 속 총 이온 수가 일정한 까닭은, OH^- 1개가 들어올 때마다 () 1개가 물이 되어 사라지고 그 자리를 구경꾼 이온인 () 1개가 채우기 때문이다. 중화점 이후에는 넣어 준 두 이온이 모두 남으므로 총 이온 수가 ()한다.
10. 생선 요리에 ()성 물질인 레몬즙을 뿌리는 것은 비린내의 원인이 ()성 물질이기 때문이며, 비누로 감은 머리에 산성 린스를 쓰는 것도 같은 원리이다.

정답: 1. 수소 이온(H^+), 수산화 이온(OH^-) 2. 구경꾼, $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 3. 음이온, 양이온, 물 4. 중화점, 낮아진다 5. 노란, 초록, 지시약 6. 같아야 7. 산성, 중성, 염기성 8. 증가, 일정 9. H^+ , Na^+ , 증가
10. 산, 염기

Theme 5 : 실전 적용 문제

2020년 고2 3월

화학 I 4번

37

다음은 학생 A가 형성 평가에 답한 내용이다.

[형성 평가]

※ 다음 중 중화 반응의 사례에 해당하는 것은 '○',
해당하지 않는 것은 '×'로 답하시오.

가. 속이 쓰릴 때 제산제를 먹는다. (○)

나. 산성화된 토양에 석회 가루를 뿌린다. (×)

다. 오랜 기간 방치한 자전거에 녹이 슬었다. (○)

학생 A가 옳게 답한 옳은 문항만을 있는 대로 고른 것은?

- ① 가
- ② 나
- ③ 다
- ④ 가, 나
- ⑤ 나, 다

Theme 5 : 실전 적용 문제

2021년 고1 11월

통합과학 10번

38

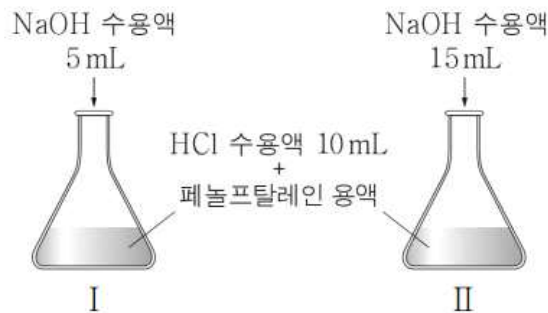
다음은 묽은 염산(HCl)의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) HCl 수용액, NaOH 수용액을 준비한다.

(나) 삼각 플라스크 I, II에 HCl 수용액을 각각 10 mL씩 넣은 후 페놀프탈레인 용액 2~3방울을 떨어뜨린다.

(다) 그림과 같이 I에는 NaOH 수용액 5 mL를, II에는 NaOH 수용액 15 mL를 각각 첨가한 후 혼합 용액을 만든다.



(라) I, II에 들어 있는 혼합 용액의 색을 관찰한다.

[실험 결과]

○ (라)에서 I에 들어 있는 혼합 용액은 무색이고, II에 들어 있는 혼합 용액은 붉은색이다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (다)에서 중화열이 발생한다.
- ㄴ. (다)에서 생성된 물의 양은 II에서보다 I에서가 많다.
- ㄷ. (라)에서 II에 들어 있는 혼합 용액은 산성이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄷ

⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 5 : 실전 적용 문제

2021년 고1 9월

화학 10번

39

표는 염산(HCl)과 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 부피만을

달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)를, 그림은 (가)의 이온 모형을 나타낸 것이다.

혼합 용액	(가)	(나)	(다)
HCl 수용액의 부피(mL)	5	10	15
NaOH 수용액의 부피(mL)	15	10	5



(가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 염기성이다.
 ㄴ. (나)에서 이온 수 비는 $\text{Na}^+:\text{Cl}^- = 1:1$ 이다.
 ㄷ. (다)에서 생성된 물의 양이 가장 많다.

- ① ㄱ
 ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ
 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 5 : 실전 적용 문제

2018년 고1 11월

통합과학 19번

40

표는 온도와 농도가 같은 염산과 수산화 나트륨 수용액의 부피를

다르게 하여 중화 반응 시켰을 때, 각 실험에서 혼합 용액의 최고 온도를 나타낸 것이다.

실험	(가)	(나)	(다)	(라)	(마)
염산의 부피(mL)	2	4	6	8	10
수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	10	8	6	4	2
혼합 용액의 최고 온도(°C)	27	29	31	29	27

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)의 혼합 용액은 염기성이다.
 ㄴ. 혼합 용액에 BTB 용액 몇 방울을 떨어뜨렸을 때, (나)의 혼합 용액과 (라)의 혼합 용액의 색이 같다.
 ㄷ. 생성된 물 분자의 수는 (다)에서가 (마)에서보다 많다.

- ① ㄱ
 ② ㄴ
 ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ
 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 5 : 실전 적용 문제

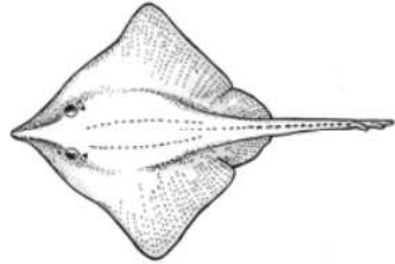
2010년 고1 9월

과학탐구 58번

41

다음은 전통 음식 '홍탁'의 유래에 관한 내용이다.

홍어는 요소를 밖으로 배출하지 않고 몸속에 저장한다. 홍어가 죽어 발효되는 과정에서 요소는 분해되어 암모니아로 바뀌고, 이것이 세균의 번식을 막아 부패를 방지한다.



따라서 홍어의 암모니아 자극을 줄이는데 안성맞춤인 것이 유기산 0.8%가 함유되어 있는 막걸리(탁주)이다. 이러한 이유로 홍어를 먹을 때 막걸리를 마시는 풍습이 오래 전부터 전래되어 '홍탁'이라는 이름이 붙게 되었다.

밑줄 친 부분과 같은 반응의 원리로 설명할 수 있는 현상만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 하수구를 세척할 때 강한 염기를 사용한다.
- ㄴ. 신 김치에 소다를 넣으면 신맛이 줄어든다.
- ㄷ. 위산 과다로 속이 쓰릴 때 제산제를 먹는다.

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

Theme 5 : 실전 적용 문제

2022년 고1 11월

통합과학 17번

42

다음은 중화 반응 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 온도와 농도가 같은 NaOH 수용액, HCl 수용액을 준비한다.
- (나) NaOH 수용액 10mL와 HCl 수용액 5mL를 혼합하여 만든 용액 I의 액성을 확인한다.
- (다) 용액 I에 HCl 수용액 5mL를 혼합하여 만든 용액 II의 액성을 확인한다.

[실험 결과]

○ 각 과정 후 혼합 용액의 액성

용액	I	II
액성	㉠	중성

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 염기성이다.
- ㄴ. (다)에서 중화열이 발생한다.
- ㄷ. (나)에서 생성된 물 분자의 수는 (다)에서 생성된 물 분자의 수보다 크다.

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

Theme 5 : 실전 적용 문제

2020년 고1 11월

통합과학 18번

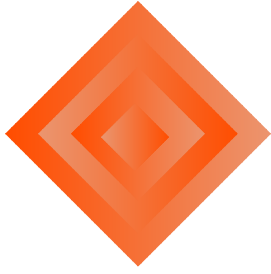
43 다음은 중화 반응 실험이다.

혼합 용액	혼합 전 수용액의 부피(mL)		액성
	A 수용액	B 수용액	
(가)	20	40	산성
(나)	40	20	
(다)	40	40	중성

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A는 NaOH이다.
 ㄴ. (나)에서 이온의 수는 $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$ 이다.
 ㄷ. 생성된 물 분자의 수는 (나)보다 (다)가 크다.

- ① ㄱ
 ② ㄴ
 ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ
 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



Theme 6 : 물질 변화에서 에너지 출입

1. 화학 반응에서의 에너지 출입

모든 물질은 고유한 화학 에너지를 가지고 있으며, 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물이 가진 화학 에너지의 총합은 서로 다르다. 따라서 반응이 진행되는 과정에서 그 차이만큼 에너지가 반드시 출입하며, 에너지를 방출하는지 흡수하는지에 따라 발열 반응과 흡열 반응으로 구분한다.

2. 발열 반응과 흡열 반응

2-1) 발열 반응

정의: 반응이 일어날 때 주위로 에너지를 방출하는 반응

에너지 관계: 반응물이 생성물로 되는 과정에서 에너지를 방출하므로,

발열 반응에서의 에너지 관계:
(반응물의 에너지 총합) > (생성물의 에너지 총합)

온도 변화: 방출된 에너지가 주위로 전달되어 주위의 온도가 높아진다.

예: 연소 반응, 금속과 산의 반응, 금속의 부식 반응, 산과 염기의 중화 반응,
상태 변화 (기체 → 액체 → 고체)

2-2) 흡열 반응

정의: 반응이 일어날 때 주위로부터 에너지를 흡수하는 반응

에너지 관계: 반응물이 생성물로 되는 과정에서 에너지를 흡수하므로,

흡열 반응에서의 에너지 관계:
(반응물의 에너지 총합) < (생성물의 에너지 총합)

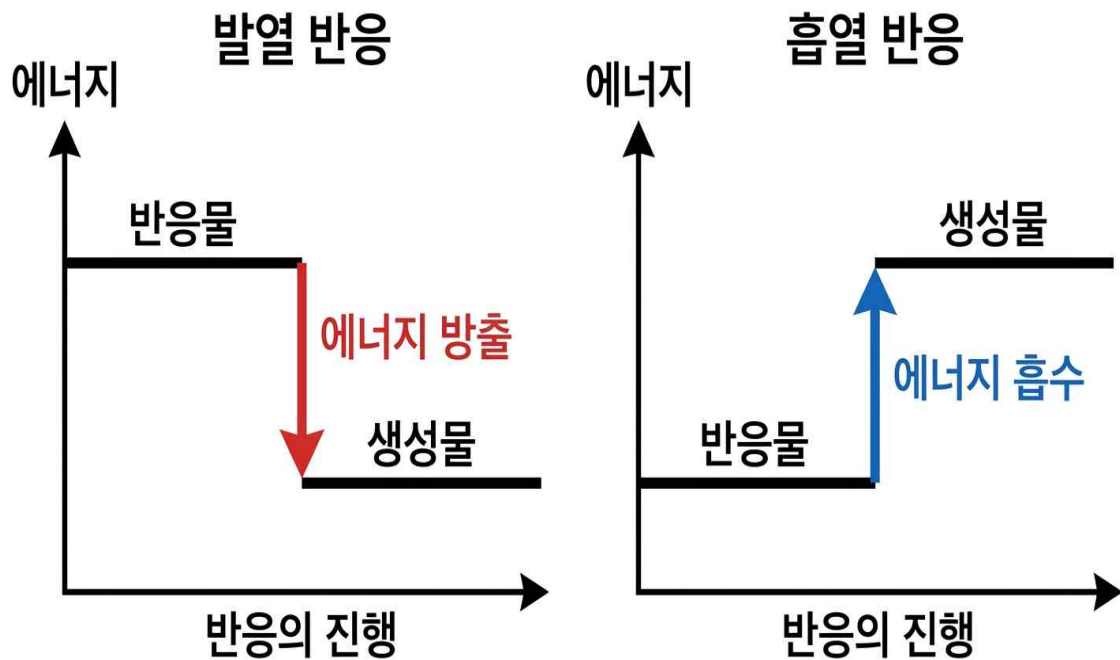
온도 변화: 주위의 에너지를 흡수하므로 주위의 온도가 낮아진다.

예: 광합성, 질산 암모늄의 용해, 탄산수소 나트륨의 열분해, 물의 전기 분해,
상태 변화(고체 → 액체 → 기체)

다만 광합성이 빛에너지를, 물의 전기 분해가 전기 에너지를 흡수하는 것처럼, 흡수하는 에너지가 항상 열의 형태인 것은 아니다.

발열 반응에서는 반응물의 에너지 총합이 생성물보다 크므로, 반응이 일어나면 그 차이만큼의 에너지가 주위로 방출된다. 반대로 흡열 반응에서는 생성물의 에너지 총합이 반응물보다 크므로, 그 차이만큼의 에너지를 주위로부터 흡수해야 한다.

▼ 발열 반응과 흡열 반응에서의 에너지 출입



3. 물질 변화에서 출입하는 열의 이용

상태 변화와 같은 물리 변화에서도 에너지의 출입이 일어난다.

물질이 액체에서 고체로(응고), 기체에서 액체로(액화), 기체에서 고체로(승화) 변할 때에는 열에너지를 방출하고, 반대로 고체에서 액체로(융해), 액체에서 기체로(기화), 고체에서 기체로(승화) 변할 때에는 열에너지를 흡수한다. 이러한 열의 출입은 일상생활과 산업의 여러 분야에서 이용된다.

3-1) 열에너지를 방출하는 경우 (발열)

- 커피 전문점에서는 수증기가 물로 액화할 때 방출하는 열에너지를 이용하여 우유를 데운다.
- 대기 중의 수증기가 응결하여 구름이 될 때에도 액화열이 방출되는데, 이 열은 태풍이 발달하는 에너지원이 된다.
- 이글루 안에 물을 뿌리면 물이 얼면서(응고) 방출하는 열에너지를 난방에 이용할 수 있다.
- 메테인, 뷰테인 등의 연료가 연소할 때 방출하는 열에너지를 요리나 난방에 이용한다.
- 과수원에서 개화 시기에 물을 뿌리면 물이 얼면서 열에너지를 방출하므로 작물의 냉해를 예방할 수 있다.
- 산화 칼슘이 물과 반응할 때 방출하는 열에너지를 이용하여, 열에 약한 구제역 바이러스를 제거한다.

3-2) 열에너지를 흡수하는 경우 (흡열)

- 아이스크림 포장에 넣은 드라이아이스가 승화하면서 열에너지를 흡수하여 내용물을 차갑게 유지한다.
- 더운 여름날 마당에 물을 뿌리면 물이 증발하면서 기화열을 흡수하므로 주위가 시원해진다.
- 손 소독제 속 알코올이 증발하면서 열에너지를 흡수한다.
- 냉장고에서는 냉매가 기화하면서 열에너지를 흡수하여 내부를 시원하게 유지한다.
- 불이 났을 때 소화기의 탄산수소 나트륨 분말을 뿌리면, 탄산수소 나트륨이 열분해되면서 주위의 열을 흡수하고 이때 생성된 이산화 탄소가 산소를 차단하여 불을 끈다.
- 냉찜질 팩을 주무르면 질산 암모늄이 물에 녹으면서 열에너지를 흡수하여 차가워진다.

Theme 6 : 빈칸 채우기 문제

1. 모든 물질은 고유한 () 에너지를 가지고 있으며, 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물이 가진 이 에너지의 총합이 서로 다르므로 그 차이만큼 에너지가 ()한다.
2. 발열 반응에서는 반응물의 에너지 총합이 생성물의 에너지 총합보다 (), 그 차이만큼 에너지를 주위로 ()하므로 주위의 온도가 ().
3. 흡열 반응에서는 반응물의 에너지 총합이 생성물의 에너지 총합보다 (), 그 차이만큼 에너지를 주위로부터 ()하므로 주위의 온도가 ().
4. 연소 반응, 금속과 산의 반응, 금속의 (), 산과 염기의 중화 반응은 모두 () 반응에 해당한다.
5. 광합성, 질산 암모늄의 (), 탄산수소 나트륨의 열분해, 물의 ()는 모두 흡열 반응에 해당한다.
6. 상태 변화에서 물질이 액화·응고·승화(기체 → 고체) 방향으로 변할 때에는 열에너지를 ()하고, 용해·기화·승화(고체 → 기체) 방향으로 변할 때에는 열에너지를 ()한다.
7. 더운 여름날 마당에 뿌린 물이 증발할 때, 냉장고의 냉매가 ()할 때, 아이스크림 포장 속 드라이아이스가 ()할 때에는 모두 열에너지를 흡수한다.
8. 과수원에서 개화 시기에 물을 뿌리면 물이 얼면서, 즉 () 과정에서 열에너지를 ()하므로 작물의 냉해를 예방할 수 있다.
9. 손 소독제 속 알코올이 증발할 때와 냉장고의 냉매가 ()할 때에는 모두 열에너지를 ()한다.
10. 불이 났을 때 소화기의 탄산수소 나트륨 분말을 뿌리면, 열분해되면서 주위의 열을 ()하고 이때 생성된 ()가 산소를 차단하여 불을 끈다.

정답: 1. 화학, 출입 2. 크고, 방출, 높아진다 3. 작고, 흡수, 낮아진다 4. 부식, 발열 5. 용해, 전기 분해
6. 방출, 흡수 7. 기화, 승화 8. 응고, 방출 9. 기화(증발), 흡수 10. 흡수, 이산화 탄소

Theme 6 : 실전 적용 문제

44

물질의 상태 변화 중 열을 방출하는 과정은?

- ① 기화 (액체 → 기체)
- ② 승화 (고체 → 기체)
- ③ 용해 (고체 → 액체)
- ④ 응고 (액체 → 고체)
- ⑤ 용해 (고체가 액체에 녹음)

Theme 6 : 실전 적용 문제

2020년 고3 3월

화학 I 1번

45 다음은 3가지 반응이다.

- (가) 화석 연료의 연소 반응
(나) 냉각 팩에서의 질산 암모늄의 용해 반응
(다) 묽은 황산과 수산화 칼륨 수용액의 반응

(가)~(다) 중 발열 반응만을 있는 대로 고른 것은?

- ① (가)
- ② (나)
- ③ (다)
- ④ (가), (다)
- ⑤ (나), (다)

Theme 6 : 실전 적용 문제

2021년 고3 3월

화학 I 2번

46

다음은 2가지 반응에서 열의 출입을 알아보기 위한 실험이다.

실험	실험 과정 및 결과
(가)	물이 담긴 비커에 수산화 나트륨(NaOH)을 넣고 녹였더니 수용액의 온도가 올라갔다.
(나)	물이 담긴 비커에 질산 암모늄(NH_4NO_3)을 넣고 녹였더니 수용액의 온도가 내려갔다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)에서 반응이 일어날 때 열이 방출된다.
 ㄴ. (나)에서 일어나는 반응은 흡열 반응이다.
 ㄷ. (나)에서 일어나는 반응을 이용하여 냉찜질 팩을 만들 수 있다.

- ① ㄱ
 ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ
 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 6 : 실전 적용 문제

2022년 고3 3월

화학 I 3번

47

다음은 요소수와 관련된 설명이다.

경유를 연료로 사용하는 디젤 엔진에서는 대기 오염 물질인 질소 산화물이 생성된다. 디젤 엔진에 요소($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$)와 물이 혼합된 요소수를 넣어 주면, ㉠ 연료의 연소 반응이 일어날 때 발생하는 열을 흡수하여 ㉡ 요소가 분해되면서 암모니아가 생성되는 반응이 일어난다. 이 과정에서 생성된 암모니아가 질소 산화물을 질소 기체로 변화시킨다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

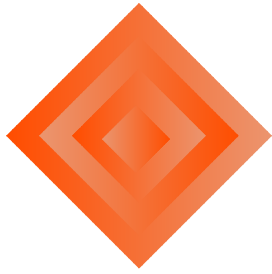
- ㄱ. ㉠은 발열 반응이다.
- ㄴ. ㉡은 흡열 반응이다.
- ㄷ. 디젤 엔진에 요소수를 넣어 주면 대기 오염을 줄일 수 있다.

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

Primer

통합과학 II

Chapter 3. 환경과 에너지 (1)

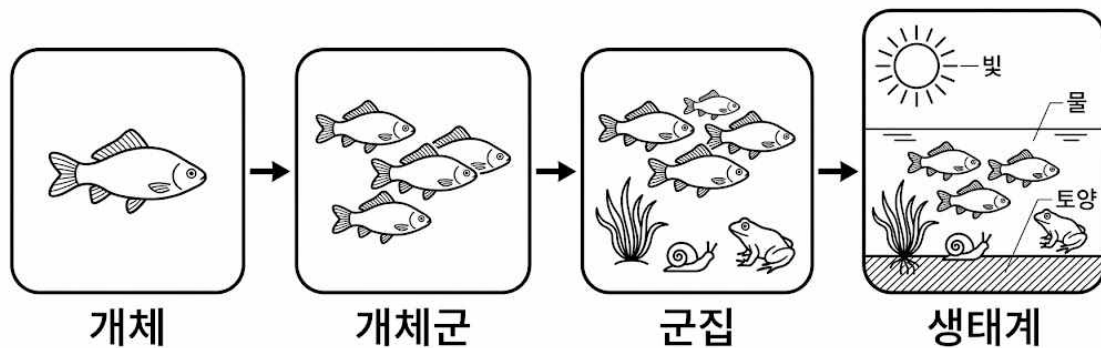


Theme 7 : 생물과 환경

1. 생태계의 구성 요소

생태계란 일정한 지역에서 생물과 환경이 서로 영향을 주고받으며 이루는 하나의 체계이다. 생태계는 규모와 관계없이 성립하므로, 어항이나 화단처럼 사람이 인위적으로 조성한 공간도 하나의 생태계가 될 수 있다. 생물은 개체 하나로 살아가는 것이 아니라, 개체군과 군집을 이루고 나아가 주변 환경과 함께 생태계를 구성하며 살아간다.

▼ 생태계의 구성



개체	독립적으로 생명활동을 할 수 있는 하나의 생명체
개체군	일정한 지역에서 생활하는 같은 종의 개체들이 모여 이루어진 무리
군집	일정한 지역에서 생활하는 여러 개체군이 모여 이루어진 무리
생태계	군집과 이를 둘러싼 환경이 서로 영향을 주고받으며 유지되는 하나의 체계

→ 생태계의 구성 요소는 생물요소와 비생물요소로 구분되며, 이들의 상호작용을 통해 생태계가 유지된다.

- 1) **생물요소**: 생태계에 존재하는 모든 생물로, 식물, 동물, 세균 등이 포함된다. 생명활동에 필요한 유기물을 얻는 방법에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분한다.

유기물

생물의 몸을 구성하고 에너지원이 되는 탄수화물, 단백질, 지질 등의 탄소 화합물이다. 생물은 유기물을 영양분으로 하여 살아간다. 반면 물, 이산화 탄소와 같이 유기물이 아닌 물질을 무기물이라 한다.

- ① **생산자**: 광합성을 통해 빛에너지를 흡수하여, 무기물로부터 생명활동에 필요한 유기물을 스스로 합성하는 독립영양생물이다. 녹색 식물과 식물성 플랑크톤이 이에 해당한다.
- ② **소비자**: 스스로 유기물을 합성하지 못해 다른 생물을 먹이로 섭취하여 유기물을 얻는 종속 영양생물이다. 식물을 먹는 1차 소비자(초식 동물), 1차 소비자를 먹는 2차 소비자, 다시 이를 먹는 3차 소비자(육식 동물) 등이 이에 해당한다.
- ③ **분해자**: 생물의 사체나 배설물에 포함된 유기물을 무기물로 분해하여 돌아가는 데 필요한 에너지를 얻는 생물이다. 세균, 곰팡이, 버섯 등이 이에 해당한다.

- 2) **비생물요소**: 생물을 둘러싸고 있으면서 생물의 생명활동에 영향을 주는 모든 환경 요인이다. 빛, 온도, 공기, 물, 토양 등이 이에 해당한다.

플랑크톤

스스로 헤엄쳐 이동하지 못하고 물의 흐름을 따라 떠다니며 생활하는 작은 생물이다. 영양분을 얻는 방법에 따라 광합성으로 유기물을 합성하는 식물성 플랑크톤과, 다른 생물을 섭취하는 소비자인 동물성 플랑크톤으로 구분한다.

3) 생태계구성요소 간의 상호 관계

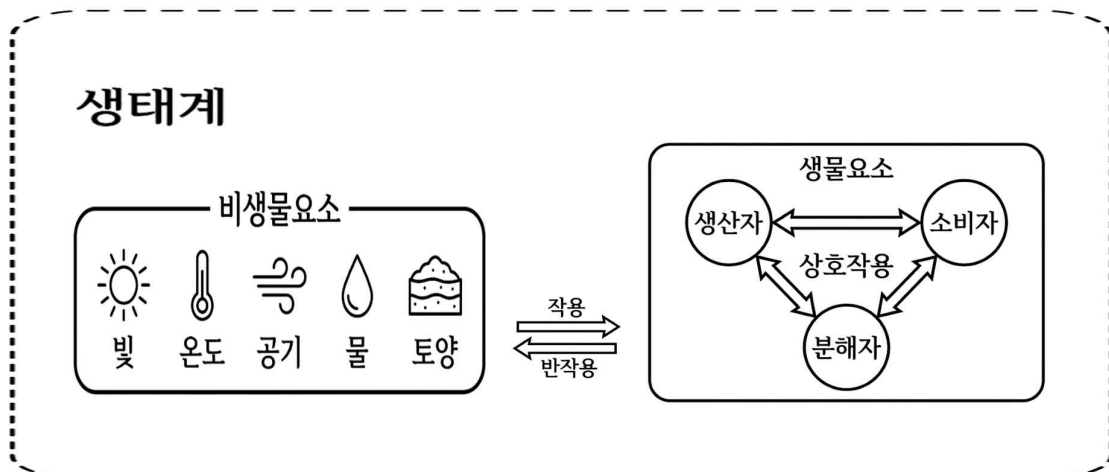
: 생태계를 이루는 생물요소와 비생물요소의 종류는 생태계의 종류와 규모에 따라 달라지지만, 어떤 생태계에서든 구성 요소들이 서로 영향을 주고받는다라는 점은 같다. 이러한 관계는 영향을 주는 쪽과 받는 쪽에 따라 작용, 반작용, 상호작용으로 구분하며, 이들이 균형 있게 이루어질 때 생태계가 안정적으로 유지된다.

-**작용**(비생물요소 → 생물요소): 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 것이다. 생물은 비생물요소의 영향을 받아 몸의 형태나 생활 방식이 달라진다. 일조 시간이 짧아지고 기온이 낮아지면 단풍이 들고 낙엽이 지는 것, 기온이 낮아지면 개구리와 뱀이 겨울잠을 자는 것, 건조한 지역에 사는 선인장의 잎이 가시로 변한 것 등이 이에 해당한다.

-**반작용**(생물요소 → 비생물요소): 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것이다. 생물의 생명 활동 결과로 주변 환경의 상태가 달라진다. 지렁이가 흙 속을 이동하여 토양의 통기성이 높아지는 것, 낙엽이 쌓여 분해되면서 토양이 비옥해지는 것 등이 이에 해당한다.

-**상호작용**(생물요소 ↔ 생물요소): 생물과 생물 사이에 서로 영향을 주고받는 것이다. 먹이나 서식 공간을 두고 경쟁하거나, 먹고 먹히는 관계를 맺는 것이 여기에 속한다. 뿌리혹박테리아가 콩과식물의 뿌리에 공생하는 것, 뱀이 생쥐를 잡아먹는 것 등이 이에 해당한다.

▼ 생태계구성요소 간의 상호관계



작용과 반작용의 구분

어떤 소재가 등장하는지가 아니라 영향이 어느 방향으로 작용했는지를 따져야 한다.

같은 낙엽이라도 기온이 낮아져 낙엽이 지는 것은 작용이고, 쌓인 낙엽이 분해되어 토양을 비옥하게 하는 것은 반작용이다.

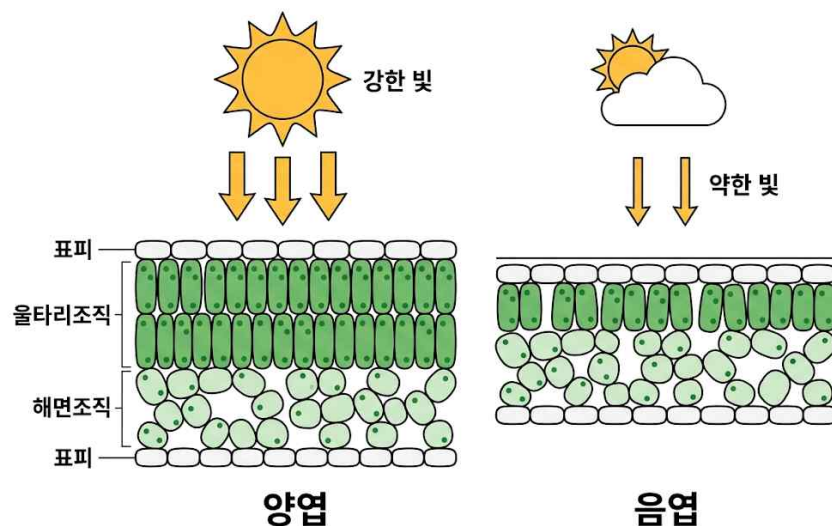
2. 생물과 환경의 관계

앞서 살펴본 작용과 반작용은 환경 요인의 종류에 따라 서로 다른 모습으로 나타난다.

생물은 빛, 온도, 물, 공기, 토양과 같은 환경 요인에 적응하며 살아가고, 반대로 생물의 생명 활동은 이러한 환경 요인을 변화시킨다.

1) **빛과 생물**: 빛의 세기, 파장, 일조 시간은 생물의 형태와 생활 방식에 영향을 준다.

① **빛의 세기**: 식물은 종류에 따라 생존에 유리한 빛의 세기가 다르다. 소나무, 자작나무와 같은 식물은 빛이 강한 환경에서 잘 자라는 반면, 주목, 단풍나무와 같은 식물은 빛이 약한 환경에서도 잘 자란다. 그 결과 숲에서는 높이에 따라 분포하는 식물이 달라져, 강한 빛에 적응한 식물은 빛을 많이 받을 수 있는 숲의 위쪽에서 자라고, 약한 빛에 적응한 식물은 빛을 적게 받는 숲의 아래쪽에서 자란다. 빛의 세기는 잎의 형태에도 영향을 준다. 햇볕이 잘 들어 강한 빛을 받는 곳에 사는 식물은 울타리조직이 발달하여 잎이 두껍다. 나아가 한 식물이라 하더라도 강한 빛을 받는 쪽의 잎(양엽)은 울타리조직이 발달하여 두껍지만, 약한 빛을 받는 쪽의 잎(음엽)은 상대적으로 얇고 넓다.



▲ 양엽과 음엽의 구조

울타리조직

잎의 윗면 표피 바로 아래에 있는 조직으로, 엽록체를 많이 가진 길쭉한 세포가 뻗뻗하게 배열되어 광합성이 활발하게 일어나는 부분이다. 이 조직이 여러 층으로 발달할수록 잎이 두꺼워진다.

② 일조 시간

: 일조 시간은 하루 중 햇빛이 비치는 시간, 즉 낮의 길이를 말한다. 우리나라에서 낮의 길이는 하지 무렵에 가장 길고 동지 무렵에 가장 짧으므로, 봄부터 초여름까지는 점점 길어지고 늦여름부터 겨울까지는 점점 짧아진다. 이러한 일조 시간의 변화는 식물의 개화 시기와 동물의 번식 시기 및 행동에 영향을 준다.

②-1. 식물의 개화

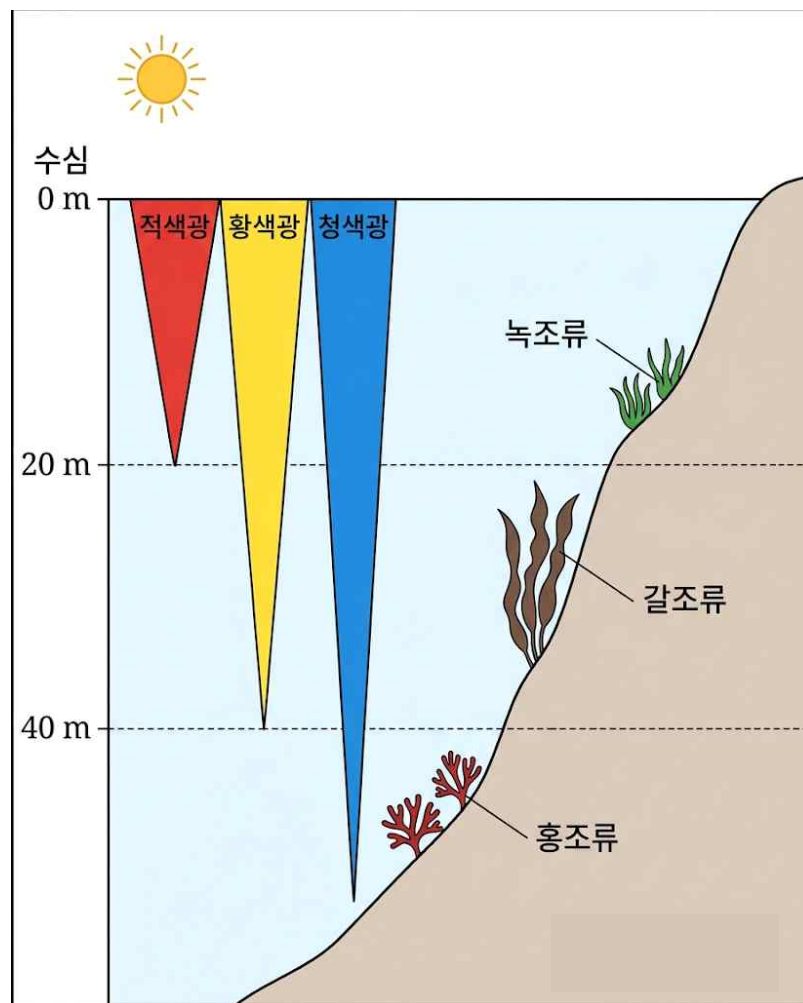
:식물은 일조 시간의 변화를 감지하여 꽃 피는 시기를 조절한다. 시금치, 붓꽃, 무 등은 일조 시간이 길어지는 봄과 초여름에 꽃이 피는 장일 식물이고, 코스모스, 국화, 나팔꽃 등은 일조 시간이 짧아지는 가을에 꽃이 피는 단일 식물이다. 이때 식물이 실제로 감지하는 것은 낮의 길이가 아니라 연속된 밤의 길이로, 장일 식물은 연속된 밤의 길이가 일정 시간보다 짧아질 때, 단일 식물은 일정 시간보다 길어질 때 꽃을 피운다.

②-2. 동물의 번식: 일조 시간은 동물의 성호르몬 합성과 분비에 영향을 미쳐 번식 시기를 결정한다. 꿩꼬리, 종달새와 같은 대부분의 새는 일조 시간이 길어지는 봄에 번식하고, 송어와 노루는 일조 시간이 짧아지는 가을에 번식한다.

②-3. 동물의 행동: 온대 지역의 곤충은 가을에 일조 시간이 짧아지면 활동을 멈추고 겨울을 나는 상태(휴면)에 들어가며, 이른 봄에 일조 시간이 길어지면 다시 활동을 시작하고 번식한다. 온도는 해마다 다르게 변하지만 일조 시간은 계절에 따라 일정하게 변하므로, 생물은 일조 시간을 계절 변화를 미리 알려 주는 신호로 이용한다.

- 2) **빛의 파장**: 바다의 깊이에 따라 도달하는 빛의 파장과 양이 다르기 때문에, 수심에 따라 서식하는 해조류의 종류가 달라진다. 파장이 긴 빛일수록 물에 잘 흡수되어 얕은 곳에서 사라지고, 파장이 짧은 빛일수록 깊은 곳까지 도달한다. 따라서 해조류는 자신이 주로 이용하는 빛이 도달하는 깊이에 분포한다.

▼ 빛의 파장에 따른 해조류 분포



파장별 빛의 구분

- **적색광**: 파장이 길고 투과도가 낮아 수심 20 m 부근까지만 도달한다. 따라서 적색광을 주로 이용하는 녹조류는 얕은 바다에 분포한다. 녹조류는 엽록소 외에 다른 색소가 거의 없어 녹색을 띠며, 파래와 청각이 이에 해당한다.
- **황색광**: 투과도가 적색광과 청색광의 중간 정도여서 수심 40 m 부근까지 도달한다. 따라서 황색광을 주로 이용하는 갈조류는 중간 깊이의 바다에 분포한다. 갈조류는 엽록소와 함께 갈조소를 가져 갈색을 띠며, 미역과 다시마가 이에 해당한다.
- **청색광**: 파장이 짧고 투과도가 높아 수심 40 m보다 깊은 곳까지 도달한다. 따라서 청색광을 주로 이용하는 홍조류는 깊은 바다에 분포한다. 홍조류는 엽록소와 함께 홍조소를 가져 붉은색을 띠며, 김과 우뚝가사리가 이에 해당한다.

얕은 바다에는 세 파장의 빛이 모두 도달하지만, 깊어질수록 파장이 긴 빛부터 차례로 사라진다. 깊은 바다에 홍조류가 분포하는 것은 그곳에 도달하는 빛이 청색광뿐이기 때문이다.

2. 온도와 생물

온도는 물질대사에 관여하는 효소의 작용에 영향을 주므로 생물의 생명활동 전반을 좌우한다. 따라서 생물은 최적온도 범위 내에서 생활하며, 주변 온도에 적응한 형태와 생활 방식을 갖는다.

① 식물의 적응

단풍과 낙엽	기온이 낮아지면 낙엽수의 잎에서 엽록소가 분해되어, 잎에 원래 있던 카로틴이나 잔토필과 같은 색소가 드러나거나 안토시아닌이 새로 만들어지면서 단풍이 든다. 이후 잎자루에 떨어져 생겨 잎이 떨어지는데, 겨울에는 뿌리를 통한 수분 흡수가 어려우므로 잎을 떨어뜨려 수분 손실을 줄이는 것이다.
상록수	동백나무, 사철나무와 같은 온대 지방의 상록수는 잎의 표피 바깥쪽에 왁스와 같은 지방 물질로 이루어진 큐티클층이 두껍게 발달해 있어 수분이 빠져나가는 것을 막는다. 또한 잎세포 속의 녹말을 포도당으로 분해하여 세포액의 농도를 높임으로써 어는점을 낮춘다. 이를 통해 잎이 어는 것을 막아, 잎을 떨어뜨리지 않고 겨울을 날 수 있다.
식물의 개화(춘화 현상)	가을밀이나 보리는 가을에 씨를 뿌린 뒤 추운 겨울을 지나야 봄에 꽃이 피고 열매를 맺을 수 있다. 이처럼 일정 기간 저온을 겪어야 꽃눈이 만들어지는 현상을 춘화 현상이라 한다.
꽃에 난 털	기온이 매우 낮은 툰드라에 사는 털송이풀은 잎과 꽃에 털이 뽁뽁하게 나 있다. 이 털이 공기층을 가두어 열이 빠져나가는 것을 막는다.

② 동물의 적응

겨울잠	개구리와 같은 변온동물은 스스로 체온을 조절하지 못해, 기온이 낮아지면 체온이 함께 낮아지고 물질대사가 느려진다. 따라서 땅속에서 겨울잠을 자며 겨울을 난다. 반면 체온 조절 능력이 있는 정온동물인 곰과 박쥐도 먹이가 부족한 겨울에 에너지 소모를 줄이기 위해 겨울잠을 잔다.
계절형	같은 종의 곤충이라도 자라는 시기의 온도에 따라 몸의 크기와 색깔이 다르게 나타나는데, 이를 계절형이라 한다. 호랑나비는 기온이 높은 시기에 자란 여름형이 봄형보다 크기가 크고 색이 진하다.
정온동물의 몸집과 말단부	추운 지역에 사는 정온동물일수록 몸집이 크고 귀, 코와 같은 말단부는 작다. 몸집이 클수록 부피에 대한 몸 표면적의 비가 작아져, 몸집에 비해 빠져나가는 열이 적기 때문이다. 북극여우는 몸집이 크고 말단부가 작아 몸집에 비해 열이 적게 빠져나가는 반면, 사막여우는 몸집이 작고 말단부가 커 열이 잘 빠져나간다.
털갈이	일부 정온동물은 겨울이 오기 전에 털갈이를 하여 두껍고 촘촘한 털로 바꾼다. 털 사이에 공기층이 생겨 열이 빠져나가는 것을 막는다.
철새의 이동	기러기와 같은 철새는 계절에 따라 생활하기에 적합한 온도의 지역으로 이동하여 생활한다.

3. 물과 생물

물은 생물체를 구성하는 물질 중 가장 많은 비율을 차지하며, 물질대사는 물에 녹은 상태에서 일어난다. 따라서 생물은 서식지의 물 조건에 적응한 구조와 생활 방식을 갖는다. 물이 부족한 곳에서는 수분을 보존하는 방향으로, 물이 많은 곳에서는 물속 환경을 견디는 방향으로 적응이 나타난다.

① 건조한 지역에 사는 식물:

건조한 지역의 식물은 수분 손실을 줄이고 물을 저장하는 구조가 발달해 있다. 선인장은 잎이 가시로 변해 표면적이 작아져 증산 작용이 억제되며, 잎이 하던 광합성은 두꺼워진 줄기가 대신한다. 알로에는 잎에 물을 저장하는 저수조직이 발달해 있다. 또한 이러한 식물은 표피에 큐티클층이 두껍게 발달하여 수분이 빠져나가는 것을 막는데, 이는 거울에도 잎을 달고 있는 상록수와 같은 방식이다.

② 물이 많은 곳에 사는 식물:

연못이나 습지의 토양에는 산소가 부족하다. 따라서 물에 잠긴 줄기와 뿌리는 호흡에 필요한 산소를 주변에서 얻기 어려워, 물 위의 잎에서 얻은 공기를 아래로 보내는 통기조직이 발달한다. 부레옥잠의 부풀어 오른 잎자루가 그 예이며, 이 조직은 식물을 물에 뜨게 하는 역할도 한다. 한편 이러한 식물은 물과 양분을 몸 표면 전체로 흡수할 수 있고 물이 몸을 받쳐 주므로, 뿌리는 상대적으로 덜 발달한다. 수련, 부레옥잠, 생이가래 등이 이에 해당한다.

저수조직과 통기조직

저수조직: 줄기나 잎의 안쪽에 있으면서 물을 저장하는 조직이다. 이 조직이 발달한 식물은 줄기나 잎이 두껍고 통통하다.

통기조직: 세포와 세포 사이의 빈 공간(세포간극)이 서로 연결되어 그물이나 관 모양의 통로를 이룬 조직이다. 이 통로를 따라 공기가 이동한다.

③ 동물의 적응:

육상 동물은 몸 표면을 통해 수분이 증발하는 것을 막는 구조를 갖는다. 파충류는 몸 표면이 비늘로 덮여 있고, 곤충은 몸 표면이 단단한 키틴질로 되어 있다. 물 밖에 낳는 파충류와 조류의 알이 단단한 껍데기로 싸여 있는 것도 같은 이유이다. 한편 사막처럼 물을 구하기 어려운 곳에 사는 낙타와 캥거루쥐는 농도가 진한 오줌을 배설하여 몸에서 빠져나가는 수분을 최소화한다.

④ 토양과 생물:

토양은 수많은 생물의 서식지인 동시에, 식물이 생장에 필요한 물과 양분을 얻는 원천이다.

1) 생물이 토양에 미치는 영향:

토양 속 미생물은 동식물의 사체나 배설물에 들어 있는 유기물을 무기물로 분해한다. 이렇게 만들어진 무기물을 식물이 뿌리로 흡수하므로, 미생물의 분해 활동은 생태계 안에서 물질을 순환시키는 역할을 한다. 지렁이가 토양에 구멍을 뚫어 공기가 잘 통하게 만드는 것 역시 생물이 토양을 변화시키는 예이다.

2) 토양이 생물에 미치는 영향:

토양 입자의 크기와 무기염류·수분의 함량은 그곳에 사는 생물의 생활에 영향을 준다. 특히 공기가 잘 통하는 표층 토양에는 산소를 이용해 살아가는 세균이, 공기가 부족한 깊은 토양에는 산소 없이 살아가는 세균이 분포한다.

지렁이 농법

지렁이는 토양에 구멍을 뚫어 공기가 잘 통하게 하고, 지렁이의 배설물은 토양을 비옥하게 하여 생물이 살기 좋은 환경을 만든다. 이를 이용해 지렁이가 배출한 흙인 분변토를 거름으로 쓰거나 지렁이를 농경지에 살게 함으로써, 화학 비료 없이 토양을 비옥하게 만들어 농사짓는 방법을 지렁이 농법이라 한다.

⑤ 공기와 생물:

공기는 생물의 호흡에 필요한 산소와 광합성에 필요한 이산화 탄소를 공급한다. 반대로 생물의 호흡과 광합성, 그리고 생명활동에서 나오는 기체는 대기의 조성을 변화시킨다. 즉 공기는 생물과 서로 영향을 주고받는다.

1) 공기가 생물에 미치는 영향

- 산소가 희박한 고산 지대에 사는 사람은 평지에 사는 사람보다 혈액 속 적혈구 수가 많다. 적혈구가 산소를 운반하므로, 그 수가 많으면 희박한 공기에서도 몸에 필요한 산소를 충분히 공급할 수 있다.
- 물속은 대기보다 산소가 훨씬 적게 녹아 있어, 어류는 물에 녹은 적은 양의 산소를 효율적으로 흡수할 수 있도록 아가미가 발달해 있다.

2) 생물이 공기에 미치는 영향

- 식물은 광합성으로 이산화 탄소를 흡수하고 산소를 내놓으며, 생물의 호흡은 반대로 산소를 소모하고 이산화 탄소를 내놓는다. 두 과정이 함께 일어나면서 대기의 산소와 이산화 탄소 농도가 유지된다.
- 소가 되새김질을 할 때 트림으로 나오는 메테인은 온실 기체이며, 축산업 규모가 커지면서 대기 중 메테인 농도가 높아져 지구의 평균 기온을 높이는 요인으로 작용한다.

Theme 7 : 빈칸 채우기 문제

1. 생태계는 일정한 지역에서 생물과 환경이 서로 영향을 주고받으며 이루는 하나의 체계로, 그 구성 단계는 개체 → () → () → 생태계 순이다.
2. 생물요소는 ()을 얻는 방법에 따라 생산자, 소비자, 분해자로 구분하며, 이 중 분해자는 사체나 배설물에 포함된 유기물을 ()로 분해하여 에너지를 얻는다.
3. 비생물요소가 생물요소에 영향을 주는 것을 (), 생물요소가 비생물요소에 영향을 주는 것을 ()이라 한다.
4. 한 식물에서 강한 빛을 받는 쪽의 잎인 ()은 ()조직이 발달하여 두껍고, 약한 빛을 받는 쪽의 잎은 얇고 넓다.
5. 가을밀이나 보리처럼 일정 기간 ()을 겪어야 꽃눈이 만들어지는 현상을 () 현상이라 한다.
6. 개구리는 기온이 낮아지면 물질대사가 느려지는 () 동물이어서 겨울잠을 자고, 곰과 박쥐는 체온을 조절할 수 있는 () 동물이지만 먹이가 부족한 겨울에 에너지 소모를 줄이기 위해 겨울잠을 잔다.
7. 추운 지역에 사는 정온동물일수록 몸집이 크고 말단부가 작는데, 이는 몸집이 클수록 부피에 대한 몸 ()의 비가 작아져 열이 적게 빠져나가기 때문이다.
8. 건조한 지역에 사는 선인장은 잎이 ()로 변해 표면적이 작아짐으로써 증산 작용이 억제되고, 알로에는 잎에 물을 저장하는 ()조직이 발달해 있다.
9. 지렁이는 토양에 구멍을 뚫어 ()가 잘 통하게 하며, 지렁이가 배출한 흙인 ()는 토양을 비옥하게 하여 거름으로 이용된다.
10. 산소가 희박한 고산 지대에 사는 사람은 평지에 사는 사람보다 혈액 속 () 수가 많아 산소를 원활하게 운반할 수 있다.

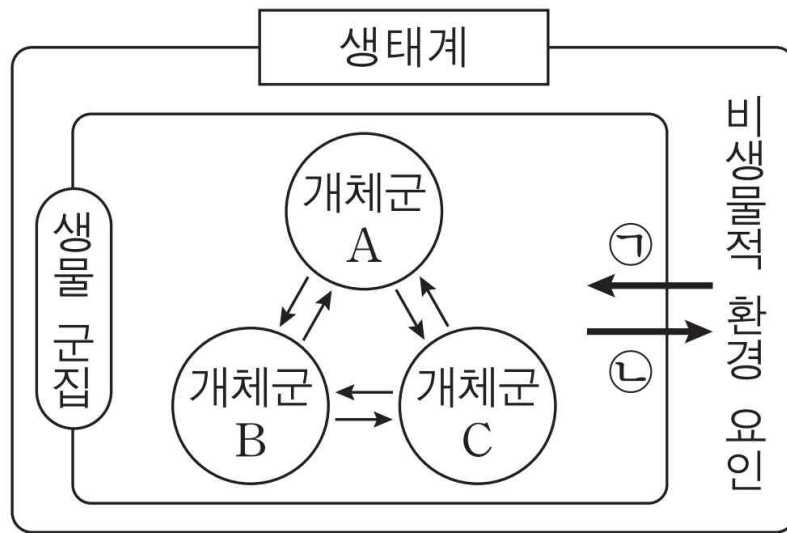
정답: 1. 개체군, 군집 2. 유기물, 무기물 3. 작용, 반작용 4. 양엽, 율타리 5. 저온, 춘화
6. 변온, 정온 7. 표면적 8. 가시, 저수 9. 공기, 분변토 10. 적혈구

Theme 7 : 실전 적용 문제

2018년 고3 수능
생명과학 I 18번

48

그림은 생태계를 구성하는 요소 사이의 상호 관계를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㉠. 일조 시간이 식물의 개화에 영향을 주는 것은 ㉠에 해당한다.
- ㉡. 분해자는 비생물요소에 해당한다.
- ㉢. 개체군 A는 여러 종으로 구성되어 있다.

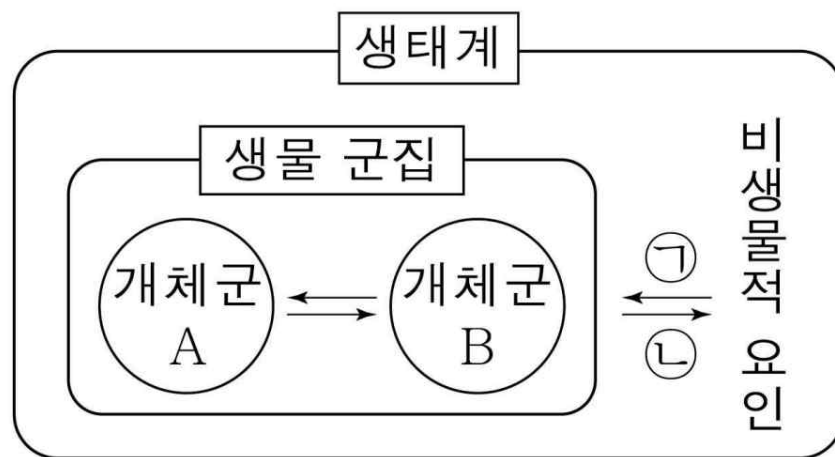
- ① ㉠
- ② ㉡
- ③ ㉢
- ④ ㉠, ㉡
- ⑤ ㉠, ㉢

Theme 7 : 실전 적용 문제

2024년 고2 3월
생명과학 I 13번

49

그림은 생태계구성요소 사이의 상호 관계를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 개체군 A는 동일한 종으로 구성되어 있다.
- ㄴ. 서식 지역의 온도에 따라 호랑이의 몸 크기가 달라지는 것은 ㉠에 해당한다.
- ㄷ. 지렁이의 활동으로 토양의 통기성이 증가하는 것은 ㉡에 해당한다.

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

Theme 7 : 실전 적용 문제

2024년 고2 3월

생명과학 I 14번

50

다음은 사막 지역에 사는 생물에 대한 자료이다.

- ㉠ 선인장은 잎이 가시로 바뀌어 수분의 증발을 막는 데 유리하며, 잎 대신 녹색의 줄기에서 광합성이 일어난다.
- 선인장의 내부는 외부에 비해 낮에는 시원하고 밤에는 따뜻하다. 그래서 ㉡ 새가 선인장에 구멍을 뚫고 동지를 만들어 살기도 한다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 선인장은 생산자이다.
- ㄴ. ㉠과 관련이 있는 비생물요소는 물이다.
- ㄷ. ㉡의 새와 선인장은 같은 군집에 속한다.

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

Theme 7 : 실전 적용 문제

2022년 고2 3월
생명과학 I 13번

51

다음은 생태계 구성 요소에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



발표한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② B
- ③ A, C
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 7 : 실전 적용 문제

2023년 고2 3월
생명과학 I 19번

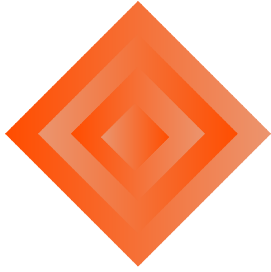
52

다음은 비생물적 요인이 생물적 요인에 영향을 준 예이다.

- (가) 건조한 지역에 사는 도마뱀은 피부가 두꺼운 비늘로 덮여 있다.
- (나) 고산 지대에 사는 사람은 고도가 낮은 지대에 사는 사람보다 적혈구 수가 많다.

(가), (나)와 가장 관련이 깊은 비생물적 요인으로 적절한 것은?

	(가)	(나)
①	물	토양
②	물	공기
③	토양	물
④	공기	물
⑤	공기	빛



Theme 8 : 생태계 평형

1. 먹이 관계

먹이 관계란 생물 사이의 먹고 먹히는 관계를 말한다. 생태계의 평형은 이 먹이 관계를 통해 유지되며, 먹이 관계는 먹이 사슬과 먹이 그물로 나뉜다.

1) **먹이 사슬**: 생태계를 구성하는 생물들의 먹고 먹히는 관계를 생산자에서 최종 소비자에 이르기까지 사슬 모양으로 나열한 것이다.

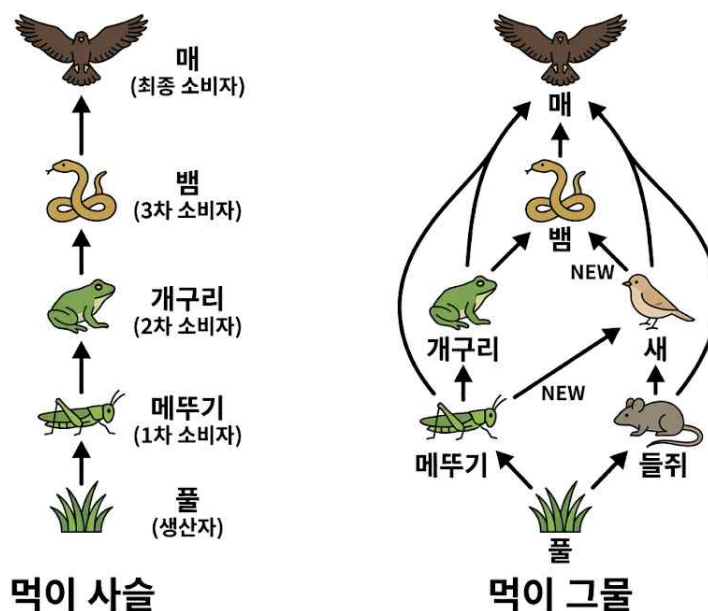
풀(생산자) → 메뚜기(1차 소비자) → 개구리(2차 소비자) → 뱀(3차 소비자) → 매(최종 소비자)

와 같이 나타낸다.

먹이 사슬은 몇 단계로만 이어지고 무한정 길어지지 못한다. 에너지가 먹이 사슬을 따라 이동하는 과정에서 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 양이 줄어들어, 어느 단계에 이르면 그 위의 생물을 부양할 만한 에너지가 남지 않기 때문이다.

2) **먹이 그물**: 여러 먹이 사슬이 그물처럼 복잡하게 얽힌 것이다. 실제 생태계에서 대부분의 생물은 여러 종류의 먹이를 먹고 여러 포식자에게 먹히므로, 먹이 관계는 하나의 사슬이 아니라 그물 형태로 나타난다.

▼ 먹이 사슬과 먹이 그물



3) 먹이 관계와 생태계 평형:

먹이 관계가 단순할수록 생태계 평형이 깨지기 쉽고, 복잡할수록 안정적이다. 뱀의 먹이가 개구리뿐이라면 개구리가 사라졌을 때 뱀도 함께 사라지고, 뱀을 먹는 매까지 영향을 받는다. 반면 뱀이 개구리 외에 들쥐나 새도 먹는다면, 개구리가 사라져도 다른 먹이로 대체할 수 있어 그 영향이 위쪽으로 번지지 않는다. 즉 먹이 그물이 복잡할수록 한 생물이 사라져도 다른 생물이 그 역할을 대신할 수 있으므로 생태계의 안정성이 높다.

2. 생태계에서의 에너지 흐름과 생태 피라미드

1) 에너지의 흐름:

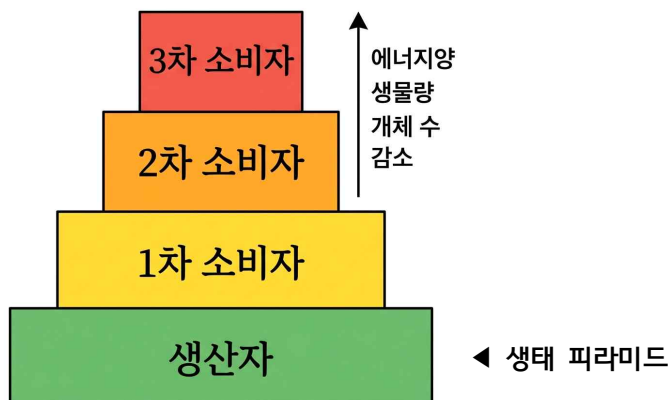
생태계에서 에너지의 출발점은 태양의 빛에너지이다. 생산자가 광합성으로 빛에너지를 유기물 속 화학 에너지로 바꾸어 저장하고, 이 에너지는 먹이 사슬을 따라 상위 영양단계로 이동한다.

이때 한 영양단계가 얻은 에너지가 모두 다음 단계로 넘어가지는 않는다. 일부는 세포 호흡을 통해 생명활동에 쓰이면서 열에너지로 빠져나가고, 일부는 먹이지 않은 채 사체나 배설물의 형태로 분해자에게 전달된다. 그 결과 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 에너지의 양은 줄어든다.

또한 열에너지로 빠져나간 에너지는 다시 생물이 이용할 수 없으므로, 생태계에서 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐른다.

2) 생태 피라미드:

각 영양단계의 에너지양, 생물량, 개체 수를 하위 영양단계부터 차례로 쌓아 올린 것이다. 안정된 생태계에서는 상위 영양단계로 갈수록 이 값들이 모두 작아지므로 아래가 넓고 위가 좁은 피라미드 모양이 되며, 이 때문에 생태 피라미드라고 한다.



영양단계

먹이 사슬에서 어떤 생물이 차지하는 단계를 말하며, 생산자·1차 소비자·2차 소비자·3차 소비자 등으로 구분한다. 같은 생물이라도 어떤 먹이 사슬에 놓이느냐에 따라 영양단계가 달라질 수 있다.

3. 생태계 평형

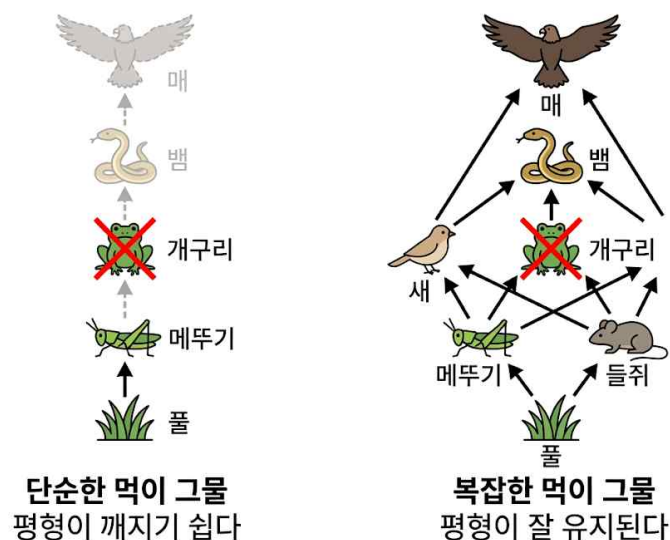
생태계 평형이란 생태계를 구성하는 생물종과 개체 수, 에너지 흐름, 물질의 양이 급격하게 변하지 않고 안정적으로 유지되는 상태를 말한다. 이 평형은 기본적으로 생물들 사이의 먹고 먹히는 관계에 의해 유지된다.

1) 생태계 평형에 영향을 주는 요인

생태계 평형은 먹이 관계와 비생물요소 양쪽의 영향을 받는다. 먹이 그물이 단순해지면 한 생물의 변화가 곧바로 다른 영양단계로 전달되어 평형이 깨지기 쉽고, 기후나 서식 공간과 같은 비생물요소가 크게 달라져도 그곳에 살던 생물이 유지되지 못해 평형이 무너진다.

2) 생태계 평형의 유지 원리

어떤 요인에 의해 한 영양단계의 개체 수가 일시적으로 변하더라도, 먹이 관계를 통해 다른 영양단계의 개체 수가 함께 변하면서 원래의 상태를 회복한다. 따라서 먹이 그물이 복잡할수록 생태계 평형이 잘 유지된다.



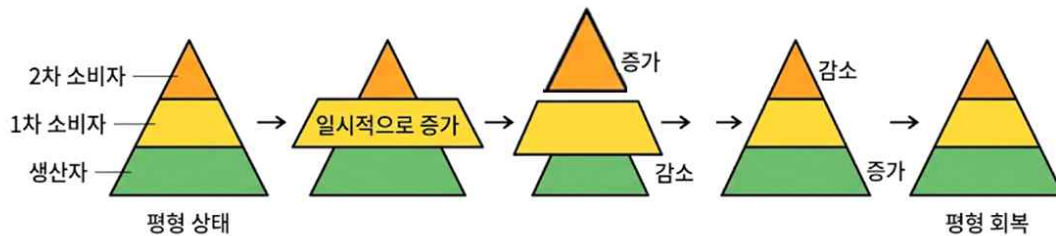
3) 평형 회복 과정의 예

1차 소비자가 일시적으로 증가한 경우를 따라가면 다음과 같다.

1차 소비자 증가 → 먹이가 많이 소비되어 생산자 감소, 동시에 먹이가 풍부해져 2차 소비자 증가 → 2차 소비자가 많이 잡아먹어 1차 소비자 감소 → 1차 소비자가 줄어 생산자 증가, 먹이가 부족해져 2차 소비자 감소 → 평형 회복

1차 소비자의 증가가 아래 단계와 위 단계 양쪽에 동시에 영향을 주고, 그 두 변화가 다시 1차 소비자를 원래 수준으로 되돌린다는 점이 핵심이다.

▼ 생태계평형이 회복되는 과정



4) 포식과 피식에 따른 개체 수 변동

포식과 피식 관계에 있는 두 개체군의 개체 수는 서로 영향을 주고받으며 주기적으로 변동한다. 피식자가 늘어나면 먹이가 풍부해져 포식자가 늘어나고, 포식자가 늘어나면 피식자는 줄어들며, 피식자가 줄면 먹이가 부족해져 포식자도 줄어든다. 포식자가 줄면 다시 피식자가 늘어나면서 같은 과정이 반복된다.

이때 포식자의 증가와 감소는 피식자보다 뒤늦게 나타난다. 피식자가 늘어난 뒤에야 포식자가 늘어나고, 피식자가 줄어든 뒤에야 포식자가 줄어들기 때문이다. 눈신토끼와 스라소니의 개체 수는 이러한 방식으로 약 10년을 주기로 변동한다.

생태계 평형의 회복

생태계 평형이 회복되었다는 것은 각 영양단계의 개체 수가 다시 균형을 이루었다는 뜻이지, 평형이 깨지기 전과 똑같은 개체 수로 돌아갔다는 뜻은 아니다.

4. 환경 변화와 생태계

생태계는 자연재해나 인간의 활동으로 급격한 환경 변화를 겪으면 평형이 깨질 수 있다. 서식지가 훼손되고 먹이 관계가 끊어지면 그 영향이 먹이 그물을 따라 퍼져 나가기 때문이다. 다만 평형이 깨졌다고 해서 생태계가 사라지는 것은 아니며, 오랜 시간이 흐르는 동안 그 환경에 적응한 생물들이 자리를 잡아 이전과는 다른 새로운 생태계로 바뀌기도 한다.

1) 자연재해

홍수, 산사태, 가뭄, 산불, 화산 폭발 등은 생물의 서식지를 사라지게 한다. 그 결과 생물의 개체 수와 종류가 줄어들고, 이 변화가 먹이 그물을 통해 다른 영양단계로 전달되면서 생태계 평형이 깨진다.

2) 인간의 활동

도시와 도로 건설, 댐 건설, 간척 사업과 같은 무분별한 개발은 서식지를 직접 없애거나 조각 내며, 환경 오염은 생물이 살아가는 조건 자체를 바꾸어 놓는다. 자연재해와 달리 인간의 활동은 넓은 지역에서 오래 지속된다는 점에서 생태계에 더 큰 영향을 준다.

대기오염	산업화와 화석 연료 사용으로 대기 중 이산화 탄소의 농도가 높아지면 지구 온난화가 심해진다. 그에 따라 기후가 변하면서 생물의 서식지가 달라지거나 사라져 멸종이 일어나기도 한다.
수질오염	생활 하수와 축산 폐수는 많은 양의 유기물을 포함하고 있어 플랑크톤을 지나치게 증식시킨다. 그 결과 물속 산소가 부족해져 다른 수생 생물이 살기 어려워진다. 공장 폐수는 강한 산성 물질이나 중금속을 포함하여 수생 생물에 직접 해를 입힌다.
토양오염	농약이나 비료를 지나치게 뿌리면 토양이 오염되고, 이 물질이 작물에 흡수된다. 오염 물질은 먹이 사슬을 따라 상위 영양단계로 옮겨 가면서 몸속에 축적되므로, 작물을 먹는 조류나 포유류에서 더 큰 피해가 나타난다.
무분별한 벌목	서식지가 줄어 생물이 살 곳을 잃고, 나무뿌리가 붙잡아 두던 토양이 빗물에 쉽게 쓸려 나가 침식이 일어난다.
불법 포획과 남획	특정 생물의 개체 수를 급격히 줄여 멸종에 이르게 하며, 그 생물이 속해 있던 먹이 그물 전체가 영향을 받는다.
외래종의 유입	새로 들어온 생물에게 천적이 없으면 개체 수가 폭발적으로 늘어나, 같은 먹이나 서식 공간을 두고 경쟁하는 토종 생물이 밀려난다. 그 결과 먹이 그물의 구조가 바뀌고 생물종의 구성이 달라진다. 뉴트리아, 큰입배스, 붉은귀거북 등이 이에 해당한다.

환경 변화의 사례

- ① 한반도 평균 기온이 높아지면 꽃매미의 개체수가 늘어나 농작물에 피해를 준다.
- ② 하와이 카라우에아 화산 활동으로 용암이 분출되면서 수많은 동식물이 사라졌다.

3) 생태계보전

생태계 평형이 깨지면 인간을 포함한 많은 생물종의 생존이 위협받으며, 한번깨진 평형을 되돌리는 데에는 오랜 시간과 큰 비용이 든다. 이 때문에 생태계는 파괴된 뒤 되돌리기보다 미리 지키는 것이 중요하다.

- 서식지를 지키는 노력

생물의 서식지를 보호 구역으로 지정하여 개발을 제한하고, 특히 보호가 필요한 생물이나 지역은 천연기념물이나 멸종위기종으로 지정하여 관리한다. 도로나 댐 건설로 서식지가 조각나면 생물이 이동하지 못해 개체군이 고립되므로, 생태 통로를 설치하여 끊어진 서식지를 다시 이어 준다.

- 훼손된 환경을 되살리는 노력

콘크리트로 덮여 있던 하천을 생태 하천으로 복원하고, 도시에 숲을 조성하여 생물이 살 수 있는 공간을 되돌려 준다. 이러한 복원 사업은 사라진 서식지를 다시 만들어 생물종이 돌아올 수 있게 한다.

- 제도를 통한 노력

자연환경 보전을 위한 법률을 만들어 무분별한 개발과 포획을 규제하고, 대규모 개발 사업을 시행하기 전에는 환경 영향 평가를 실시하여 그 사업이 생태계에 미칠 영향을 미리 검토한다. 또한 생태계 문제는 한 나라의 노력만으로 해결되지 않으므로, 여러 나라가 국제 협약을 맺어 함께 대응한다.

Theme 8 : 빈칸 채우기 문제

1. 생물들의 먹고 먹히는 관계를 생산자에서 최종 소비자까지 사슬 모양으로 나열한 것을 ()이라 하고, 여러 사슬이 그물처럼 복잡하게 얽힌 것을 ()이라 한다.
2. 먹이 사슬이 무한정 길어지지 못하고 몇 단계로만 이어지는 까닭은, 상위 영양단계로 갈수록 전달되는 ()의 양이 줄어들기 때문이다.
3. 먹이 사슬에서 어떤 생물이 차지하는 단계를 ()라 하며, 같은 생물이라도 어떤 먹이 사슬에 놓이느냐에 따라 달라질 수 있다.
4. 각 영양단계의 에너지양, 생물량, 개체 수를 하위 영양단계부터 차례로 쌓아 올린 것을 ()라 하며, 안정된 생태계에서는 상위 영양단계로 갈수록 이 값들이 () 피라미드 모양이 된다.
5. 한 영양단계의 개체 수가 일시적으로 변하더라도 () 관계를 통해 다른 영양단계의 개체 수가 함께 변하면서 원래의 상태를 회복한다.
6. 생태계 평형이 회복되었다는 것은 각 영양단계의 개체 수가 다시 ()을 이루었다는 뜻이지, 평형이 깨지기 전과 똑같은 ()로 돌아갔다는 뜻은 아니다.
7. 생활 하수와 축산 폐수에 들어 있는 유기물로 영양염류가 늘어나면 ()이 지나치게 번식하는데, 이들이 죽어 분해되는 과정에서 물속 ()가 소모되어 수생 생물이 살기 어려워진다.

Theme 8 : 빈칸 채우기 문제

8. 새로 들어온 ()에게 천적이 없으면 개체 수가 폭발적으로 늘어나, 먹이나 서식 공간을 두고 ()하는 토종 생물이 밀려난다.
9. 토양에 뿌려진 농약은 작물에 흡수된 뒤 ()을 따라 상위 영양단계로 옮겨 가면서 몸속에 ()되므로, 작물을 먹는 조류나 포유류에서 피해가 더 크게 나타난다.
10. 도로나 댐 건설로 서식지가 조각나면 생물이 이동하지 못해 개체군이 고립되므로, ()를 설치하여 끊어진 서식지를 다시 이어 준다.

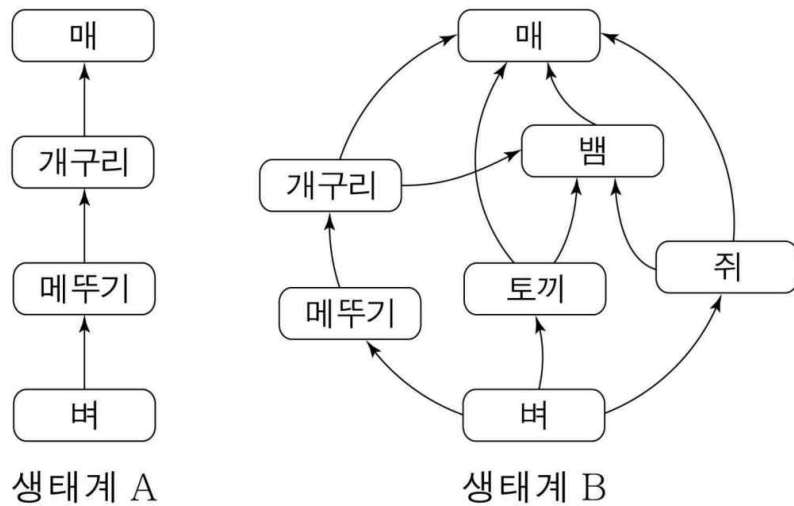
정답: 1. 먹이 사슬, 먹이 그물 2. 에너지 3. 영양단계 4. 생태 피라미드, 작아져 5. 먹이 관계
6. 균형, 개체 수 7. 플랑크톤, 산소 8. 외래종, 경쟁 9. 먹이 사슬, 축적 10. 생태 통로

Theme 8 : 실전 적용 문제

2021년 고2 3월
생명과학 I 19번

53 그림은 생태계 A와 B의 먹이 관계를 나타낸 것이다. 생물다양성은

B가 A보다 높다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A에서 메뚜기는 2차 소비자이다.
- ㄴ. B에서 버의 에너지가 모두 토끼에게 전달된다.
- ㄷ. 생태계평형은 B가 A보다 안정적으로 유지된다.

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

Theme 8 : 실전 적용 문제

2024년 고2 3월
생명과학 I 18번

54

다음은 어떤 지역에서 생태계 평형이 파괴되었다가 회복되는 과정을 나타낸 자료이다. ㉠과 ㉡은 각각 감소와 증가 중 하나이다.

- (가) 남획으로 인해 늑대의 개체 수가 급격히 감소하였다.
- (나) 늑대의 먹이인 사슴의 개체 수가 (㉠)하였다.
- (다) 사슴의 먹이인 식물이 감소하고 초원이 황폐해졌다.
- (라) 늑대의 개체 수를 복원하자 사슴의 개체 수가 (㉡)하였다.
- (마) 식물이 증가하고 생태계 평형이 회복되었다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 먹이 관계 이외의 다른 요인은 고려하지 않는다.)

- ㄱ. ㉠은 감소이다.
- ㄴ. 먹이 관계는 생태계평형 유지에 관여한다.
- ㄷ. 식물의 에너지 중 일부는 사슴에게 전달된다.

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

Theme 8 : 실전 적용 문제

55

다음은 생물 다양성에 대한 학생 A~C의 발표 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 8 : 실전 적용 문제

56

다음은 두 지역의 생태계에 대한 설명이다.

- 생태계 A는 1개의 먹이 사슬로 구성되어 있고, 생태계 B는 여러 먹이 사슬이 얹힌 먹이 그물이 형성되어 있다.
- 생태계 A와 B에는 모두 ㉠ → 다람쥐 → 올빼미로 이어지는 먹이 관계가 있다.
- 생태계 B에는 ㉠ → 토끼 → 올빼미, ㉠ → 메뚜기 → 개구리 → 올빼미로 이어지는 먹이 관계도 있다.
- ㉠은 빛에너지를 이용하여 스스로 양분을 만든다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 먹이 관계 이외의 다른 요인은 고려하지 않는다.)

- ㄱ. ㉠은 생산자이다.
- ㄴ. 생태계 평형은 A에서가 B에서보다 잘 유지된다.
- ㄷ. B에서 올빼미는 2차 소비자이면서 3차 소비자이기도 하다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

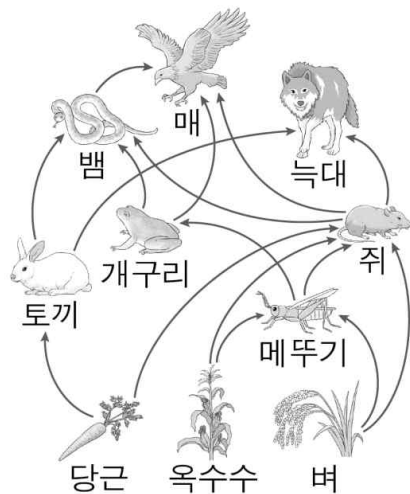
Theme 8 : 실전 적용 문제

2019년 고2 3월
생명과학 I 19번

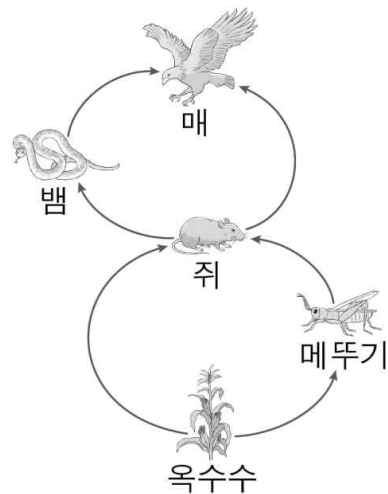
57

그림은 생태계 A와 B의 먹이 그물을 나타낸 것이다. 생물 다양성은

A에서가 B에서보다 높다.



생태계 A



생태계 B

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A에서 메뚜기는 2차 소비자이다.
- ㄴ. B에서 쥐가 사라지면 뱀도 사라진다.
- ㄷ. A와 B 중 생태계 평형이 더 안정적으로 유지되는 생태계는 B이다.

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

Theme 8 : 실전 적용 문제

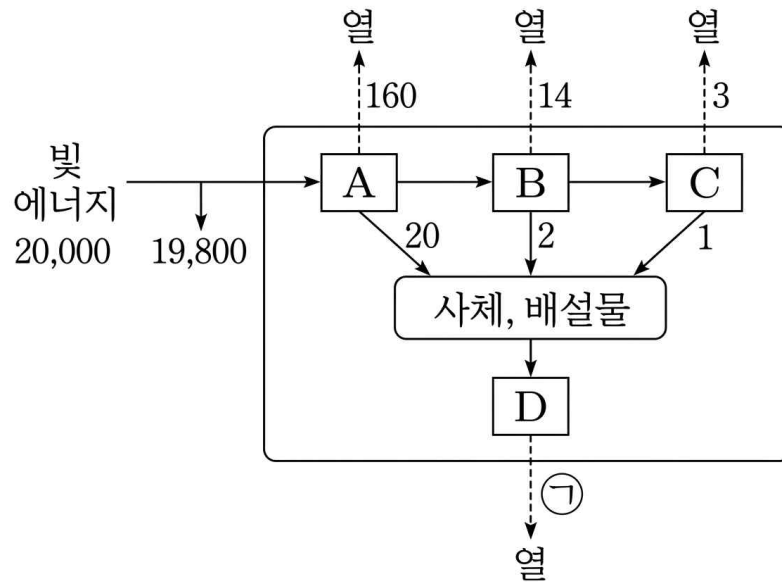
2016년 고2 11월

생명과학 I 12번

58

그림은 어떤 안정된 생태계의 에너지 흐름을 나타낸 것이다. A~D는

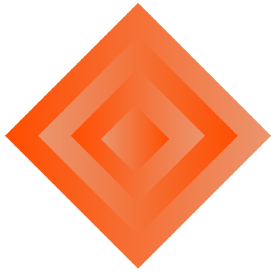
생물적 요소이고, ㉠은 에너지양이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 에너지량은 상댓값으로 나타낸 것이다.)

- ㄱ. A는 생산자이다.
 ㄴ. 에너지 효율은 B보다 C가 높다.
 ㄷ. ㉠은 23이다.

- ① ㄱ
 ② ㄴ
 ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ
 ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



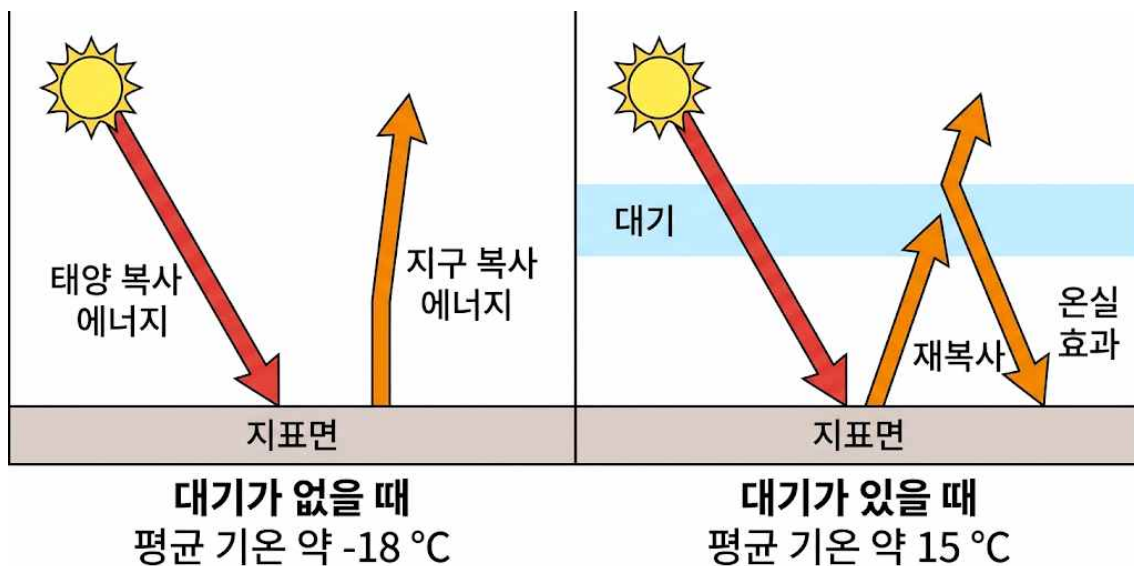
Theme 9 : 온실 효과와 지구 온난화

1. 온실 효과와 복사 평형

1) 온실 효과

지구 대기 중의 온실 기체는 파장이 짧은 태양 복사 에너지는 대부분 통과시키지만, 지표에서 방출하는 파장이 긴 지구 복사 에너지는 흡수한다. 흡수한 에너지의 일부를 다시 지표로 방출하므로 지표는 태양으로부터 받는 에너지 외에 대기로부터도 에너지를 받게 된다. 그 결과 지구의 평균 기온이 대기가 없을 때보다 높게 유지되는데, 이를 온실 효과라 한다.

▼ 지구에 대기가 있을 때와 없을 때의 차이



대기가 있는 지구의 평균 기온은 약 15 °C이지만, 대기가 없다면 지표가 방출한 지구 복사 에너지가 그대로 우주로 빠져나가므로 평균 기온은 약 -18 °C에 머무를 것이다. 또한 대기가 없으면 낮에 받은 열을 밤에 붙잡아 둘 수 없어 일교차도 훨씬 커진다.

여기서 주의할 점은, 온실 효과가 있어도 지구는 여전히 복사 평형 상태라는 것이다. 온실 효과는 지구가 방출하는 에너지의 총량을 줄이는 것이 아니라, 지표가 더 높은 온도에서 복사 평형을 이루도록 만드는 것이다.

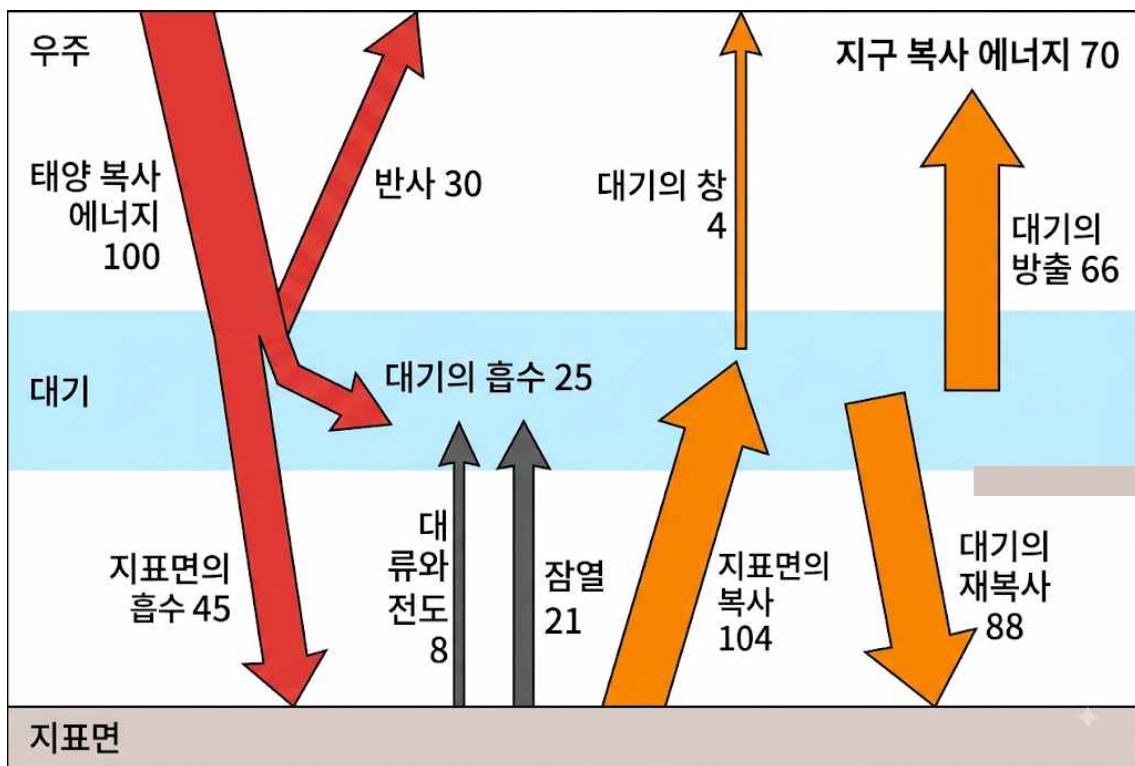
온실 기체

온실 효과를 일으키는 기체로, 지구 복사 에너지인 적외선을 잘 흡수하는 성질을 가진다. 수증기, 이산화 탄소, 메테인, 산화 이질소, 오존 등이 있다.

2) 복사 평형

지구는 흡수한 태양 복사 에너지와 같은 양의 지구 복사 에너지를 우주로 방출한다. 이처럼 물체가 흡수하는 만큼의 에너지를 방출하여 에너지의 출입이 균형을 이루는 상태를 복사 평형이라 한다. 지구가 복사 평형을 이루고 있기 때문에 지구의 연평균 기온은 일정하게 유지되며, 이 상태에서 지표와 대기, 우주 사이에 나타나는 에너지의 출입 관계를 지구의 열수지라 한다.

▼ 복사 평형 상태에 있는 지구 열수지



2. 위도별 에너지 불균형

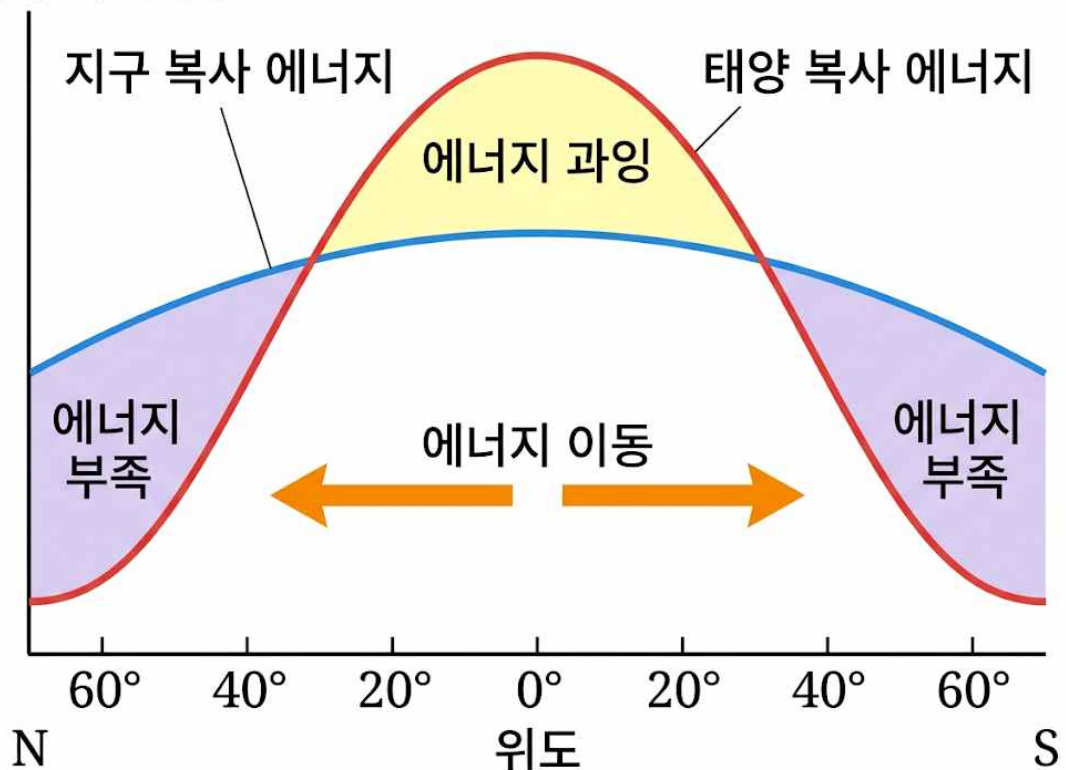
지구 전체로는 복사 평형이 이루어지지만, 위도별로 보면 균형이 맞지 않는다. 태양 복사 에너지가 지표에 닿는 각도가 위도에 따라 다르기 때문이다. 적도 부근은 태양 빛이 거의 수직으로 들어와 좁은 면적에 많은 에너지가 집중되는 반면, 극지방은 비스듬히 들어와 같은 양의 에너지가 넓은 면적에 퍼진다.

그 결과 저위도 지역(적도~위도 약 38°)에서는 태양 복사 에너지 흡수량이 지구 복사 에너지 방출량보다 커서 그 차이만큼 에너지가 남고, 고위도 지역(위도 약 38° ~극)에서는 방출량이 흡수량보다 커서 그 차이만큼 에너지가 부족하다.

그럼에도 저위도가 계속 뜨거워지거나 고위도가 계속 차가워지지 않는 까닭은, 대기와 해수의 순환이 남는 에너지를 저위도에서 고위도로 운반하기 때문이다.

▼ 위도별 에너지 불균형과 지구의 복사 평형

복사 에너지양



3. 지구 온난화

대기 중 온실 기체의 양이 늘어나면서 온실 효과가 강해져 지구의 평균 기온이 점점 상승하는 현상을 지구 온난화라 한다.

1) 지구 온난화의 원인

산업 혁명 이후 화석 연료 사용량이 급격히 늘고, 무분별한 삼림 벌채와 가축 사육이 이어지면서 대기 중 온실 기체의 양이 증가하였다. 삼림 벌채는 이산화 탄소를 흡수하던 숲을 줄이고, 가축 사육은 퇴사김질 과정에서 메테인을 배출한다. 이 가운데 가장 큰 원인은 화석 연료 사용에 따른 대기 중 이산화 탄소 농도의 증가이다.

2) 지구 온난화가 일어나는 과정

대기 중 온실 기체 증가

- 대기가 지표에서 방출된 지구 복사 에너지를 더 많이 흡수
- 대기에서 지표로 재복사하는 에너지양 증가
- 지표가 흡수하는 에너지양 증가
- 지표의 온도가 올라가 더 높은 온도에서 복사 평형을 이룸
- 지구의 평균 기온 상승

앞서 살펴본 것처럼 지구는 온난화가 진행되는 동안에도 복사 평형을 이룬다. 달라지는 것은 평형이 성립하는 온도이다.

지구의 평균 기온과 대기 중 이산화 탄소의 농도

1880년 이후 대기 중 이산화 탄소의 농도는 계속 증가해 왔으며, 최근으로 올수록 증가 속도가 빨라지고 있다. 지구의 평균 기온 편차 역시 같은 경향으로 변하는데, 두 값의 변화 경향이 서로 닮았다는 점에서 이산화 탄소 농도의 증가가 지구 온난화의 주요 원인임을 알 수 있다. 한편 최근 약 30년 동안 우리나라의 평균 기온 상승 폭은 지구 전체 평균보다 크게 나타났다.

3) 지구 온난화의 영향과 대책

지구 온난화의 영향	- 해수면 상승: 평균 기온이 높아지면 극지방과 고산 지대의 빙하가 녹아 바다로 흘러들고, 해수의 온도가 올라가면 물이 열팽창하여 부피가 늘어난다. 두 가지가 함께 작용하여 해수면이 상승하고, 그 결과 해안 저지대가 물에 잠겨 육지 면적이 줄어든다. 이는 사람의 생활 공간과 생물의 서식지, 그리고 경작지 감소로 이어진다. - 이때 빙하가 녹으면 태양 복사 에너지를 반사하던 흰 표면이 줄어들어 지표의 반사율이 낮아진다. 그만큼 지표가 흡수하는 에너지가 늘어나 기온이 더 오르고, 기온이 오르면 빙하가 더 녹는다. 이처럼 지구 온난화의 결과가 다시 원인을 강화하여 변화가 가속되는 것이 이 현상의 특징이다. - 기상 이변: 강수량과 증발량의 분포가 달라지면서 지역에 따라 홍수와 가뭄이 잦아지고, 해수면 온도 상승으로 강한 태풍이 자주 발생하여 피해가 커진다. - 생태계 변화: 기후대가 이동하면서 우리나라에서는 아열대 기후 지역이 북상하고 식생 분포가 달라진다. 변화 속도를 따라가지 못하는 생물은 서식지를 잃어 생물다양성이 줄어든다.
대책	- 온실 기체 배출량 줄이기: 화석 연료 사용을 줄이고, 온실 기체가 발생하지 않는 태양광·풍력 등의 신재생 에너지를 개발하여 대체한다. 에너지 효율을 높이는 기술을 개발하는 것도 같은 효과를 낸다. - 온실 기체의 농도 낮추기: 무분별한 벌목을 막고 숲의 면적을 늘려, 식물의 광합성을 통해 대기 중 이산화 탄소를 흡수하도록 한다. - 국제적 협력: 온실 기체는 배출한 나라에만 영향을 주는 것이 아니므로 한 나라의 노력만으로는 해결되지 않는다. 파리 협정과 같은 기후 변화 관련 국제 협약을 맺고 이를 지켜 나가야 한다.

해수의 열팽창

물질은 온도가 높아지면 부피가 늘어나는데, 이를 열팽창이라 한다. 해수도 마찬가지로 수온이 높아지면 질량은 그대로인 채 부피만 늘어나며, 그 결과 해수면이 상승한다. 이는 육지의 빙하가 녹아 바다로 흘러드는 것과 함께 지구 온난화에 따른 해수면 상승의 주요 원인이다.

Theme 9 : 빈칸 채우기 문제

1. 물체가 흡수하는 만큼의 에너지를 방출하여 에너지의 출입이 균형을 이루는 상태를 ()이라 하며, 지구가 이 상태를 이루고 있으므로 연평균 기온이 일정하게 유지된다.
2. 온실 기체가 흡수한 에너지의 일부를 다시 지표로 방출함으로써 지구의 평균 기온이 대기가 없을 때보다 높게 유지되는 현상을 ()라 한다.
3. 온실 효과를 일으키는 기체를 온실 기체라 하며, 수증기, (), 메테인, 산화 이질소, 오존 등이 있다.
4. 온실 기체가 늘어나면 대기가 지표에서 방출된 에너지를 더 많이 흡수하여 지표로 ()하는 에너지양이 늘어나고, 그 결과 지구는 더 () 온도에서 복사 평형을 이룬다.
5. 빙하가 녹으면 태양 복사 에너지를 반사하던 표면이 줄어 지표의 ()이 낮아지고, 그만큼 흡수하는 에너지가 늘어나 기온이 더 올라간다.
6. 해수면이 상승하면 해안 ()가 침수되어 육지 면적이 줄고, 생활 공간과 생물의 서식지, 경작지가 ()한다.
7. 지구 온난화의 대책으로는 화석 연료를 대체할 () 에너지를 개발하는 것과, 숲의 면적을 늘려 ()을 통해 대기 중 이산화 탄소를 흡수하도록 하는 것 등이 있다.
8. 온실 기체는 배출한 나라에만 영향을 주는 것이 아니므로, 파리 협정과 같은 기후 변화 관련 ()을 맺어 함께 대응해야 한다.
9. 온실 기체는 파장이 짧은 태양 복사 에너지는 대부분 ()시키지만, 파장이 긴 지구 복사 에너지는 ()한다.
10. 대기가 있는 지구의 평균 기온은 약 () °C이지만, 대기가 없다면 약 -18 °C에 머무를 것이며 ()도 훨씬 커질 것이다.

정답: 1. 복사 평형 2. 온실 효과 3. 이산화 탄소 4. 재복사, 높은 5. 반사율 6. 저지대, 감소

7. 신재생, 광합성 8. 국제 협약 9. 통과, 흡수 10. 15, 일교차

Theme 9 : 실전 적용 문제

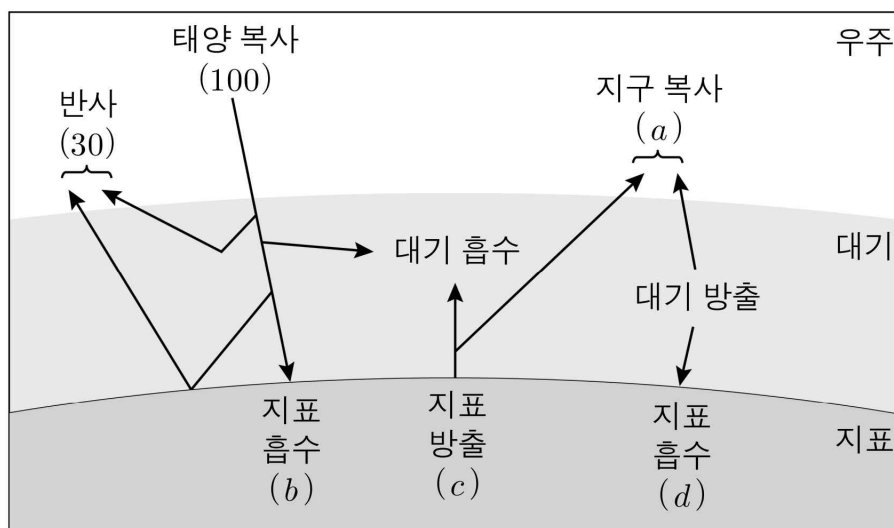
2026년 고2 6월

통합과학 19번

59

그림은 지구에 도달하는 태양 복사 에너지량을 100이라고 할 때,

복사 평형 상태에 있는 지구 열수지를 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. a는 100이다.
- ㄴ. b는 c보다 크다.
- ㄷ. 대기 중 온실 기체의 농도가 증가하면 d가 증가한다.

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

Theme 9 : 실전 적용 문제

2022년 고1 3월

통합과학 19번

60

다음은 지구의 복사 평형의 원리를 알아보기 위한 실험이다.

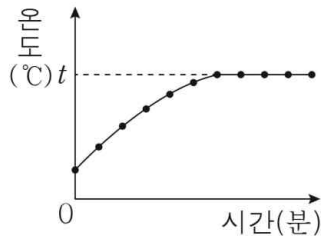
[실험 과정]

(가) 검은색 알루미늄 컵에 온도계를 꽂은 뚜껑을 덮고, 적외선 가열 장치에서 30 cm 정도 떨어진 곳에 컵을 놓는다.



(나) 적외선 가열 장치를 켜고 2분 간격으로 컵 안의 온도를 측정하여 그래프를 그린다.

[실험 결과]



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 적외선 가열 장치는 태양에 해당한다.
- ㄴ. 컵 안의 온도가 $t^{\circ}\text{C}$ 에 도달했을 때 컵이 흡수하는 에너지와 방출하는 에너지의 양은 같다.
- ㄷ. 컵과 적외선 가열 장치의 거리를 40cm로 하면 컵 안의 온도는 $t^{\circ}\text{C}$ 보다 높은 온도에서 일정해진다.

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

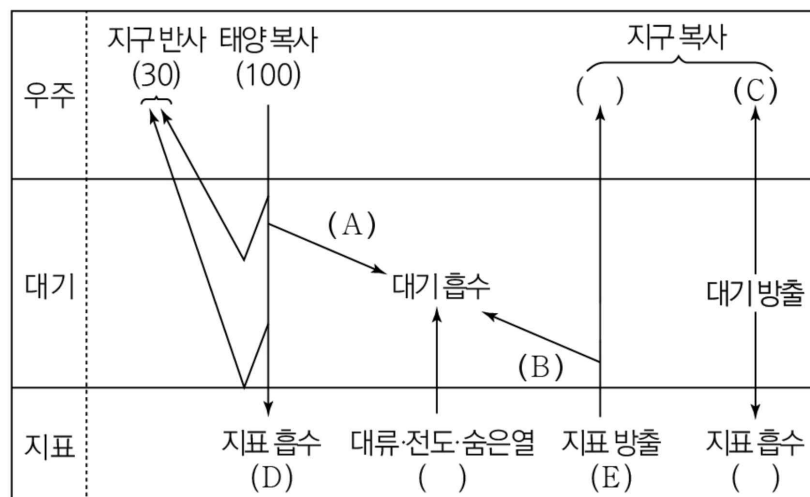
Theme 9 : 실전 적용 문제

2022년 고3 7월
지구과학 I 12번

61

그림은 지구에 도달하는 태양 복사 에너지의 양을 100이라고 할 때,

복사 평형 상태에 있는 지구의 에너지 출입을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

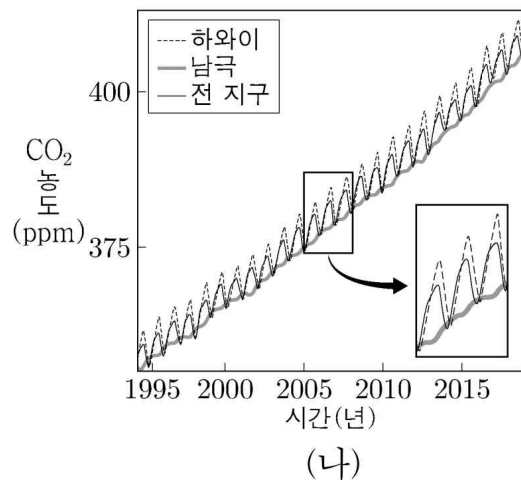
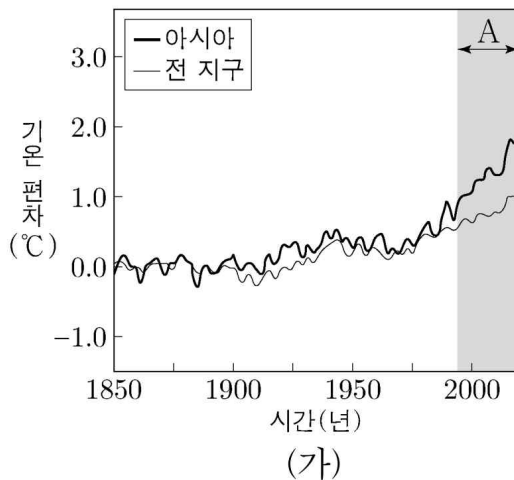
- ㄱ. $A + B - C = E - D$ 이다.
- ㄴ. 지구 온난화가 진행되면 B가 증가한다.
- ㄷ. C는 주로 적외선 영역으로 방출된다.

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

Theme 9 : 실전 적용 문제

62 그림 (가)는 1850~2019년 동안 전 지구와 아시아의 기온 편차

(관측값-기준값)를, (나)는 (가)의 A 기간 동안 대기 중 CO₂ 농도를 나타낸 것이다. 기준값은 1850~1900년의 평균 기온이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가) 기간 동안 기온의 평균 상승률은 아시아가 전 지구보다 크다.
- ㄴ. (나)에서 CO₂ 농도의 연교차는 하와이가 남극보다 크다.
- ㄷ. A 기간 동안 전 지구의 기온과 CO₂ 농도는 높아지는 경향이 있다.

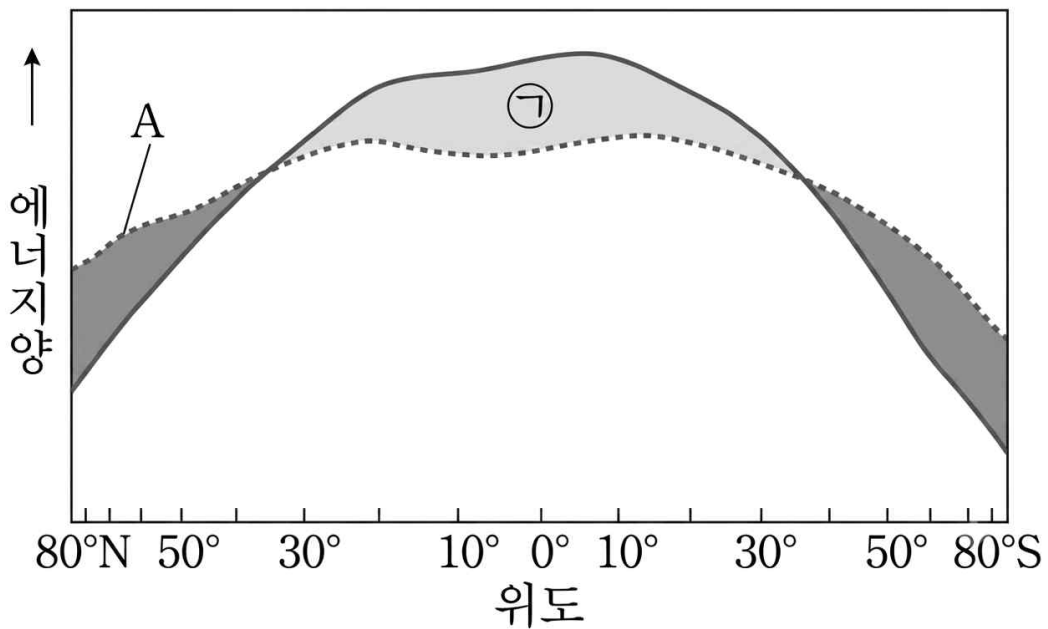
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 9 : 실전 적용 문제

2015년 고2 3월
지구과학 I 10번

63

그림은 위도별 지구 복사 에너지양과 태양 복사 에너지양을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A는 태양 복사 에너지양이다.
- ㄴ. ㉠은 에너지 과잉량이다.
- ㄷ. 대기와 해수의 순환에 의하여 고위도와 저위도 사이의 에너지 불균형이 해소된다.

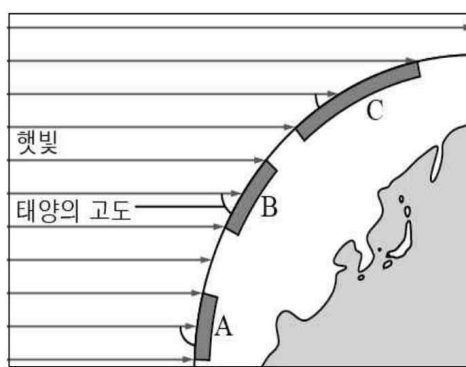
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 9 : 실전 적용 문제

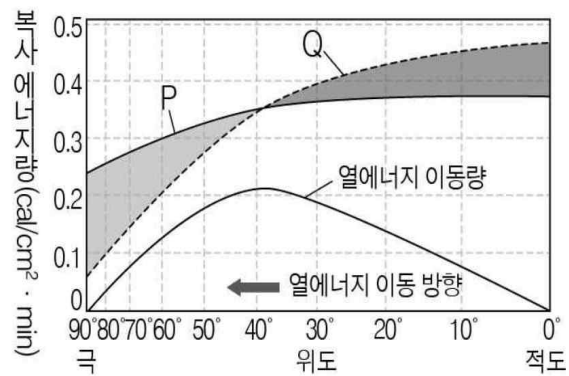
2014년 고1 9월

지구과학 4번

64 그림 (가)는 세 지역에서 태양의 고도를, (나)는 위도에 따른 태양 복사 에너지와 지구 복사 에너지의 양을 나타낸 것이다.



(가)

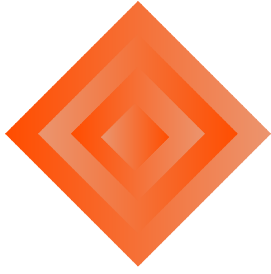


(나)

이에 대한 설명을 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)에서 A, B, C의 단위 면적에 들어오는 태양 복사 에너지량은 모두 같다.
- ㄴ. (나)에서 P는 태양 복사 에너지, Q는 지구 복사 에너지이다.
- ㄷ. (가)의 A 지역은 P보다 Q가 많다.

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



Theme 10 : 지구 환경 변화와 인간 생활

1. 대기 대순환

대기 대순환은 지구 전체 규모에서 일어나는 대기의 순환으로, 지구 자전의 영향으로 북반구와 남반구에 각각 3개의 순환 세포가 나타난다.

대기 대순환의 순환 세포

- 해들리 순환: 적도와 위도 30° 사이의 저위도에서 일어나는 직접 순환
→ 무역풍 형성 (동 → 서)
- 페렐 순환: 위도 30° 와 60° 사이의 중위도에서 일어나는 간접 순환
→ 편서풍 형성 (서 → 동)
- 극순환: 위도 60° 와 극 사이의 고위도에서 일어나는 직접 순환
→ 극동풍 형성 (동 → 서)

바람의 이름

바람은 불어오는 쪽의 방향을 따라 이름을 붙인다. 편서풍은 서쪽에서 동쪽으로 부는 바람이고, 극동풍은 동쪽에서 서쪽으로 부는 바람이다.

① 대기 대순환의 원동력:

대기 대순환의 발생 원인: 앞서 살펴본 것처럼 지구는 위도에 따라 흡수하는 태양 복사 에너지의 양이 달라, 저위도에는 에너지가 남고 고위도에는 부족하다. 이 온도 차이 때문에 적도의 따뜻한 공기는 상승하고 극지방의 차가운 공기는 하강하면서 대기가 움직인다.

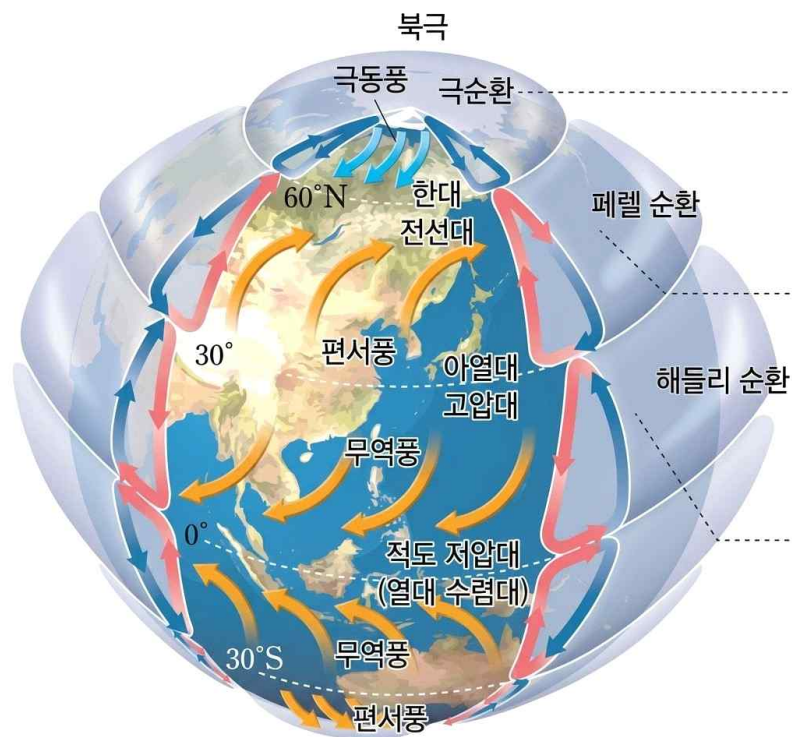
② 북반구와 남반구에 각각 세 개의 순환 세포가 만들어지는 이유:

만약 지구가 자전하지 않는다면 적도에서 상승한 공기가 극까지 곧바로 이동하는 하나의 큰 순환만 생길 것이다. 그러나 실제로는 지구가 자전하면서 이동하는 공기의 방향이 휘어지기 때문에, 북반구와 남반구에 각각 세 개의 순환 세포가 만들어진다.

③ 대기 대순환의 역할:

저위도에 남는 에너지를 고위도로 운반하여 위도에 따른 에너지 불균형을 완화한다. 또한 지표 부근에서 일정한 방향으로 꾸준히 부는 바람이 해수면을 끌어서 해수의 표층 순환을 만든다.

▼ 대기 대순환



2. 해수의 표층 순환

대기 대순환에 의해 한 방향으로 꾸준히 부는 바람이 해수면과 마찰을 일으키면, 표층의 해수가 바람의 방향을 따라 흐른다. 이 흐름이 고리 모양으로 이어진 것을 표층 순환이라 한다.

표층 순환의 분포

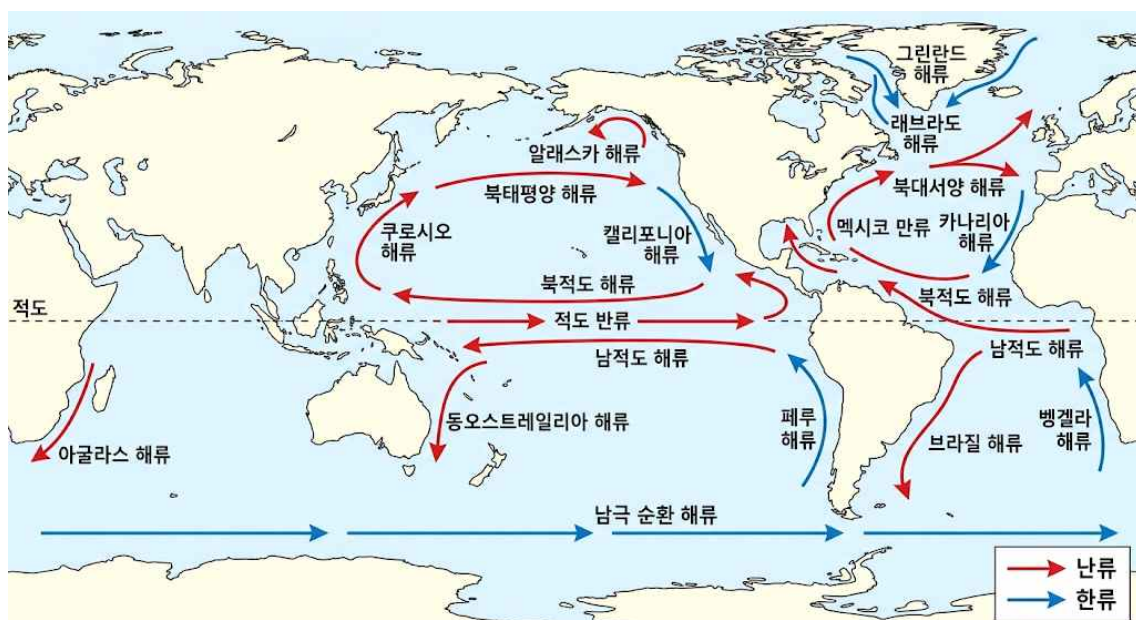
저위도의 해수는 무역풍의 영향으로 동쪽에서 서쪽으로 흐르고, 중위도의 해수는 편서풍의 영향으로 서쪽에서 동쪽으로 흐른다. 이렇게 동서 방향으로 흐르던 해수가 대륙에 막혀 남북 방향으로 방향을 바꾸면서, 위도 30° 부근을 중심으로 하는 커다란 고리 모양의 순환이 만들어진다. 이를 아열대 순환이라 한다.

북반구에서는 순환의 남쪽 해류가 서쪽으로, 북쪽 해류가 동쪽으로 흐르므로 아열대 순환이 시계 방향이 된다. 남반구에서는 이와 대칭이 되어 시계 반대 방향으로 순환한다.

표층 순환의 역할:

저위도에서 고위도로 흐르는 해류는 따뜻한 물을, 고위도에서 저위도로 흐르는 해류는 차가운 물을 운반한다. 이를 통해 표층 순환도 대기 대순환과 함께 위도에 따른 에너지 불균형을 완화한다.

▼ 해수의 표층 순환



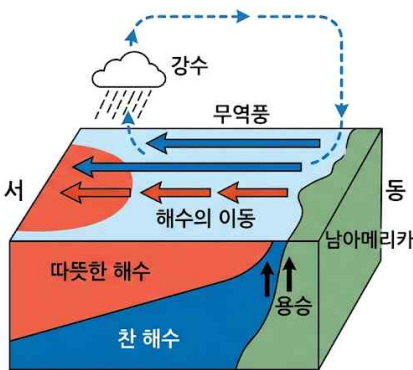
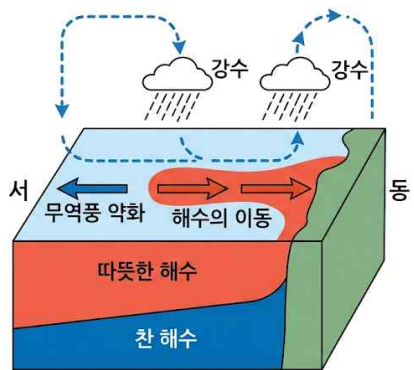
3. 엘니뇨와 사막화

① 엘니뇨

엘니뇨는 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높은 상태가 수개월 이상 지속되는 현상이다. 엘니뇨가 발생하면 평상시보다 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 높아지고, 적도 부근 서태평양의 표층 수온은 낮아진다.

발생 원인: 무역풍의 세기가 달라지면 표층 해수의 흐름이 바뀌고, 그 결과 달라진 표층 수온이 다시 대기의 기류와 기압 분포에 영향을 준다. → 기권과 수권의 상호작용

발생 과정: 태평양 적도 부근에서 부는 무역풍이 평상시보다 약해짐 → 적도 부근의 따뜻한 표층 해수가 서쪽으로 이동하는 흐름이 약해져, 따뜻한 해수가 평상시보다 동쪽에 분포함 → 동태평양(페루 연안)에서 깊은 곳의 찬 해수가 올라오는 용승이 평상시보다 약해짐 → 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 평년보다 높아짐

구분	평상시	엘니뇨 발생 시
모식도		
표층 수온 분포	동태평양 적도 부근 해역에서 용승으로 표층 수온이 낮다.	동태평양 적도 부근 해역에서 용승의 약화로 표층 수온이 평상시보다 높다.
대기와 해수의 흐름	무역풍에 의해 적도 부근의 따뜻한 해수가 동쪽에서 서쪽으로 이동	무역풍이 약화되어 적도 부근의 따뜻한 해수가 평상시에 비해 동쪽으로 이동

동태평양 해역 (남아메리카 연안)	-깊은 곳에서 찬 해수가 용승한다. →같은 위도의 서태평양 해역보다 따뜻한 해수층의 두께가 얇고, 표층 수온이 낮다. -하강기류인 고기압이 분포하여 하강 기류가 발달한다. → 날씨가 맑다.	-깊은 곳에서 찬 해수의 용승이 약해진다. → 평상시보다 따뜻한 해수층의 두께가 두껍고, 표층 수온이 높다. -저기압이 분포하여 상승 기류가 발달한다. → 강수량이 증가하고, 홍수가 발생한다.
서태평양 해역 (인도네시아 연안)	-따뜻한 해수가 서쪽으로 이동하여 표층 수온이 높다 -저기압이 분포하여 상승기류가 발달하고, 이에 따라 강수량이 상승한다.	-따뜻한 해수의 이동이 적어지므로 평상시보다 표층 수온이 낮다. -고기압이 분포하여 하강 기류가 발달한다. → 강수량이 감소하고, 가뭄이 발생한다.

엘니뇨 발생 시

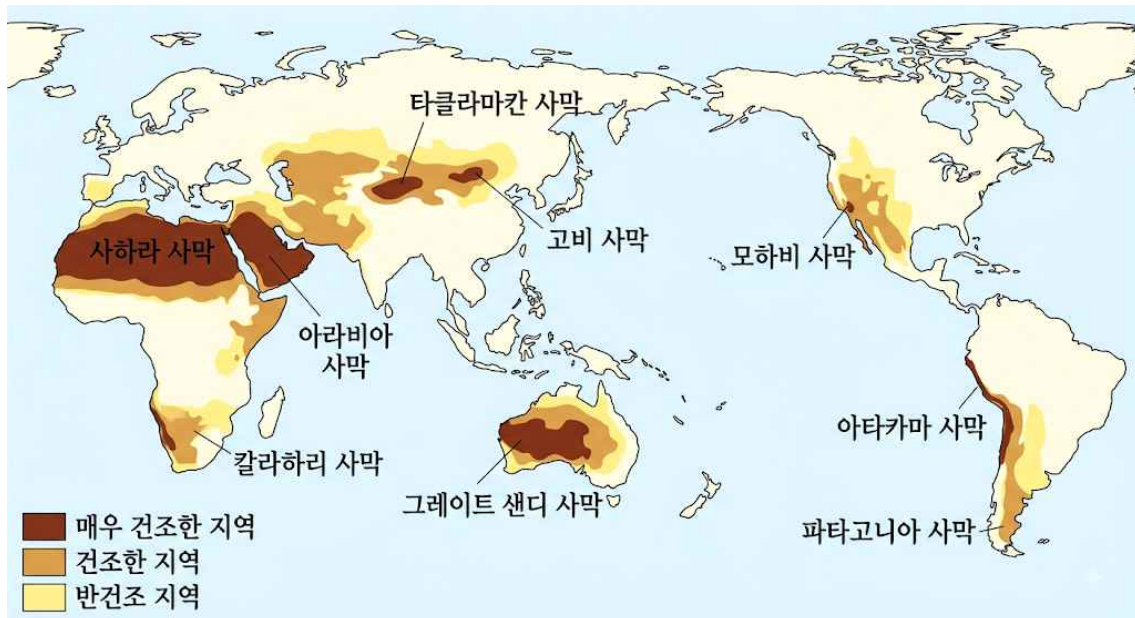
엘니뇨가 발생하면 평상시보다 적도 부근 동태평양의 표층 수온이 높아지고, 적도 부근 서태평양의 표층 수온이 낮아진다.

엘니뇨가 미치는 영향: 엘니뇨는 대기와 해양의 상호작용으로 나타나는 현상이다. 적도 부근 태평양의 표층 수온 분포와 해수의 흐름이 달라지면 그 위를 흐르는 대기의 순환도 함께 달라지고, 이 변화는 적도 부근에 머무르지 않고 세계 여러 지역의 기후로 이어진다. 그 결과 평상시와 다른 이상 기후가 나타나, 어떤 지역에서는 가뭄과 산불이 발생하고 다른 지역에서는 집중 호우와 홍수가 발생한다. 이러한 변화는 인간 생활에도 영향을 주어 농작물의 재배지와 수확량이 달라지고, 생물의 서식지와 개체 수도 변한다.

② 사막화

사막화는 사막 주변 지역의 토지가 황폐해져 점차 사막으로 변해 가는 현상이다.

▼ 사막과 사막화 지역



사막과 사막화 지역:

- 사막 지역: 대기 대순환에 의해 하강 기류가 지속적으로 발달하는 남·북위 20°~30° 부근에 주로 분포한다. 하강 기류가 발달하는 곳은 맑고 건조한 날씨가 이어져 증발량이 강수량보다 많기 때문이다.
- 사막화 지역: 사막 주변의 반건조 지역에서 토지가 황폐해져 사막이 점차 넓어지고 있는 지역이다.

사막화의 발생 원인:

- 자연적 원인: 대기 순환의 변화로 강수량이 줄어 가뭄이 길어지고, 토지의 건조화가 진행되는 것 등
- 인위적 요인: 과잉 경작, 과도한 가축 방목, 무분별한 삼림 벌채, 부실한 수자원 관리 등. 최근에는 인간 활동에 따른 지구 온난화가 강수량 분포를 바꾸어 사막화를 가속하고 있다.

사막화의 영향:

- 식물이 자라기 어려운 땅이 늘어나 생물의 서식지가 줄고, 생물 다양성이 감소한다.
- 물 부족이 심해지고, 황사의 발생 빈도가 잦아지며 강도도 강해진다.
- 경작지가 줄어 작물 수확량이 감소하고, 식량 부족이 심해진다.

사막화의 대책:

- 삼림 벌채를 줄여 대규모 삼림 조성하기, 가축 방목 및 경작지 줄이기 등
- 국제적으로 사막화 방지 협약 등 사막화 방지에 다양한 노력하기

사막화의 발생 과정

삼림 벌채 → 지표의 반사율 증가 → 하강 기류 형성 → 지표가 건조해짐 → 사막화

4. 환경 변화의 영향과 대처 방안

현재와 같은 추세로 온실 기체가 계속 배출된다면 대기 중 온실 기체의 농도는 꾸준히 증가할 것이고, 지구 온난화도 계속 진행될 것이다. 지구 온난화로 나타나는 기후 변화는 생태계를 포함한 지구 환경에 큰 영향을 주고 인류의 삶을 위협할 수 있다. 따라서 온실 기체의 배출을 줄이고 이미 나타난 환경 변화에 대응하기 위한 노력이 개인적 차원과 사회적 차원 모두에서 필요하다.

▼ 기후 변화로 발생하는 지구 환경 변화에 대한 대처 방안

일상생활에서의 노력	온실 기체 배출을 줄이기 위한 노력과 실천 필요 : 예) 대중교통 이용하기, 일회용품 사용 줄이기, 자원 재활용하기, 에너지 소비 효율이 높은 제품 사용하기 이러한 실천은 모두 화석 연료의 사용량과 제품의 생산·폐기 과정에 드는 에너지를 줄여 온실 기체 배출을 감소시킨다.
사회, 국가적 노력	기술 개발: 탄소 저감 기술, 지속가능한 에너지 사용 기술, 에너지 효율을 높이는 기술 개발 환경 변화에 대한 대응: 사막화가 진행되는 지역에 숲을 조성하고, 과도한 방목과 개간을 억제하기 국가 간 협력: 예) 유엔 기후 변화 협약 당사국 총회에 참여하여 국가별 온실 기체 감축 목표를 정하고 이행하기

유엔 기후 변화 협약(UNFCCC)

정식 명칭은 '기후 변화에 관한 국제 연합 기본 협약'으로, 온실 기체의 인위적인 배출을 제한하여 지구 온난화를 방지하기 위해 1992년에 채택된 협약이다. 이 협약을 이행하기 위한 후속 합의로는 선진국에 온실 기체 감축 의무를 부과한 교토 의정서(1997)와, 모든 당사국이 스스로 감축 목표를 정해 참여하는 파리 협정(2015)이 있다.

Theme 10 : 빈칸 채우기 문제

1. 지구 전체 규모에서 일어나는 대기의 순환을 ()이라 하며, 지구 ()의 영향으로 북반구와 남반구에 각각 3개의 순환 세포가 나타난다.
2. 적도와 위도 30° 사이의 저위도에서 일어나는 직접 순환을 ()이라 하며, 이 순환의 지표 부근에서는 ()이 분다.
3. 바람의 이름은 바람이 () 쪽의 방향을 따라 불이므로, 극순환의 지표 부근에서 부는 ()은 동쪽에서 서쪽으로 부는 바람이다.
4. 대기 대순환은 저위도에 남는 에너지를 ()로 운반하여 위도에 따른 에너지 ()을 완화한다.
5. 적도 부근 동태평양 해역의 표층 수온이 평년보다 높은 상태가 수개월 이상 지속 되는 현상을 ()라 한다.
6. 엘니뇨가 발생하면 동태평양 해역에는 ()이 분포하여 강수량이 증가하고 홍수가 발생하며, 서태평양 해역에는 ()이 분포하여 강수량이 감소하고 가뭄이 발생한다.
7. 사막 지역은 대기 대순환에 의해 () 기류가 지속적으로 발달하는 남·북위 20°~30° 부근에 주로 분포하며, 이 지역은 ()량이 강수량보다 많다.
8. 지표 부근에서 일정한 방향으로 꾸준히 부는 바람이 해수면과 ()을 일으키면 표층의 해수가 바람의 방향을 따라 흐르며, 이 흐름이 고리 모양으로 이어진 것을 ()이라 한다.
9. 대기 대순환이 일어나는 근본적인 원인은 위도에 따라 흡수하는 () 에너지의 양이 달라, 저위도에는 에너지가 남고 고위도에는 부족하기 때문이다.
10. 사막화를 막기 위해서는 삼림 벌채를 줄여 대규모 ()을 조성하고, 가축 방목과 ()를 줄이는 노력이 필요하다.

정답: 1. 대기 대순환, 자전 2. 해들리 순환, 무역풍 3. 불어오는, 극동풍 4. 고위도, 불균형 5. 엘니뇨
6. 저기압, 고기압 7. 하강, 증발 8. 마찰, 표층 순환 9. 태양 복사 10. 삼림, 경작지

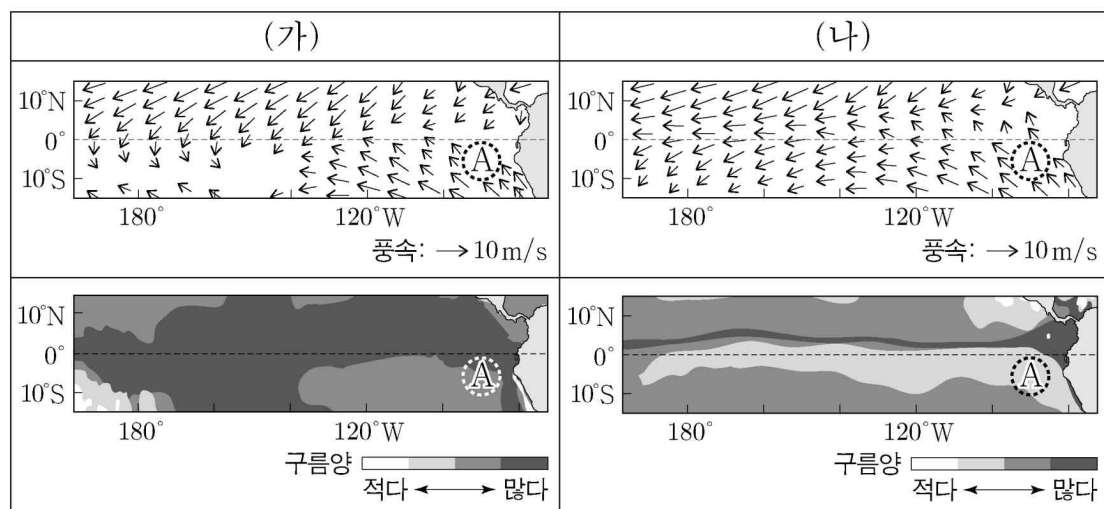
Theme 10 : 실전 적용 문제

2018년 고3 수능
지구과학 I 12번

65

표의 (가)와 (나)는 태평양 적도 부근 해역에서 관측된 바람과

구름양의 분포를 엘니뇨 시기와 라니냐 시기로 구분하여 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 태평양 적도 부근 해역에서 구름양은 라니냐 시기가 엘니뇨 시기보다 많다.
 ㄴ. A 해역의 수온은 (가)가 (나)보다 높다.
 ㄷ. 남적도 해류는 (가)가 (나)보다 강하다.

- ① ㄱ
 ② ㄴ
 ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ
 ⑤ ㄱ, ㄷ

Theme 10 : 실전 적용 문제

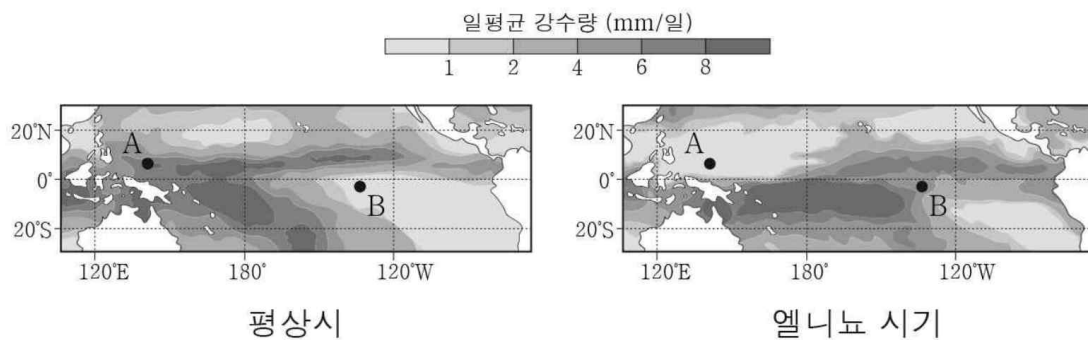
2022년 고1 11월

통합과학 19번

66

그림은 평상시와 엘니뇨 시기의 태평양 적도 부근 해역에서의

일평균 강수량을 각각 나타낸 것이다.



평상시와 비교할 때, 엘니뇨 시기에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 무역풍의 세기가 약하다.
- ㄴ. A 해역의 일평균 강수량이 적다.
- ㄷ. B 해역의 평균 표층 수온이 높다.

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

Theme 10 : 실전 적용 문제

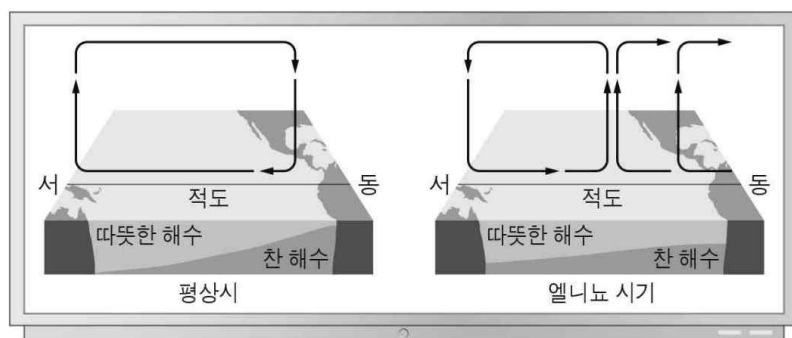
2025년 고1 10월

통합과학 22번

67

그림은 태평양 적도 부근 해역의 대기 순환 자료를 보며 교사와

학생이 나눈 대화이다.



엘니뇨가 발생하는 원인은 무엇일까요?

교사

(가)



학생



맞아요. 그러면 평상시와 비교할 때 엘니뇨 시기에 나타나는 현상을 설명해 볼까요?

교사

(나)



학생



정확하게 설명했어요.

교사

(가)와 (나)에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① (가): 무역풍의 세기가 강해지기 때문이에요.
- ② (가): 동태평양 적도 부근 해역에서 심층의 차가운 해수가 올라오는 현상이 강해지기 때문이에요.
- ③ (나): 동태평양 적도 부근 해역에서 상승 기류가 발달해요.
- ④ (나): 서태평양 적도 부근 해역에서 표층 수온이 높아져요.
- ⑤ (나): 서태평양 적도 부근 해역에서 강수량이 증가해요.

Theme 10 : 실전 적용 문제

2022년 고2 3월
지구과학 I 16번

68

다음은 온라인 수업에서 엘니뇨 시기의 태평양 적도 부근의

대기순환 자료를 보고 선생님과 학생들이 나눈 대화이다.

채팅

선생님: 이 시기에는 어떤 현상이 나타날까요?

학생 A: ㉠에서는 강수량이 평상시보다 많아집니다.

학생 B: ㉡의 해수면 온도는 평상시보다 높아져요.

학생 C: 무역풍의 세기는 평상시보다 약합니다.

채팅 입력하기

종료

답변 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 10 : 실전 적용 문제

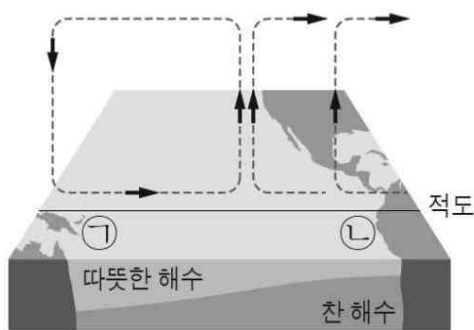
2019년 고1 11월

통합과학 19번

69

그림은 엘니뇨가 발생한 어느 시기의 태평양 적도 부근 대기의

순환과 해수의 연직 단면을, 표는 이 시기에 해역 ㉠과 ㉡ 중 한 곳에서 발생한 피해 상황을 나타낸 것이다.



피해 상황

- 폭우가 내림
- 심해의 차가운 물이 표층으로 올라오는 현상이 줄어들어서 어획량이 감소함

이 시기에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 표의 피해 상황은 ㉠에서 발생한 것이다.
 ㄴ. ㉡의 따뜻한 해수층 두께는 평상시보다 얇아진다.
 ㄷ. 무역풍의 세기는 평상시보다 약하다.

- ① ㄴ
 ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ
 ⑤ ㄴ, ㄷ

Theme 10 : 실전 적용 문제

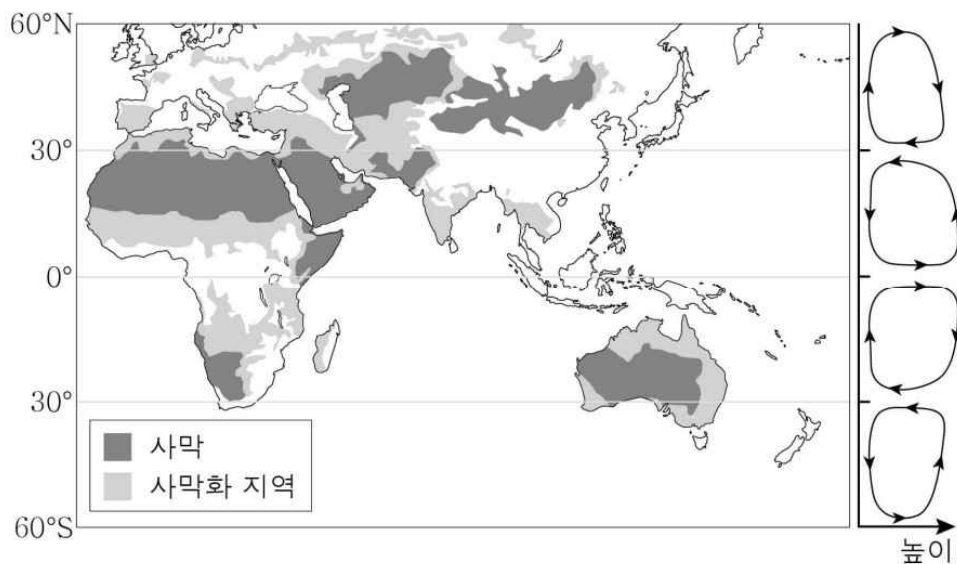
2020년 고2 3월

지구과학 I 3번

70

그림은 사막과 사막화 지역의 일부를 대기 대순환과 함께 나타낸

것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

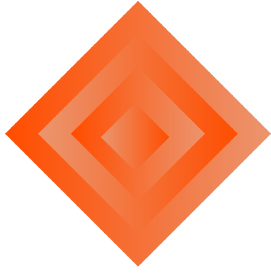
- ㄱ. 사막은 주로 대기 대순환의 상승 기류가 나타나는 위도에 분포한다.
- ㄴ. 과잉 경작이나 벌목은 사막화를 가속하는 원인이다.
- ㄷ. 중국과 몽골의 사막화는 우리나라의 황사 발생 일수를 증가시킬 수 있다.

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

Primer

통합과학 II

Chapter 4. 환경과 에너지 (2)



Theme 11 : 태양 에너지의 생성과 전환

1. 태양 에너지의 생성

① 태양

태양은 대부분 수소와 헬륨으로 이루어져 있으며, 중심부는 온도가 약 1500만 K에 이르는 초고온·고압 상태이다. 이러한 조건에서 원자는 원자핵과 전자로 분리되어 자유롭게 움직이는 플라스마 상태로 존재한다.

② 태양 에너지의 생성

2-1. 질량과 에너지의 관계: 질량과 에너지는 서로 전환될 수 있는 물리량이다. 핵반응이 일어나면 반응 후 입자들의 질량의 합이 반응 전보다 작아지는데, 이때 감소한 질량이 에너지로 전환되어 방출된다. 감소한 질량을 Δm 이라고 하면 방출되는 에너지 E 는 다음과 같다.

$$E = \Delta mc^2 \text{ (c: 빛의 속도)}$$

빛의 속도는 매우 큰 값이므로, 아주 작은 질량이 감소하더라도 막대한 에너지가 방출된다.

질량 결손

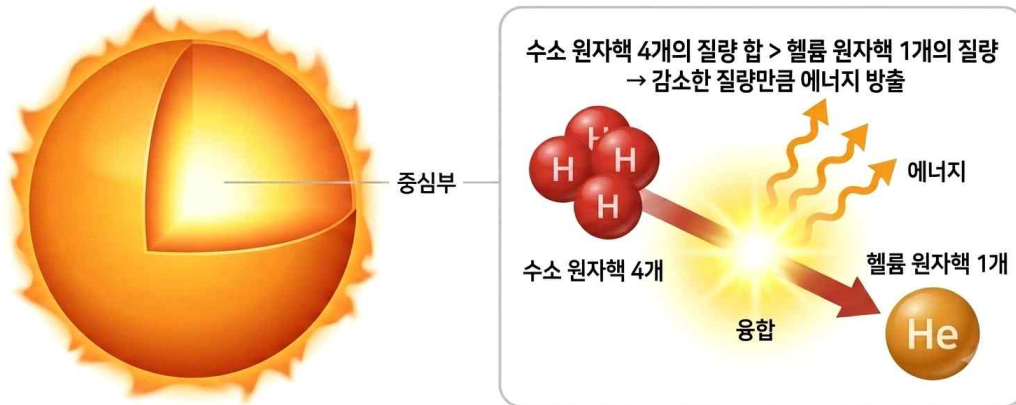
핵반응이 일어날 때 감소하는 질량, 즉 반응 전 질량의 합과 반응 후 질량의 합의 차이를 말한다. 질량 결손이 클수록 방출되는 에너지가 크다.

2-2. 태양 에너지의 생성: 태양의 중심부에서는 수소 핵융합 반응이 일어나며, 이때 생기는 질량 결손이 에너지로 전환되어 태양 에너지가 생성된다. 즉, 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 만들어질 때 감소한 질량만큼의 에너지가 방출된다.

핵융합 반응

두 개 이상의 가벼운 원자핵이 융합하여 무거운 원자핵이 되면서 에너지를 방출하는 반응이다. 원자핵은 (+)전하를 띠어 서로 밀어내므로, 핵융합이 일어나려면 원자핵들이 이 반발을 이기고 충돌할 만큼 온도가 높아야 한다. 태양의 중심부는 초고온의 플라스마 상태로 원자핵의 운동이 매우 활발하여, 수소 원자핵들이 서로의 반발을 이기고 융합하면서 막대한 에너지를 방출한다.

▼ 태양 중심부에서 일어나는 수소 핵융합 반응



3) 지구에서 태양 에너지의 역할

태양에서 생성된 에너지는 복사의 형태로 우주 공간으로 방출되며, 이 중 약 20억분의 1이 지구에 도달한다. 지구에 도달한 태양 에너지는 대기를 통과해 지표면에 이르러 여러 형태의 에너지로 전환되며, 다양한 자연 현상을 일으키고 생명체가 생명 활동을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

2. 태양 에너지의 전환과 흐름

① 태양 에너지

태양 에너지는 지구에서 곧바로 다른 에너지로 전환되기도 하고, 다른 형태로 전환되어 축적되었다가 오랜 시간이 지난 뒤에 다시 전환되기도 한다. 이러한 과정을 통해 지구에서는 여러 가지 에너지의 순환이 일어나며, 태양 에너지는 이 순환의 근원이 된다.

태양 에너지가 근원이 아닌 에너지

핵에너지: 우라늄과 같은 핵연료의 원자핵에 저장된 에너지로, 원자핵이 분열할 때 질량 결손에 의해 방출된다.

지구 내부 에너지: 지구 내부의 방사성 원소가 붕괴할 때 방출되는 열에너지 등에 의한 것으로, 맨틀 대류를 일으켜 판을 움직이며 지진과 화산 활동의 근원

조력 에너지: 주로 달과 지구 사이의 인력에 의해 밀물과 썰물이 일어나면서 생기는 에너지

② 태양 에너지의 전환: 태양에서 생성된 에너지는 지구에서 다양한 에너지로 전환되어 지구 환경과 모든 생명체에 영향을 준다.

- 1] 태양 전지는 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환시킨다. (빛에너지 → 전기 에너지)
- 2] 식물에 흡수된 태양의 빛에너지는 광합성을 통해 화학 에너지로 전환되어 영양분에 저장된다. (빛에너지 → 화학 에너지)
- 3] 식물은 태양의 빛에너지로 광합성을 하여 영양분을 만들고, 다른 생명체는 이 영양분을 이용해 생명 활동을 유지한다. 이러한 생명체의 유해가 땅속에 묻혀 오랜 시간에 걸쳐 석탄, 석유 등의 화석 연료가 되므로, 화석 연료에 저장된 에너지의 근원 역시 태양 에너지이다. (빛에너지 → 화학 에너지 → 화석 연료에 저장된 화학 에너지)
- 4] 지표와 대기에 흡수된 태양 복사 에너지는 열에너지로 전환되고, 이는 다시 역학적 에너지로 전환되어 바람, 해류, 파도, 강수 현상 등을 일으킨다. 바람은 해수면을 스치며 파도와 해류를 만들고, 물은 증발하여 대기로 올라갔다가 응결한 뒤 비나 눈으로 내린다. (태양 복사 에너지 → 열에너지 → 역학적 에너지)

태양 에너지를 이용한 발전

태양광 발전: 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 전환하는 발전 방식이다.

풍력 발전: 태양 에너지에 의해 발생하는 바람의 운동 에너지를 이용하는 발전 방식이다.

화력 발전: 태양 에너지가 오랜 시간에 걸쳐 축적된 화석 연료를 태워 얻는 열에너지를 이용하는 발전 방식이다.

③ 태양 에너지의 흐름: 태양 중심부에서 일어나는 수소 핵융합 반응으로 생성된 에너지는 빛(복사) 에너지의 형태로 지구에 도달한다. 이 에너지는 지구 시스템 안에서 여러 형태로 전환되면서 물과 탄소를 순환시키고, 그 과정에서 기상 현상, 생명 활동, 발전 등 다양한 변화를 일으킨다. 이때 물과 탄소 같은 물질은 순환하지만, 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르다가 최종적으로 열에너지의 형태로 우주로 방출된다.

물의 순환:

- 1) 지표와 해수면에 흡수된 태양 복사 에너지는 열에너지로 전환되고, 이 열에너지에 의해 물이 증발한다.
- 2) 상승한 수증기가 높은 곳에서 응결하여 구름이 되면, 구름 속 물방울은 높은 곳에 있으므로 위치 에너지를 가진다.
- 3) 물방울이 비나 눈이 되어 떨어지면 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
- 4) 육지의 높은 곳에 내린 물은 강의 상류나 댐에 모여 다시 위치 에너지의 형태로 저장된다.
- 5) 저장된 물이 낮은 곳으로 흐르거나 떨어질 때 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되고, 이 운동 에너지가 발전기의 터빈을 돌려 전기 에너지로 전환된다(수력 발전).
- 6) 물은 다시 바다로 흘러 들어가 순환하며, 이 과정에서 지구 전체 물의 양은 거의 일정하게 유지된다.

물의 순환에서 에너지 전환

태양의 열에너지 → 구름의 위치 에너지 → 비, 눈의 역학적 에너지 → 강의 상류, 댐에 저장된 물의 위치 에너지 → 수력 발전의 전기 에너지



▲ 물의 순환

탄소의 순환:

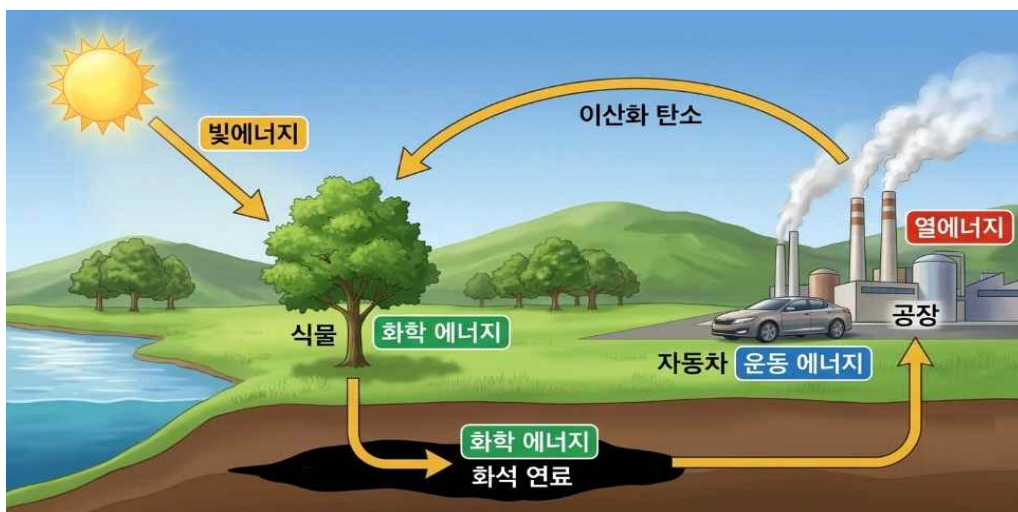
- 1] 식물은 광합성을 통해 대기 중 이산화 탄소와 물로 양분을 만들며, 이때 태양의 빛에너지가 양분의 화학 에너지로 저장된다.
- 2] 양분에 저장된 화학 에너지는 먹이 사슬을 따라 소비자에게 전달되고, 생명체는 호흡으로 양분을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻으면서 이산화 탄소를 대기로 배출한다.
- 3] 생명체의 유해 중 일부는 땅속에 묻혀 오랜 시간 동안 높은 열과 압력을 받아 석탄, 석유와 같은 화석 연료가 된다. 따라서 화석 연료의 화학 에너지는 과거의 태양 에너지가 저장된 것이다.
- 4] 화석 연료를 자동차, 공장, 발전소에서 연소시키면 화학 에너지가 열에너지, 운동 에너지, 전기 에너지 등으로 전환된다.
- 5] 연소 과정에서 생성된 이산화 탄소는 대기로 배출되어 다시 순환한다.

탄소의 순환에서 에너지 전환

태양의 빛에너지 → 식물 양분의 화학 에너지 → 화석 연료의 화학 에너지 → 자동차나 공장에서 연소하여 전환된 운동 에너지, 열에너지

에너지의 흐름과 태양 에너지

물과 탄소는 지구 시스템을 순환하지만, 에너지는 전환될 때마다 일부가 다시 이용하기 어려운 열에너지로 바뀌어 흩어지고 결국 우주로 방출된다. 대기과 해수의 순환, 기상 현상, 광합성, 화석 연료에 저장된 에너지 등 지구에서 일어나는 대부분의 에너지 흐름은 태양 에너지를 근원으로 한다. 다만 핵에너지(원자력), 지구 내부 에너지(지열 에너지), 조력 에너지는 태양 에너지에서 비롯된 것이 아니다.



▲ 탄소의 순환

Theme 11 : 빈칸 채우기 문제

1. 태양은 대부분 ()와 헬륨으로 이루어져 있으며, 중심부는 온도가 약 1500만 K에 이르는 () 상태이다.
2. 핵반응이 일어날 때 감소하는 질량, 즉 반응 전후의 질량 차이를 ()이라 하며, 이 값이 클수록 방출되는 에너지가 () .
3. 두 개 이상의 가벼운 원자핵이 융합하여 무거운 원자핵이 되면서 에너지를 방출하는 반응을 () 반응이라 하며, 태양의 중심부에서는 수소 원자핵 () 개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 만들어진다.
4. 원자핵은 ()전하를 띠어 서로 밀어내므로 핵융합이 일어나려면 온도가 매우 높아야 하며, 태양의 중심부에서는 원자가 원자핵과 전자로 분리된 () 상태로 존재한다.
5. 태양에서 생성된 에너지는 ()의 형태로 우주 공간으로 방출되며, 이 중 약 ()분의 1이 지구에 도달한다.
6. 우라늄과 같은 핵연료의 원자핵에 저장된 ()와, 지구 내부의 방사성 원소가 붕괴할 때 방출되는 () 에너지는 태양 에너지에서 비롯된 것이 아니다.
7. 태양 전지는 태양의 () 에너지를 전기 에너지로 직접 전환시키며, () 발전은 태양 에너지에 의해 발생하는 바람의 운동 에너지를 이용하는 발전 방식이다.
8. 지표와 대기에 흡수된 태양 복사 에너지는 () 에너지로 전환되고, 이는 다시 () 에너지로 전환되어 바람, 해류, 파도, 강수 현상 등을 일으킨다.

정답: 1. 수소, 초고온고압 2. 질량 결손, 크다 3. 핵융합, 4 4. (+), 플라스마 5. 복사, 20억
6. 핵에너지, 지구 내부 7. 빛, 풍력 8. 열, 역학적

Theme 11 : 빈칸 채우기 문제

9. 물의 순환에서 지표와 해수면에 흡수된 태양 복사 에너지는 ()에너지로 전환되어 물을 증발시키고, 상승한 수증기가 응결하여 만들어진 구름 속 물방울은 높은 곳에 있으므로 () 에너지를 가진다.
10. 댐에 저장된 물이 낮은 곳으로 흐르거나 떨어질 때 위치 에너지가 () 에너지로 전환되고, 이 에너지가 발전기의 터빈을 돌려 전기 에너지로 전환되는 발전 방식을 () 발전이라 한다.
11. 탄소의 순환에서 태양의 ()에너지는 광합성을 통해 양분의 화학 에너지로 저장되며, 생명체의 유해 중 일부가 땅속에서 오랜 시간 높은 열과 압력을 받아 만들어진 ()에는 과거의 태양 에너지가 저장되어 있다.
12. 물과 탄소 같은 물질은 지구 시스템 안에서 ()하지만, 에너지는 순환하지 않고 한 방향으로 흐르다가 최종적으로 ()에너지의 형태로 우주로 방출된다.

정답: 9. 열, 위치 10. 운동, 수력 11. 빛, 화석 연료 12. 순환, 열

Theme 11 : 실전 적용 문제

71

다음 중 태양 에너지의 전환과정에 대한 설명으로 옳은 것을 모두

고른 것은?

- ㄱ. 태양 전지는 빛 에너지를 전기 에너지로 전환한다.
- ㄴ. 화석 연료에 저장된 화학 에너지는 태양 에너지가 전환된 것이다.
- ㄷ. 풍력 발전, 수력 발전, 지열 발전에 이용되는 에너지는 모두 태양 에너지가 전환된 것이다.

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

Theme 11 : 실전 적용 문제

72

태양 에너지가 지구의 기후와 환경에 미치는 영향으로 옳지 않은 것은?

- ① 태양 에너지는 위도에 따라 흡수량이 달라 대기와 해수를 순환시킨다.
- ② 태양 에너지는 물을 증발시켜 강수 현상을 일으킨다.
- ③ 태양 에너지는 광합성을 통해 생물의 몸에 화학 에너지로 저장된다.
- ④ 태양 에너지는 맨틀을 대류시켜 판의 운동을 일으킨다.
- ⑤ 태양 에너지는 바람을 일으켜 풍력 발전에 이용된다.

Theme 11 : 실전 적용 문제

73

태양 내부에서 일어나는 핵융합 반응에 관여하는 원소로 적절한 것은?

- ① 헬륨, 리튬
- ② 수소, 헬륨
- ③ 철, 니켈
- ④ 탄소, 산소
- ⑤ 산소, 질소

Theme 11 : 실전 적용 문제

2021년 고2 3월

물리학 I 16번

74

다음은 학생이 태양 에너지에 대해 조사한 자료이다.

- 태양 에너지의 생성: ㉠ 수소 원자핵 4개가 헬륨 원자핵 1개가 되는 반응 과정에서 에너지가 생성된다.
- 지구에서 태양 에너지의 전환 사례



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 핵융합 반응이다.
- ㄴ. ㉡은 빛에너지이다.
- ㄷ. 풍력 발전은 ㉢으로 적절하다.

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

Theme 11 : 실전 적용 문제

2022년 고2 3월

물리학 I 8번

75

그림은 태양 에너지에 대해 학생 A, B, C가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A
- ② C
- ③ A, B
- ④ B, C
- ⑤ A, B, C

Theme 11 : 실전 적용 문제

2024년 고2 3월

물리학 I 4번

76

다음은 에너지 전환에 대해 학생과 교사가 나눈 대화이다.

학생 : 우리 몸은 생명 활동에 필요한 에너지를 어디에서 얻나요?

교사 : 주로 음식물에 저장된 화학 에너지로부터 필요한 에너지를 얻어요.

학생 : 음식물 속 화학 에너지는 어떻게 만들어지나요?

교사 : 태양 에너지 중 빛에너지가 식물의 에 의해 화학 에너지로 전환되지요.

학생 : 그럼 태양 에너지는 어떻게 만들어지나요?

교사 : 태양에서 의 일부가 에너지로 전환되는 수소 핵융합 반응으로 만들어져요.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. '호흡'은 ㉠으로 적절하다.

ㄴ. '질량'은 ㉡으로 적절하다.

ㄷ. 태양 에너지는 우리 몸의 생명 활동에 필요한 에너지의 근원이다.

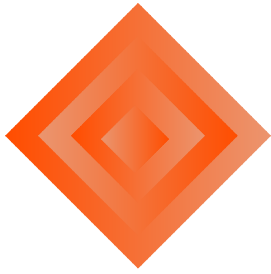
① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



Theme 12 : 발전과 에너지원

1. 전자기 유도

① 전자기 유도

전자기 유도는 코일 근처에서 자석을 움직일 때나 자석 근처에서 코일을 움직일 때, 코일을 통과하는 자기장의 세기가 변하여 코일에 전류가 유도되는 현상이다.

자석과 코일 사이에 상대적인 운동이 있어야 자기장이 변하므로, 자석과 코일이 모두 정지해 있거나 같은 속도로 함께 움직이면 유도 전류가 흐르지 않는다.

전자기 유도 현상에서 에너지 전환

자석이 코일 주위에서 움직이거나 코일이 자석 주위에서 움직이면 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다. 예) 코일 근처에서 자석이 움직일 때 코일에 유도 전류가 흐른다.

② 유도 전류

유도 전류란 전자기 유도에 의해 발생하는 전류로, 코일을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. 유도 전류의 세기는 코일에 연결한 검류계의 바늘이 움직이는 폭으로 비교할 수 있다.

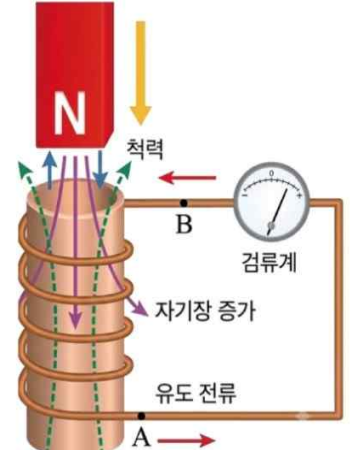
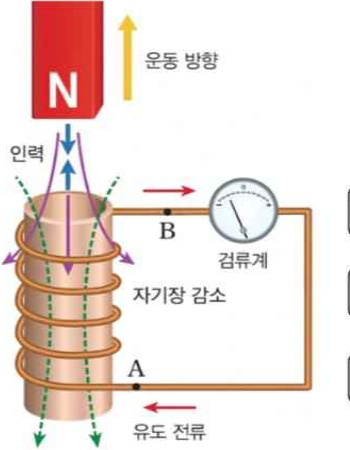
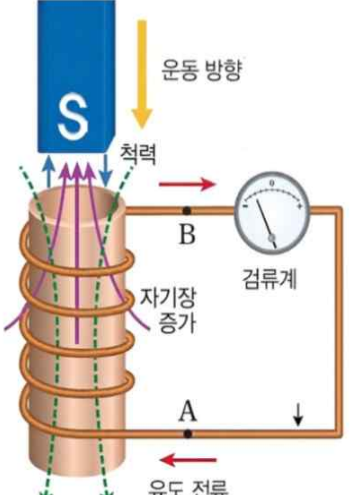
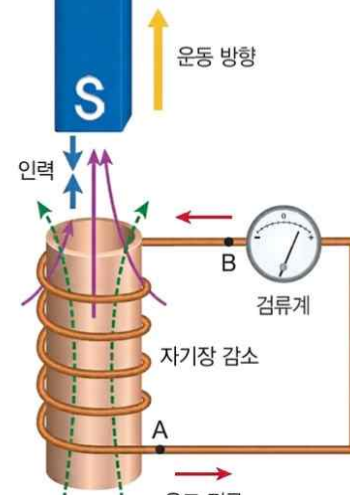
자석과 코일 사이에 작용하는 자기력

자석을 코일에 가까이 할 때: 코일을 통과하는 자기장이 세지므로, 이를 방해하도록 코일의 자석 쪽 면이 자석과 같은 극이 되는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 자석과 코일 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.

자석을 코일에서 멀리 할 때: 코일을 통과하는 자기장이 약해지므로, 이를 방해하도록 코일의 자석 쪽 면이 자석과 다른 극이 되는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 자석과 코일 사이에는 서로 끌어당기는 자기력이 작용한다.

자석의 극과 운동 방향에 따른 유도 전류의 방향

자석을 코일에 가까이 할 때와 자석을 코일에서 멀리 할 때, 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대이다. 코일에 자석의 N극을 가까이 할 때와 S극을 가까이 할 때에도 유도 전류의 방향은 서로 반대이다.

N극을 가까이할 때	N극을 멀리 할 때
 운동 방향 인력 자력 자기장 증가 유도 전류 검류계 코일을 통과하는 자기장 증가 자석과 코일 사이에 척력 작용 유도 전류의 방향 A → B	 운동 방향 인력 자력 자기장 감소 유도 전류 검류계 코일을 통과하는 자기장 감소 자석과 코일 사이에 인력 작용 유도 전류의 방향 B → A
S극을 가까이할 때	S극을 멀리 할 때
 운동 방향 인력 자력 자기장 증가 유도 전류 검류계 코일을 통과하는 자기장 증가 자석과 코일 사이에 척력 작용 유도 전류의 방향 B → A	 운동 방향 인력 자력 자기장 감소 유도 전류 검류계 코일을 통과하는 자기장 감소 자석과 코일 사이에 인력 작용 유도 전류의 방향 A → B

③ 자석과 원형 도선에서의 유도 전류: 자석을 원형 도선에 가까이 하거나 원형 도선에서 멀리 할 때, 원형 도선에는 자석의 운동을 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다.

유도 전류의 방향

전자기 유도 현상에 의해 원형 도선에 흐르는 유도 전류는, 도선을 통과하는 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 자기장이 생기도록 흐른다.

자석의 N극을 원형 도선에 가까이할 때 (원형 도선의 위에서 아래 방향으로 운동)

- ① 원형 도선을 통과하는 아래쪽 방향의 자기장이 증가한다.
- ② '증가'를 방해하기 위해 유도 전류에 의해 위쪽 방향의 자기장이 만들어지도록 전류가 유도된다.
- ③ 원형 도선의 윗면이 N극이 되므로 자석을 밀어낸다(척력).

자석의 N극을 원형 도선에 멀리할 때 (자석이 원형 도선의 위에서 위 방향으로 운동)

- ① 원형 도선을 통과하는 아래쪽 방향의 자기장이 감소한다.
- ② '감소'를 방해하기 위해 유도 전류에 의해 아래쪽 방향의 자기장이 만들어지도록 전류가 유도된다.
- ③ 원형 도선의 윗면이 S극이 되므로 자석을 끌어당긴다(인력).

④ 유도 전류의 세기

유도 전류는 자석의 세기가 셀수록, 코일을 통과하는 자기장이 빠르게 변할수록, 그리고 코일을 많이 감을수록 세게 흐른다.

- 자석의 세기가 셀수록: 코일을 통과하는 자기장의 세기가 커져 자석이 움직일 때 자기장의 변화도 커지므로, 코일에 흐르는 유도 전류의 세기가 커진다.
- 자석을 빠르게 움직일수록: 코일을 통과하는 자기장의 변화가 커지므로 코일에 흐르는 유도 전류의 세기가 커진다.
- 코일을 많이 감을수록: 자기장의 변화를 겪는 도선의 수가 많아지므로, 코일에 흐르는 유도 전류의 세기가 커진다.

자석이 정지해 있으면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다. 자석이 아무리 세더라도 마찬가지이다.

⑤ 전자기 유도의 이용

전자기 유도는 일상생활의 여러 장치에 이용된다.

발전기: 자석 사이에서 코일을 회전시켜 유도 전류를 얻는다. 수력 발전, 화력 발전, 풍력 발전 등은 모두 이 원리로 전기 에너지를 생산한다.

무선 충전기: 충전기의 코일에 흐르는 전류가 만드는 자기장이 변하면서, 기기 안의 코일에 유도 전류가 흘러 충전이 이루어진다.

교통 카드와 단말기: 단말기가 만드는 변하는 자기장에 의해 카드 안의 코일에 유도 전류가 흘러 카드가 작동한다.

도난 방지 장치: 상품에 붙은 자성 물질이 출입문 사이를 지날 때 장치의 코일에 유도 전류가 흘러 경보가 울린다.

하이브리드 자동차: 제동할 때 바퀴의 회전으로 발전기를 돌려 운동 에너지의 일부를 전기 에너지로 전환하여 저장한다.

2. 발전기에서의 전기 에너지 생성

① 발전기: 발전기는 전자기 유도 현상을 이용하여 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환하는 장치이다.

구조: 자석과 코일로 이루어져 있으며, 자석 사이에서 코일이 회전한다.

반대로 코일 속에서 자석이 움직이거나 회전하는 구조도 있다.

원리: 자석 사이에서 코일이 회전하면 코일을 통과하는 자기장이 변하여 코일에 유도 전류가 흐른다.

1] 자기장이 형성된 자석 사이에서 코일을 회전시킨다. (운동 에너지)

2] 코일을 통과하는 자기장이 변한다.

3] 코일에 유도 전류가 흐른다. (전기 에너지)

- 코일이 회전하면 코일 면이 자기장과 이루는 각이 달라지므로, 코일 면을 수직으로 통과하는 자기장이 계속 변한다. 이 변화 때문에 전자기 유도 현상이 일어난다.

- 코일이 빠르게 회전할수록, 자석이 셀수록, 코일을 많이 감을수록 유도 전류의 세기가 커진다.

- 코일 면이 자기장과 나란해지는 순간을 지날 때마다 유도 전류의 방향이 바뀌므로, 발전기에서 만들어지는 전류는 방향이 주기적으로 바뀌는 교류이다. 가정에 공급되는 전기도 교류이다.

전류의 자기 작용을 이용한 전동기

전동기는 자석 사이에 회전할 수 있는 코일이 들어 있어 발전기와 구조가 비슷하지만, 자기장 속에서 전류가 흐르는 코일이 받는 힘을 이용한다는 점이 다르다.

- ① 코일에 전류가 흐른다.
 - ② 코일이 자석의 자기장에 의해 힘을 받는다.
 - ③ 코일이 회전하여 날개가 돌아간다.
- 예) 선풍기, 세탁기, 전기 자동차 등 회전 운동이 필요한 장치에 이용된다.

발전기는 운동 에너지를 전기 에너지로, 전동기는 전기 에너지를 운동 에너지로 전환한다. 두 장치의 에너지 전환 방향은 서로 반대이다. 하이브리드 자동차는 두 장치를 함께 이용하여, 달릴 때는 전동기로 바퀴를 돌리고 제동할 때는 발전기로 운동 에너지를 전기 에너지로 바꾸어 저장한다.

발전기에서의 에너지 전환

코일이나 자석의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다. 코일을 돌리기 위해 외부에서 일을 해 주어야 하며, 이 일이 전기 에너지로 바뀐다.

- 예) 흔들이 손전등: 손전등을 흔들 때 자석이 코일 속을 통과하여 불이 켜진다.
- 예) 자전거 발전기: 바퀴가 돌면서 자석이 코일 속에서 회전하여 전조등에 불이 켜진다.

② 발전소에서의 발전: 발전소에서는 터빈을 회전시켜 발전기를 돌리고, 이때 전자기 유도에 의해 전기 에너지가 생산된다. 터빈을 돌리는 에너지원이 무엇인지에 따라 화력 발전, 핵발전, 수력 발전 등으로 구분된다.

수력 발전: 높은 곳에 저장된 물이 아래로 흐르면서 터빈을 회전시킨다. 발전 방식은 달라도 마지막 단계는 같다 (물의 위치 에너지 → 물의 운동 에너지 → 터빈의 운동 에너지 → 전기 에너지)

화력 발전, 핵발전, 수력 발전은 터빈을 돌리는 에너지원이 서로 다를 뿐, 터빈이 회전하여 발전기에서 전자기 유도로 전기 에너지가 만들어지는 마지막 단계는 모두 같다.

3. 화력 발전과 핵발전

① 화력 발전과 핵발전의 원리

화력 발전: 화석 연료를 연소시켜 얻은 열에너지로 물을 끓이고, 이때 발생한 고온·고압의 수증기로 터빈을 회전시킨다.

(화석 연료의 화학 에너지 → 열에너지 → 터빈의 운동 에너지 → 전기 에너지)

핵발전: 원자로에서 핵연료가 핵분열할 때 발생하는 열에너지로 물을 끓이고, 이때 발생한 고온·고압의 수증기로 터빈을 회전시킨다.

(핵에너지 → 열에너지 → 터빈의 운동 에너지 → 전기 에너지)

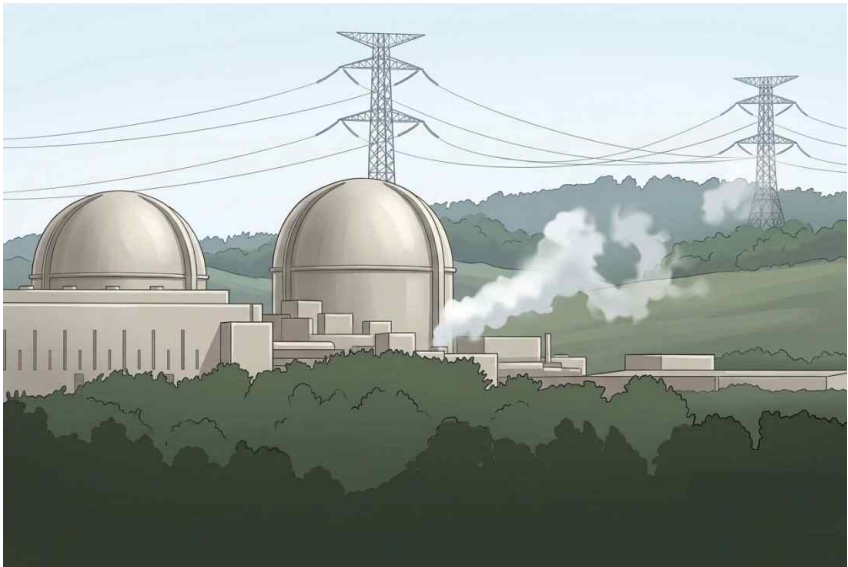
두 발전 방식은 열에너지로 수증기를 만들어 터빈을 돌린다는 점에서 같고, 그 열 에너지를 얻는 방법이 연소인지 핵분열인지에서 다르다. 우리나라에서 사용하는 전기 에너지는 주로 화석 연료를 이용하는 화력 발전과 핵연료를 이용하는 핵발전을 통해 생산된다.

천연가스

단독으로 매장되어 있기도 하지만 대부분 석유와 함께 생성되어 매장되어 있다. 기체 상태이므로 안전하게 운반하기 위해 액화하여 LNG 형태로 수송한다.

구분	화력 발전
발전소	

장점	- 발전소 건설 비용이 적게 들고, 건설에 걸리는 시간이 짧다. - 석탄, 석유, 천연가스 등 다양한 화석 연료를 이용할 수 있다. - 전기 에너지가 부족할 때 빠르게 대처할 수 있다.
단점	- 화석 연료는 매장량이 한정되어 있어 고갈된다. - 매장 지역이 일부 지역에 편중되어 있어 가격과 공급이 불안정하다. - 연소 과정에서 이산화 탄소가 배출되어 지구 온난화의 원인이 된다.

구분	핵발전
발전소	
장점	- 화력 발전에 비해 연료비가 적게 든다. - 적은 양의 연료로 많은 에너지를 얻을 수 있어 대용량 발전이 가능하다. - 발전 과정에서 이산화 탄소가 거의 배출되지 않는다.
단점	- 사고가 일어나면 방사능이 유출될 위험이 있다. - 방사성 폐기물을 처리하는 데 비용과 기술이 많이 필요하다. - 우라늄 역시 매장량에 한계가 있다.

화력 발전과 핵발전의 비교

두 발전 방식 모두 연료의 고갈 문제를 안고 있다. 다만 화력 발전은 이산화 탄소 배출이, 핵발전은 방사능 유출과 방사성 폐기물 처리가 주된 문제로 지적된다.

Theme 12 : 빈칸 채우기 문제

1. 전자기 유도란 코일 근처에서 자석을 움직일 때나 자석 근처에서 코일을 움직일 때, 코일을 통과하는 ()의 세기가 변하여 코일에 전류가 유도되는 현상이다.
2. 자석과 코일 사이에 () 운동이 있어야 자기장이 변하므로, 자석과 코일이 모두 정지해 있거나 같은 ()로 함께 움직이면 유도 전류가 흐르지 않는다.
3. 자석이 코일 주위에서 움직이거나 코일이 자석 주위에서 움직이면 () 에너지가 () 에너지로 전환된다.
4. 유도 전류란 전자기 유도에 의해 발생하는 전류로, 코일을 통과하는 자기장의 ()를 ()하는 방향으로 흐른다.
5. 자석을 코일에 가까이 할 때는 코일을 통과하는 자기장이 (), 이를 방해하도록 코일의 자석 쪽 면이 자석과 () 극이 되는 방향으로 유도 전류가 흐른다.
6. 자석을 코일에서 멀리 할 때는 코일을 통과하는 자기장이 (), 이를 방해하도록 코일의 자석 쪽 면이 자석과 () 극이 되는 방향으로 유도 전류가 흐른다.
7. 자석을 코일에 가까이 할 때 자석과 코일 사이에는 서로 밀어내는 ()이, 자석을 코일에서 멀리 할 때는 서로 끌어당기는 ()이 작용한다.
8. 코일에 자석의 N극을 가까이 할 때와 멀리 할 때 유도 전류의 방향은 서로 ()이고, 코일에 자석의 N극을 가까이 할 때와 S극을 가까이 할 때에도 유도 전류의 방향은 서로 ()이다.
9. 자석의 N극을 원형 도선의 위에서 아래 방향으로 가까이 하면 도선을 통과하는 아래쪽 방향의 자기장이 ()하므로, 이를 방해하도록 ()쪽 방향의 자기장이 만들어지는 방향으로 전류가 유도된다.
10. 유도 전류는 자석의 세기가 ()수록, 자석을 빠르게 움직일수록, 코일을 많이 ()수록 세게 흐르며, 자석이 정지해 있으면 코일을 통과하는 자기장이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

정답: 1. 자기장 2. 상대적인 속도 3. 운동, 전기 4. 변화, 방해 5. 세지므로 같은
6. 약해지므로, 다른 7. 척력, 인력 8. 반대, 반대 9. 증가, 위 10. 셀, 감을

Theme 12 : 빈칸 채우기 문제

11. 전동기는 자석 사이에 회전할 수 있는 코일이 들어 있어 발전기와 구조가 비슷하지만, 자기장 속에서 ()가 흐르는 코일이 받는 ()을 이용한다는 점이 다르다.
12. 전동기에서는 코일에 전류가 흐르면 코일이 자석의 ()에 의해 힘을 받아 회전하며, 이는 선풍기, 세탁기 등 () 운동이 필요한 장치에 이용된다.
13. 발전기는 () 에너지를 전기 에너지로 전환하고 전동기는 그 반대이므로, 두 장치의 에너지 전환 ()은 서로 반대이다.
14. 하이브리드 자동차는 달릴 때는 ()로 바퀴를 돌리고, 제동할 때는 ()로 운동 에너지를 전기 에너지로 바꾸어 저장한다.
15. 화력 발전은 화석 연료를 ()시켜 얻은 열에너지로 물을 끓이고, 이때 발생한 고온·고압의 ()로 터빈을 회전시킨다.
16. 핵발전은 원자로에서 핵연료가 ()할 때 발생하는 열에너지로 물을 끓여 터빈을 회전시키며, 이때 에너지는 () 에너지 → 열에너지 → 터빈의 운동 에너지 → 전기 에너지의 순서로 전환된다.
17. 화력 발전과 핵발전은 열에너지로 수증기를 만들어 ()을 돌린다는 점에서 같고, 그 열 에너지를 얻는 방법이 ()인지 핵분열인지에서 다르다.
18. 화력 발전은 석탄, 석유, () 등 다양한 화석 연료를 이용할 수 있으나, 매장 지역이 일부 지역에 편중되어 있어 가격과 ()이 불안정하다.
19. 화력 발전은 연소 과정에서 ()가 배출되어 지구 온난화의 원인이 되는 반면, 핵발전은 발전 과정에서 이를 거의 배출하지 않는 대신 () 유출의 위험이 있다.
20. 화력 발전은 화석 연료가, 핵발전은 ()이 매장량에 한계가 있으므로 두 발전 방식은 모두 연료의 () 문제를 안고 있다.

정답: 11. 전류, 힘 12. 자기장, 회전 13. 운동, 방향 14. 전동기, 발전기 15. 연소, 수증기
 16. 핵분열, 17. 터빈, 연소 18. 천연가스, 공급 19. 이산화 탄소, 방사능 20. 우라늄, 고갈

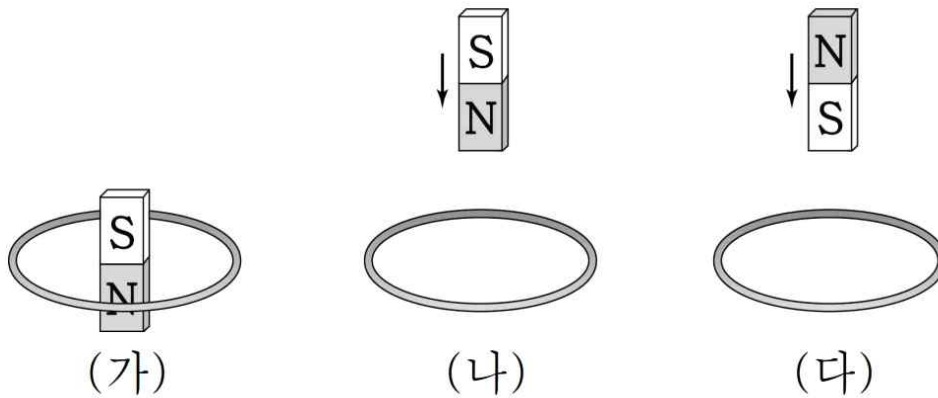
Theme 12 : 실전 적용 문제

2018년 고1 3월

통합과학 3번

77

그림 (가)는 막대자석이 원형 도선 내부에 정지해 있는 모습을, (나), (다)는 막대자석이 원형 도선에 각각 가까이 가고 있는 모습을 나타낸 것이다.



원형 도선에 유도 전류가 흐르는 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ① (가)
- ② (다)
- ③ (가), (나)
- ④ (나), (다)
- ⑤ (가), (나), (다)

Theme 12 : 실전 적용 문제

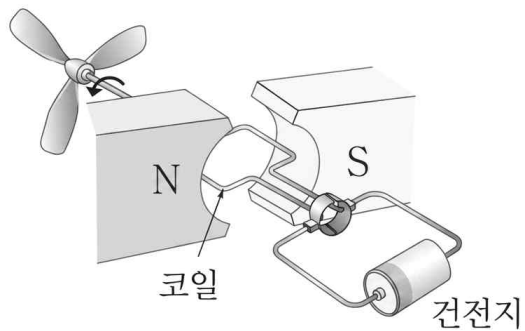
2016년 고1 6월

물리 9번

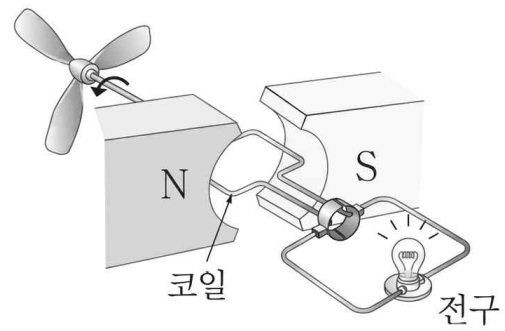
78

그림 (가), (나)는 발전기와 전동기의 구조를 순서 없이 나타낸

것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 전동기이다.
- ㄴ. (가)에서 역학적 에너지는 전기 에너지로 전환된다.
- ㄷ. (나)의 코일에는 전자기 유도에 의해 전류가 흐른다.

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

Theme 12 : 실전 적용 문제

2020년 고2 3월

물리학 I 13번

79

다음은 전자기 유도 실험이다.

[실험 방법]

- 그림과 같이 코일의 중심축을 따라 자석 A 또는 B를 일정한 속력으로 코일의 입구까지 접근시키며 유도 전류의 최대값을 측정한다. 자석의 세기는 B가 A보다 크다.
- 실험 (가), (나), (다)에서 사용한 자석과 자석의 속력은 다음과 같다.



실험	(가)	(나)	(다)
사용한 자석	A	B	B
자석의 속력	v	v	$2v$

[실험 결과]

실험	(가)	(나)	(다)
전류의 최대값	$I_{가}$	$I_{나}$	$I_{다}$

$I_{가}$, $I_{나}$, $I_{다}$ 를 옳게 비교한 것은?

- ① $I_{가} > I_{나} > I_{다}$
- ② $I_{나} > I_{가} > I_{다}$
- ③ $I_{나} > I_{다} > I_{가}$
- ④ $I_{다} > I_{가} > I_{나}$
- ⑤ $I_{다} > I_{나} > I_{가}$

Theme 12 : 실전 적용 문제

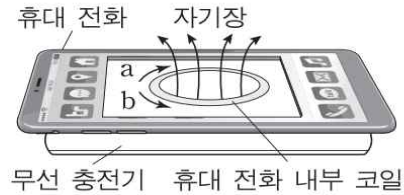
2017년 고3 9월

물리 I 14번

80

다음은 휴대 전화를 무선 충전하는 원리에 대한 설명이다.

- 무선 충전기에서 시간에 따라 크기와 방향이 변하는 자기장이 발생하면, ㉠ 휴대 전화 내부 코일에 유도 전류가 흘러 휴대 전화가 충전된다.
- 그림과 같이 어느 순간 무선 충전기에서 발생한 자기장이 윗방향이고 자기선속이 증가하고 있으면, 휴대 전화 내부 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 (가)이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠에는 유도 전기력이 발생한다.
- ㄴ. (가)는 b방향이다.
- ㄷ. 휴대 전화 무선 충전은 전자기 유도 현상을 이용한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

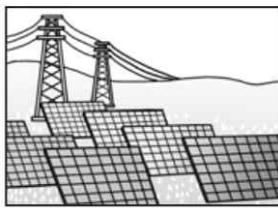
Theme 12 : 실전 적용 문제

2016년 고3 수능

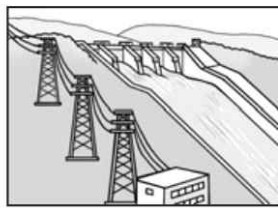
물리 I 16번

81

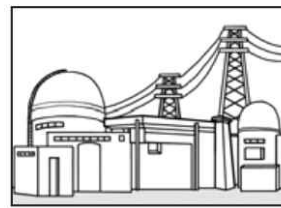
그림 (가), (나), (다)는 각각 태양광 발전소, 수력 발전소, 원자력 발전소를 나타낸 것이다.



(가)



(나)



(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 터빈을 돌려 전기를 생산한다.
ㄴ. (나)는 중력에 의한 퍼텐셜 에너지를 이용한다.
ㄷ. (다)는 핵이 분열할 때 방출되는 에너지를 이용한다.

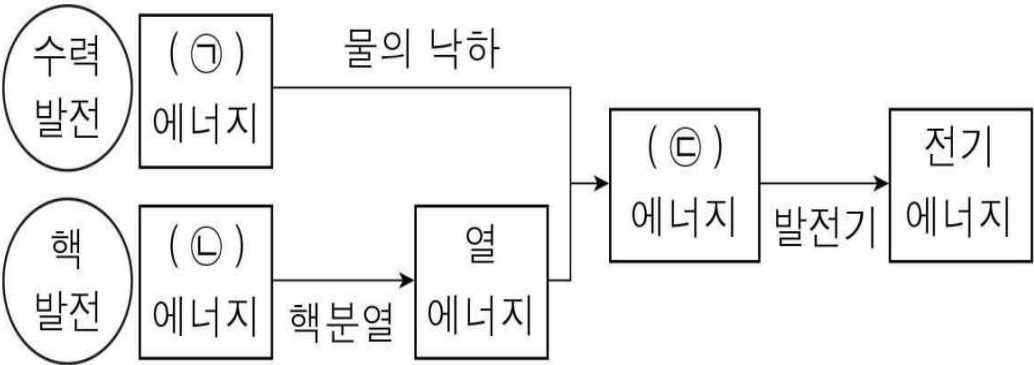
- ① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 12 : 실전 적용 문제

2022년 고3 3월
물리학 I 2번

82 그림은 수력 발전과 핵발전에서 일어나는 에너지 전환 과정을

나타낸 것이다.



㉠ ~ ㉣으로 가장 적절한 것은?

- | | | | |
|---|----|----|----|
| | ㉠ | ㉢ | ㉣ |
| ① | 위치 | 핵 | 운동 |
| ② | 위치 | 운동 | 핵 |
| ③ | 핵 | 위치 | 운동 |
| ④ | 핵 | 운동 | 위치 |
| ⑤ | 운동 | 핵 | 위치 |

Theme 12 : 실전 적용 문제

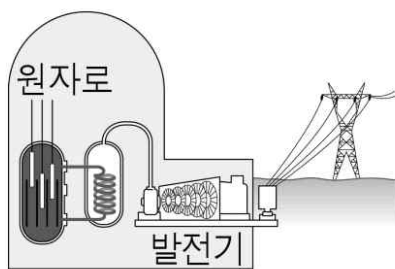
2021년 고2 3월

물리학 I 12번

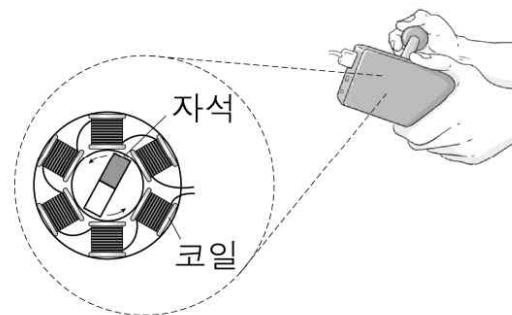
83

그림 (가)는 핵발전소의 모습을, (나)는 손잡이를 돌려 발전하는 간이

발전기의 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

(가), (나)의 발전 과정에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)에서는 방사성 폐기물이 발생한다.
- ㄴ. (가)의 원자로에서는 핵융합 반응이 일어난다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 '운동 에너지 → 전기 에너지'의 전환이 공통으로 나타난다.

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

Theme 12 : 실전 적용 문제

2024년 고2 3월

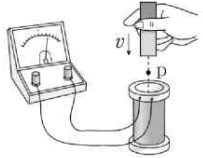
물리학 I 10번

84

다음은 전자기 유도 실험이다.

[실험 과정]

- 그림과 같이 코일의 중심축을 따라 자석을 일정한 속력 v 로 움직이며 자석이 점 p에 도달하는 순간 유도 전류의 세기와 방향을 측정한다.
- 다음과 같이 자석의 구성만을 바꾸어 실험 I, II, III을 진행한다. 자석의 크기와 세기는 모두 동일하다.



	I	II	III
자석 구성			
속력 v	↓	↓	↓
점 p	↓	↓	↓

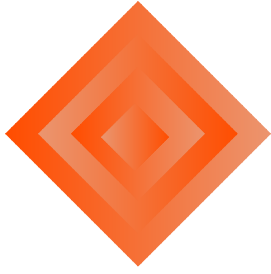
[실험 결과]

실험	I	II	III
전류의 세기	I_0	$2I_0$	㉠
전류의 방향	㉡	㉢	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉠은 I_0 보다 크다.
 ㄴ. ㉡과 ㉢은 같다.
 ㄷ. II에서 자석과 코일 사이에는 서로 미는 자기력이 작용한다.

- ① ㄱ
 ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ
 ⑤ ㄴ, ㄷ



Theme 13 : 에너지 효율과 신재생 에너지

1. 에너지의 전환과 보존

① 에너지: 에너지는 일을 할 수 있는 능력이며, 단위로는 J(줄)을 사용한다.

② 에너지의 종류

종류		정의
역학적 에너지	운동 에너지	운동하는 물체가 가지는 에너지
	위치 에너지 (퍼텐셜 에너지)	물체가 위치에 따라 잠재적으로 가지는 에너지 예) 중력에 의한 위치 에너지, 탄성력에 의한 위치 에너지
파동 에너지	빛에너지	가시광선, X선, 적외선, 자외선 등 빛의 형태로 전달되는 에너지
	소리 에너지	공기와 같은 매질의 진동에 의해 전달되는 에너지
열에너지		물체를 이루는 원자의 진동이나 분자의 운동에 의한 에너지로, 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하며 물체의 온도와 상태를 변화시킨다.
핵에너지		원자핵이 분열하거나 융합할 때 방출되는 에너지
전기 에너지		전류의 흐름에 의해 발생하는 에너지
화학 에너지		화학 결합에 의해 물질 속에 저장되어 있는 에너지

③ 에너지의 전환: 에너지의 전환이란 한 형태의 에너지가 다른 형태로 바뀌는 것이며, 자연이나 일상생활의 모든 현상에서 에너지 전환이 일어난다.

자연 현상에서의 에너지 전환

폭포: 물의 위치 에너지 → 운동 에너지

번개: 구름에 모인 전기 에너지 → 빛에너지, 소리 에너지

동물의 운동: 몸에 저장된 화학 에너지 → 운동 에너지

일상생활에서의 에너지 전환

전기밥솥: 전기 에너지 → 열에너지

음식 섭취: 음식물의 화학 에너지 → 운동 에너지, 열에너지

세탁기: 전기 에너지 → 운동 에너지

일과 에너지의 관계

과학에서 에너지는 일을 할 수 있는 능력이다. 물체가 외부에 일을 하면 그만큼 물체의 에너지가 줄어들고, 외부에서 물체에 일을 해 주면 그만큼 물체의 에너지가 늘어난다.

에너지 보존 법칙: 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 수는 있지만 새로 생기거나 사라지지는 않으며, 에너지의 총량은 항상 일정하게 보존된다.

롤러코스터가 내려갈 때는 위치 에너지가 운동 에너지로, 올라갈 때는 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다. 마찰이나 공기 저항이 없다면 이 과정에서 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.

에너지의 총량은 보존되지만, 에너지가 전환될 때마다 그중 일부는 다시 사용하기 어려운 열에너지로 바뀌어 흩어진다. 따라서 에너지가 전환될수록 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지의 양은 점점 줄어들며, 이 때문에 에너지를 효율적으로 이용해야 한다.

여러 가지 에너지 전환 과정

반딧불이: 몸속 화학 물질의 화학 에너지 → 빛에너지

충전: 전기 에너지 → 화학 에너지

전지: 저장된 화학 에너지 → 전기 에너지

현대 전자기에서의 에너지 전환

스피커(전기 에너지 → 소리 에너지), 화면(전기 에너지 → 빛에너지, 열에너지),

진동(전기 에너지 → 운동 에너지), 마이크(소리 에너지 → 전기 에너지),

충전(전기 에너지 → 화학 에너지)

2. 에너지의 효율적 이용

① 에너지 효율: 에너지 효율이란 공급한 에너지 중에서 유용하게 사용한 에너지의 비율이다.

$$\text{에너지 효율(\%)} = \text{유용하게 사용한 에너지} / \text{공급한 에너지} \times 100$$

② 열기관과 열효율

열기관: 열에너지를 이용하여 동력을 얻는 장치로, 주로 화석 연료를 연소시켜 열에너지를 얻는다. 열기관은 온도가 높은 고열원에서 온도가 낮은 저열원으로 이동하는 열의 일부를 역학적 에너지로 전환하여 외부에 일을 한다.

고열원에서 열기관으로 공급된 열에너지(Q_1)는 열기관이 한 일(W)과 저열원으로 빠져나간 열에너지(Q_2)의 합과 같다.

$$Q_1 = W + Q_2$$

에너지 전환 과정에서 에너지의 총량은 일정하게 유지되며, 열기관은 열을 일로 전환하는 장치이다.

열효율: 열효율이란 열기관에 공급된 열에너지 중에서 열기관이 실제로 한 일이 차지하는 비율이다.

$$\text{열효율(\%)} = W / Q_1 \times 100 = (Q_1 - Q_2) / Q_1 \times 100$$

열효율이 100%인 기관은 열기관은 존재할까?

열기관에서는 마찰이나 배기가스 등으로 빠져나가는 열에너지가 반드시 존재하므로, 저열원으로 버려지는 열에너지(Q_2)를 0으로 만들 수 없다. 따라서 공급한 열을 모두 일로 전환하는 열기관(열효율이 100%인 열기관)은 존재할 수 없다.

③ 에너지를 효율적으로 이용하는 예

전기 자동차	내연 기관 자동차는 공급한 화학 에너지의 약 20%만이 운동 에너지로 전환되지만, 전기 자동차는 공급한 전기 에너지의 약 80%가 운동 에너지로 전환된다. 이는 배터리의 전기 에너지로 전동기를 작동시켜 바퀴를 움직이므로, 버려지는 열에너지가 적어 에너지 효율이 높기 때문이다.
하이브리드 자동차	가솔린 엔진과 전동기, 전지를 함께 사용하는 자동차이다. 주행 중 버려지는 에너지를 전기 에너지로 전환하여 전지에 저장하였다가 전동기를 통해 다시 운동 에너지로 전환하므로 에너지 낭비를 줄일 수 있다.
LED 등	전등은 공급한 전기 에너지가 빛에너지로 전환되는 비율이 높을수록 효율이 높다. 백열전구는 공급된 에너지의 대부분이 필라멘트에서 열 에너지로 전환되어 효율이 매우 낮고, 형광등은 백열전구보다 높으며, 에너지 효율이 가장 높은 것은 LED 등이다. → 백열전구(약 5~10%) < 형광등(약 21%) < LED 등(약 40~50%)

④ 에너지 절약을 위한 제도

- 1] 에너지 소비 효율 등급: 에너지 소비가 많은 제품에 소비 효율을 1~5등급으로 구분하여 표시한다. 등급의 숫자가 작은 제품일수록 불필요한 열에너지가 적게 발생한다.
- 2] 대기 전력 저감 프로그램: 대기 전력을 줄인 제품에 에너지 절약 표시를 붙인다.

에너지를 절약해야 하는 까닭

에너지는 전환되는 과정에서 다시 사용하기 어려운 형태의 열에너지로 바뀌어 버려진다. 이 과정에서 우리가 사용할 수 있는 유용한 에너지의 양이 점점 줄어들기 때문에 에너지를 효율적으로 이용해야 한다.

3. 신재생 에너지

- ① 신재생 에너지: 신재생 에너지란 기존의 화석 연료를 변환하여 이용하거나, 햇빛·물·지열·강수·생물 유기체 등 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지다.

신에너지	기존에 사용하지 않았던 에너지를 전환하여 사용하는 새로운 에너지 예) 연료 전지, 수소 에너지, 석탄의 액화·가스화
재생 에너지	생물, 물, 지열, 햇빛, 바람 등 무한한 자원을 이용하는 재생 가능한 에너지 예) 태양광, 태양열, 풍력, 수력, 지열, 해양, 바이오, 폐기물 에너지

신재생 에너지의 특징

- ① 에너지원의 양이 무한하여 자원 고갈의 염려가 없다.
- ② 지속 가능한 발전이 가능하다.
- ③ 환경 오염이나 기후 변화를 유발하는 정도가 낮아 친환경적이다.
- ④ 초기 투자 비용이 많이 들고 발전 효율이 낮다.

3-2) 신재생 에너지 기술의 활용

태양광 발전	태양 전지판을 이용하여 태양의 빛에너지를 전기 에너지로 전환하는 발전 방식으로, 직류 전기를 생산한다. 태양 전지는 반도체로 만들어지며, 빛에너지를 흡수하면 전지 내부에서 전자가 한쪽으로 이동하여 전압이 생기고, 외부 회로에 연결하면 전류가 흐른다.
태양열 발전	태양열로 가열된 물의 증기로 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.
풍력 발전	바람의 운동 에너지를 이용하여 발전기에 연결된 날개를 돌려 전기를 생산하는 발전 방식으로, 바람이 지속적으로 부는 바닷가나 높은 산에 주로 설치한다.
수력 발전	높은 곳의 물이 아래로 내려오면서 발전기에 연결된 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.
지열 발전	땅속에 있는 고온의 지하수나 수증기를 끌어올려 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산한다.
조력 발전	밀물 때 바닷물을 가두었다가 썰물 때 흘려보내면서 생기는 낙차를 이용하여 터빈을 돌린다.
조류 발전	밀물과 썰물에 의한 조류가 빠른 곳에 터빈을 설치하여 전기 에너지를 생산한다.

파력 발전	파도가 칠 때 해수면이 오르내리면서 생기는 공기의 흐름을 이용하여 전기 에너지를 생산한다.
연료 전지	수소와 산소를 반응시켜 전기 에너지와 열에너지를 생산한다. 생성물이 물뿐이어서 친환경적이고 에너지 효율이 높으며, 수소를 저장하고 안정화하는 기술의 개발이 필요하다.
수소 에너지	수소가 연소할 때 발생하는 에너지로, 물이나 유기 물질을 변환하여 수소를 생산해 활용한다.
바이오 에너지	농작물, 나무, 음식물 쓰레기 등을 직접 태워 얻거나 가스 또는 고체 연료의 형태로 얻는 에너지이다.
폐기물 에너지	산업이나 가정에서 발생하는 폐기물을 연료로 하여 소각할 때 얻어지는 에너지이다.

태양광 발전과 다른 발전 방식의 차이

태양열, 풍력, 수력, 지열, 조력 발전 등은 모두 터빈을 돌려 발전기에서 전자기 유도로 전기 에너지를 얻는다. 그러나 태양광 발전은 태양 전지가 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로 전자기 유도를 이용하지 않는다.

태양 에너지가 근원이 아닌 신재생 에너지

태양광, 태양열, 풍력, 수력, 바이오 에너지 등은 태양 에너지를 근원으로 한다. 그러나 조력 에너지와 조류 에너지는 주로 달과 지구 사이의 인력에 의한 것이고, 지열 에너지는 지구 내부 에너지에 의한 것이므로 태양 에너지가 근원이 아니다.

4. 친환경 에너지 도시

친환경 에너지 도시: 환경 오염과 에너지 문제를 해결하기 위해, 도시 지역의 환경에 맞는
신재생 에너지나 기술을 활용하여 에너지 필요량을 최소화하는 도시이다.

예) 영국의 베드제드 마을, 독일의 프라이부르크 마을, 삼척시 도계읍
무지개 마을

친환경 에너지 도시의 특징

- 에너지 공급: 주택 지붕의 태양 전지로 전기 에너지를 생산한다.
- 건물 관리: 빗물을 저장하여 옥상 정원 관리에 활용하고, 건물 외벽에 단열재를 사용하여 열 손실을 줄이며, 채광이 잘되는 넓은 3중 유리창을 사용한다.
- 교통 정책: 모든 도로에서 보행자와 자전거 통행자에게 우선권을 주어 자동차의 이산화탄소배출을 줄이고, 태양 에너지로 전기 자동차 충전소를 운영한다.

5. 새로운 에너지원의 개발

신재생 에너지의 단점을 극복하기 위해 새로운 에너지원을 개발하고 있으며, 대표적으로 핵융합 연구가 진행되고 있다. 우리나라에서는 한국형 핵융합 연구 장치인 KSTAR를 독자적으로 개발하였다.

Theme 13 : 빈칸 채우기 문제

1. 에너지란 ()을 할 수 있는 능력이며, 단위로는 ()을 사용한다.
2. 열에너지는 물체를 이루는 원자의 진동이나 분자의 운동에 의한 에너지로, ()의 물체에서 ()의 물체로 이동하며 물체의 온도와 상태를 변화시킨다.
3. 화학 에너지는 ()에 의해 물질 속에 저장되어 있는 에너지이며, 핵에너지는 ()이 분열하거나 융합할 때 방출되는 에너지이다.
4. 에너지 보존 법칙이란 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 수는 있지만 새로 생기거나 () 않으며, 에너지의 ()은 항상 일정하게 보존된다는 법칙이다.
5. 롤러코스터가 내려갈 때는 위치 에너지가 () 에너지로 전환되며, 마찰이나 공기 저항이 없다면 이 과정에서 () 에너지는 일정하게 보존된다.
6. 에너지의 총량은 보존되지만 에너지가 전환될 때마다 그중 일부는 다시 사용하기 어려운 ()로 바뀌어 흩어지므로, 우리가 사용할 수 있는 ()한 에너지의 양은 점점 줄어든다.
7. 에너지 효율이란 ()한 에너지 중에서 ()하게 사용한 에너지의 비율이다.
8. 열기관은 온도가 높은 ()에서 온도가 낮은 ()으로 이동하는 열의 일부를 역학적 에너지로 전환하여 외부에 일을 하는 장치이다.

정답: 1. 일, J(줄) 2. 고온, 저온 3. 화학 결합, 원자핵 4. 사라지지, 총량 5. 운동, 역학적
6. 열에너지, 유용 7. 공급, 유용 8. 고열원, 저열원

Theme 13 : 빈칸 채우기 문제

9. 열기관에 공급된 열에너지 Q_1 은 열기관이 한 일 W 와 저열원으로 빠져나간 열에너지 ()의 합과 같으며, 이 값을 0으로 만들 수 없으므로 열효율이 ()%인 열기관은 존재할 수 없다.
10. 전등은 전기 에너지가 ()로 전환되는 비율이 높을수록 효율이 높으며, 백열전구, 형광등, LED 등 중에서 에너지 효율이 가장 높은 것은 ()이다.
11. 태양열, 풍력, 수력, 지열 발전 등은 모두 ()을 돌려 발전기에서 전자기 유도로 전기 에너지를 얻지만, () 발전은 태양 전지가 빛에너지를 전기 에너지로 직접 전환하므로 전자기 유도를 이용하지 않는다.
12. 신재생 에너지는 자원 고갈의 염려가 없고 친환경적이지만, 초기 () 비용이 많이 들고 발전 ()이 낮다는 단점이 있다.

정답: 9. Q_2 , 100 10. 빛에너지, LED 등 11. 터빈, 태양광 12. 투자, 효율

Theme 13 : 실전 적용 문제

2015년 고1 6월

물리 14번

85

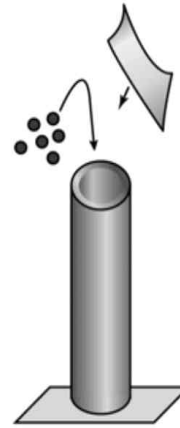
다음은 철수가 에너지 전환을 알아보기 위해 실험한 것이다

[실험 과정]

1. 스타이로폼 관의 아래를 종이로 막는다.
2. 관 속에 금속 추를 넣고 종이로 덮는다.
3. 관을 거꾸로 뒤집어 추를 떨어뜨린다.
4. 1분 동안 3의 과정을 빠르게 반복한다.
5. 추를 꺼내어 손바닥 위에 올려본다.

[실험 결과]

- 추가 뜨거워져 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 철수가 한 일이 열에너지로 전환된다.
- ㄴ. 단열 효과를 위해 스타이로폼 관을 사용한다.
- ㄷ. 추가 낙하할 때 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

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

Theme 13 : 실전 적용 문제

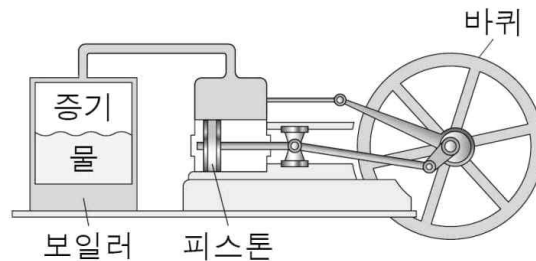
2014년 고1 11월

물리 13번

86

다음은 증기 기관에 대한 설명이다.

증기 기관은 ㉠ 화석 연료에 저장된 에너지를 이용하여 보일러에서 물을 끓여 발생된 증기의 힘으로 피스톤을 운동시키는 장치이다. 증기 기관은 증기선, 기관차, 방적 기계 등에 이용되었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 물은 증기로 변할 때 열에너지를 방출한다.
- ㄴ. ㉠은 화학 에너지이다.
- ㄷ. 움직이고 있는 피스톤은 운동 에너지를 가지고 있다.

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

Theme 13 : 실전 적용 문제

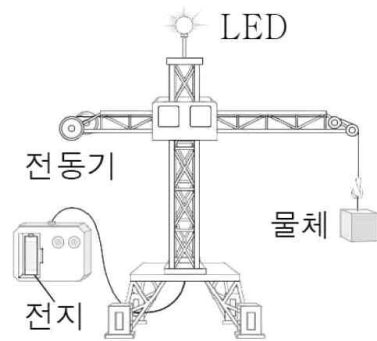
2017년 고1 11월

물리 16번

87

다음은 장난감 크레인의 작동에 대한 설명이다.

전지로부터 전기 에너지가 크레인에 공급되면, 발광 다이오드(LED)가 켜지고 전동기가 회전한다. 전동기가 회전하면 전동기에 연결된 실에 의해 물체가 일정한 속력으로 올라간다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. LED에서 사용된 전기 에너지는 전지로부터 크레인에 공급된 전기 에너지보다 작다.
- ㄴ. 전동기에서는 전기 에너지가 운동 에너지로 전환된다.
- ㄷ. 물체가 일정한 속력으로 올라가는 동안, 물체의 역학적 에너지는 일정하다.

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

Theme 13 : 실전 적용 문제

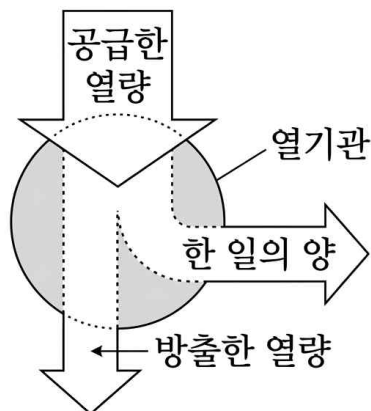
2011년 고1 11월

물리 12번

88

그림은 열기관을 모식적으로 나타낸 것이고, 표는 열기관 A, B에

공급한 열량, 한 일의 양, 열효율을 각각 나타낸 것이다.



	A	B
공급한 열량 (J)	100	120
한 일의 양 (J)	(가)	12
열효율 (%)	20	(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)는 20이다.
 ㄴ. 열효율은 A가 B보다 작다.
 ㄷ. 방출한 열량은 A에서가 B에서보다 작다.

- ① ㄱ
 ② ㄷ
 ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ
 ⑤ ㄴ, ㄷ

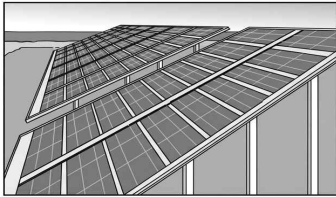
Theme 13 : 실전 적용 문제

2015년 고2 3월

물리 12번

89

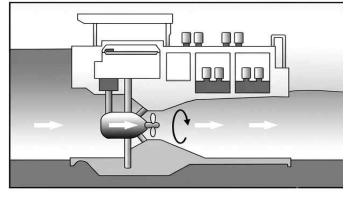
그림은 3가지 발전 설비 (가)~(다)를 나타낸 것이다.



(가) 태양광 발전



(나) 풍력 발전



(다) 조력 발전

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. (가)의 에너지원은 고갈될 염려가 없다.
- ㄴ. (나)는 운동 에너지를 전기 에너지로 전환시킨다.
- ㄷ. (다)는 조수 간만의 차를 이용한다.

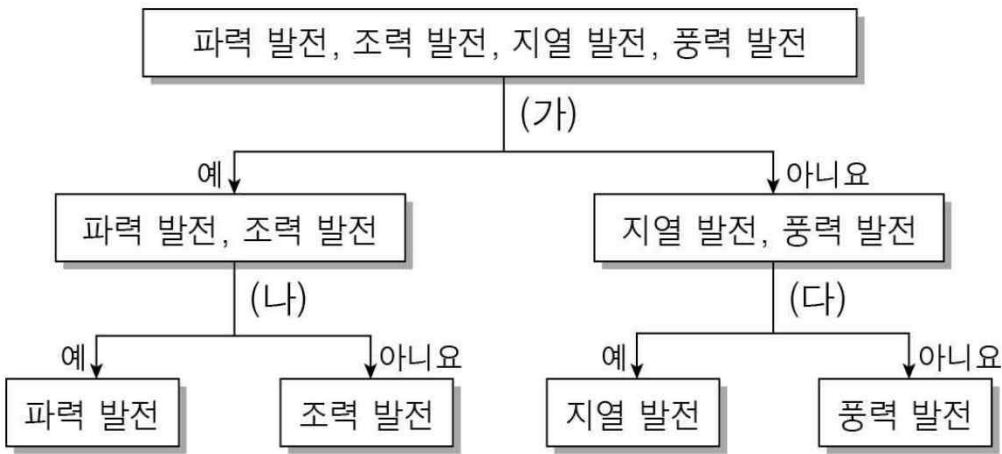
- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Theme 13 : 실전 적용 문제

2014년 고2 9월
지구과학 I 4번

90

다음은 친환경 에너지를 이용한 발전 방식을 분류한 것이다.



(가) ~ (다)에 해당하는 분류 기준으로 옳은 것을 <보기>에서 바르게 짝지은 것은?

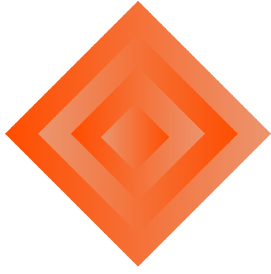
ㄱ. 해양 에너지 자원에 해당하는가?
 ㄴ. 지구 내부 에너지를 이용하는가?
 ㄷ. 근원 에너지가 태양 복사 에너지인가?

	가	나	다
①	ㄱ	ㄴ	ㄷ
②	ㄱ	ㄷ	ㄴ
③	ㄴ	ㄷ	ㄱ
④	ㄷ	ㄱ	ㄴ
⑤	ㄷ	ㄴ	ㄱ

Primer

통합과학 II

Chapter 5. 과학과 미래 사회



Theme 14 : 과학의 유용성과 필요성

1. 감염병의 진단

① 감염과 감염병

감염은 세균, 바이러스, 균류, 원생생물 등의 병원체가 숙주에 침입하여 증식하는 것이고, 감염병은 병원체에 감염되어 발생하는 질병이다. 그 예로는 감기, 독감, 폐렴, 무좀, 말라리아 등이 있다.

② 병원체와 검체

병원체는 사람이나 동식물에 감염병을 일으키는 원인이 되는 세균, 바이러스, 곰팡이 등을 말한다. 여기서 바이러스는 단백질과 핵산(DNA나 RNA와 같은 유전 물질)으로 이루어져 있으며, 생물과 무생물의 중간 형태에 해당한다.

검체는 검사를 위해 사람이나 생물로부터 채취하는 혈액, 소변, 타액 등을 말한다.

병원체의 감염 경로

병원체는 호흡을 통한 흡입, 오염된 물과 음식물의 섭취, 곤충과 같은 매개체, 피부 접촉, 수혈 등 다양한 경로로 숙주에 침입한다.

감염병 진단 검사

감염병 진단 검사란 병원체에 감염되었는지를 판별하는 검사이다. 감염으로 증상이 나타난 사람으로부터 검체를 채취한 뒤, 이를 실험실에서 검사하여 감염 여부를 확인한다.

③ 병원체의 성분을 확인하는 검사

신속항원검사: 채취한 검체에 바이러스를 구성하는 단백질이 있는지를 확인하는 검사이다.

유전자 증폭 검사(PCR 검사): 채취한 검체에 들어 있는 바이러스의 특정 유전자(핵산)를 증폭한 뒤, 바이러스가 있는지를 확인하는 검사이다.

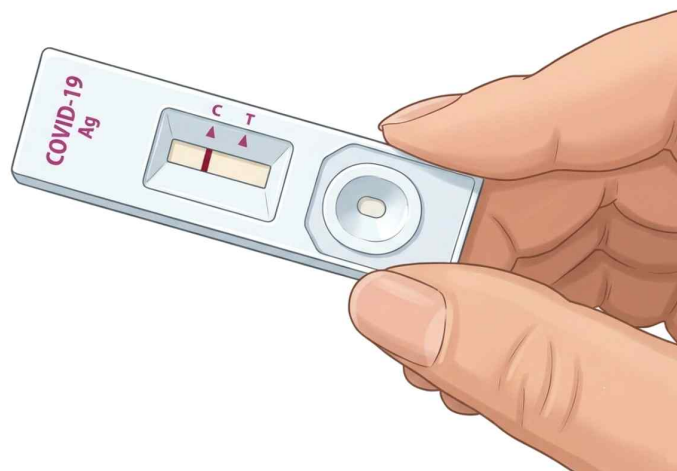
④ 몸의 반응을 확인하는 검사

항체 검사: 병원체에 감염되면 체내에서 그 병원체에 대항하는 항체가 만들어지므로, 혈액을 채취하여 항체가 있는지를 확인하는 검사이다.

신속항원검사와 PCR 검사의 비교

신속항원검사는 병원체의 단백질을 확인하는 검사로, 검사 시간이 10분 이내로 짧다. PCR 검사보다 정확도는 낮지만 감염 여부를 신속하게 확인할 수 있다. 두 검사는 모두 병원체 자체를 확인하지만, 신속항원검사는 단백질을, PCR 검사는 유전자를 확인한다는 점에서 다르다.

▼ 신속항원검사



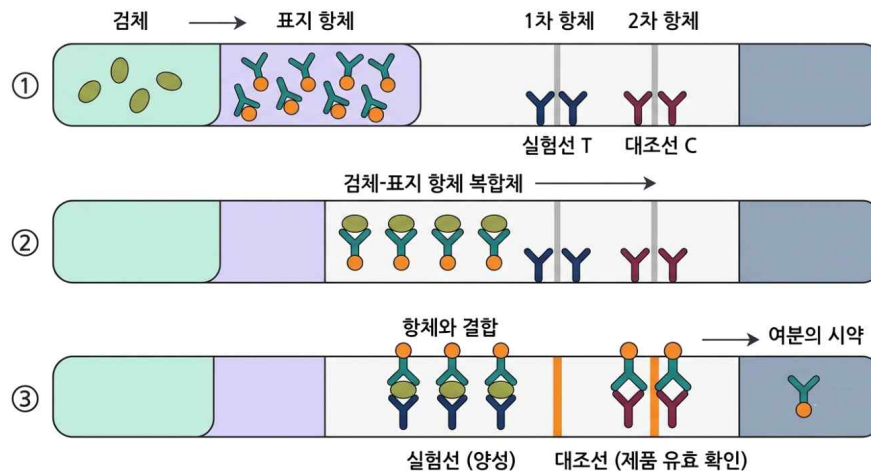
⑤ 최신 과학 기술을 이용한 검사

나노바이오센서를 이용한 기술: 물질을 검출하여 해석 가능한 신호로 바꾸어 주는 바이오센서와, 나노미터 크기의 물질을 다루는 나노 기술이 결합된 검사 기술이다. 아주 적은 양의 병원체도 확인할 수 있다.

생물정보학을 이용한 기술: 빅데이터 기술과 인공지능(AI) 기술을 토대로 하는 생물정보학을 활용하여 신종 감염병을 연구하고 진단한다.

▼ 신속항원검사의 원리

신속항원검사 키트에는 검출하려는 병원체의 항원 단백질과 결합하는 항체가 들어 있다. 이 중 검체와 처음 만나는 표지 항체에는 표지 물질(골드 나노 입자)이 부착되어 있어, 항체가 모이면 발색 반응이 일어나 선으로 나타난다.



- 1) 검체를 키트에 떨어뜨리면 검체가 표지 항체가 있는 부분으로 이동한다. 키트에는 실험선의 1차 항체와 대조선의 2차 항체가 미리 고정되어 있다.
- 2) 검체에 항원 단백질이 있으면 표지 항체와 결합하여 검체-표지 항체 복합체를 이루고, 이 복합체가 키트를 따라 이동한다.
- 3) 이동한 복합체는 실험선의 1차 항체와 결합하여 실험선에 색깔 반응을 나타낸다. 남은 표지 항체는 대조선의 2차 항체와 결합하여 대조선에도 색깔 반응을 나타낸다.

검사 결과의 해석

2줄(실험선 + 대조선): 검체에 항원 단백질이 있다는 의미이므로 양성이다.

1줄(대조선만): 항원 단백질이 없어 표지 항체만 대조선에 결합한 것이므로 음성이다.

대조선에 색깔 반응이 없음: 검사 키트에 이상이 있다는 의미이므로 결과를 판정할 수 없다.

2. 과학 기술을 이용한 감염병의 추적과 관리

① 감염병의 추적: 스마트 기기에 내장된 위성 위치 확인 시스템(GPS)이나 와이파이(WiFi), 블루투스, 센서 등을 활용하여 환자의 정보를 수집하고 공유함으로써 감염병의 확산 경로를 추적한다.

② 감염병의 관리

- 빅데이터 기술과 인공지능 기술을 활용하여 감염병의 특성을 파악하고 확산을 예측한다.
- 방역과 소독을 수행하는 인공지능 로봇을 개발하여 감염병 환자와의 접촉을 최소화한다.
- 새로운 감염병의 유행에 대비하기 위해 감시 체계를 구축하고, 백신과 치료제를 확보하며, 방역 시스템을 개선하고자 노력하고 있다.

감염병 관리에 이용되는 과학 기술

생명과학 기술, 빅데이터 기술, 인공지능 기술, 무선 통신 기술 등이 감염병 관리에 이용된다.

3. 미래 사회 문제 해결에서 과학의 필요성

① 미래 사회에 예측되는 문제: 감염병 대유행, 기후 변화, 자연재해와 재난, 에너지와 자원의 고갈, 물 부족과 식량 부족, 사생활 침해와 보안 문제, 인공지능과 자동화 기술의 발달에 따른 일자리 변화 등이 있다.

② 실시간 생활 데이터 측정

- 실시간 데이터 측정: 각종 센서를 부착한 스마트 기기를 이용하여 일상생활에서 다양한 데이터를 얻을 수 있다.

스마트 기기

네트워크에 연결되어 작동하는 조작 가능한 전자 기기로, 사용자가 원하는 응용 프로그램을 설치하여 데이터를 측정한다.

- 데이터의 생성과 축적: 인터넷에 연결된 많은 장치가 정보를 검색하고 생성하며 저장함에 따라, 오늘날에는 매일 많은 양의 데이터가 생성되고 있다.

4. 빅데이터

빅데이터란 기존의 데이터 관리 및 처리 도구로는 다루기 어려운 대용량의 데이터를 말한다.

- ① 빅데이터의 형성: 많은 양의 데이터가 디지털 형태로 전환되어 실시간으로 빠르게 수집되면서 빅데이터가 형성된다.
- ② 빅데이터의 활용: 빅데이터를 효과적으로 저장하고 처리하는 기술도 함께 발전하고 있다.
빅데이터로부터 정보를 추출하고 그 결과를 분석하여, 활용 목적에 맞게 금융, 교육, 의료, 과학 등의 분야에 이용한다.

빅데이터의 장점과 문제점

장점: 여러 분야에서 수집한 빅데이터를 분석하는 과정을 통해 현상을 더 빠르게 이해하고 정확하게 예측할 수 있다.

문제점: 빅데이터를 형성하고 활용하는 과정에서 사생활 침해, 충분히 검증되지 못한 데이터의 활용, 지나친 데이터 의존 등의 문제가 제기되고 있다.

사생활 침해와 관련 있는 빅데이터의 예

문자 송수신 기록, 음성 데이터, 인터넷 검색 기록, CCTV에 녹화된 영상, 신용 카드 사용 기록 등이 있다.

5. 과학 기술 사회에서 빅데이터의 활용

과학 실험	수집된 빅데이터를 기반으로, 개별 연구자만으로는 수행하기 어려웠던 과학 실험을 수행할 수 있게 되었다.
기상 관측	기상 위성과 기상 관측소에서 수집한 빅데이터를 분석하여 기상 현상을 예측하는 정확도가 높아졌다.
유전체 분석	유전체와 관련된 빅데이터를 분석하여 질병을 예측하고, 유전적 특성에 맞는 치료를 받을 수 있게 되었다.
신약 개발	질병과 관련된 빅데이터를 분석하여 특정 질병을 치료할 수 있는 물질과 그 합성 방법을 찾을 수 있게 되었다.

Theme 14 : 빈칸 채우기 문제

1. 감염이란 세균, 바이러스, 균류, 원생생물 등의 ()가 숙주에 침입하여 ()하는 것이고, 감염병이란 이에 감염되어 발생하는 질병이다.
2. 감염병 진단 검사에서는 감염으로 증상이 나타난 사람으로부터 ()를 채취한 뒤, 이를 실험실에서 검사하여 감염 여부를 확인한다.
3. 신속항원검사는 채취한 검체에 바이러스를 구성하는 ()이 있는지를 확인하는 검사이고, 유전자 증폭 검사는 검체에 들어 있는 바이러스의 특정 유전자를 ()한 뒤 바이러스의 존재 여부를 확인하는 검사이다.
4. 항체 검사는 병원체에 감염되면 체내에서 그 병원체에 대항하는 ()가 만들어지는 것을 이용하여, ()을 채취해 그 존재 여부를 확인하는 검사이다.
5. 나노바이오센서를 이용한 기술은 물질을 검출하여 해석 가능한 ()로 바꾸어주는 바이오센서와, 나노미터 크기의 물질을 다루는 나노 기술이 결합된 검사 기술로, 아주 () 양의 병원체도 확인할 수 있다.
6. 감염병의 추적에는 스마트 기기에 내장된 ()나 와이파이, 블루투스, 센서 등이 활용되며, 감염병의 관리에는 빅데이터 기술과 () 기술을 활용하여 감염병의 특성을 파악하고 확산을 예측한다.
7. 빅데이터란 기존의 데이터 관리 및 처리 도구로는 다루기 어려운 ()의 데이터로, 많은 양의 데이터가 () 형태로 전환되어 실시간으로 빠르게 수집되면서 형성된다.
8. 빅데이터는 현상을 더 빠르게 이해하고 정확하게 예측할 수 있게 해 주지만, 형성하고 활용하는 과정에서 () 침해, 충분히 검증되지 못한 데이터의 활용, 지나친 데이터 () 등의 문제가 제기된다.

정답: 1. 병원체, 증식 2. 검체 3. 단백질, 증폭 4. 항체, 혈액 5. 신호, 적은
6. 위성 위치 확인 시스템(GPS), 인공지능 7. 대용량, 디지털 8. 사생활, 의존

Theme 14 : 실전 적용 문제

91

다음 중 빅데이터 분석을 통해 가능해진 서비스로 가장 적절하지

않은 것은?

- ① 지역의 기상 자료와 가정의 전력 사용 기록을 분석하여 냉난방 기기를 자동으로 조절한다.
- ② 도로에 설치된 감지기와 차량의 위치 정보를 분석하여 혼잡한 구간을 피하는 경로를 안내한다.
- ③ 이용자의 검색 기록과 구매 기록을 분석하여 취향에 맞는 상품을 추천한다.
- ④ 이용자에게서 수집한 개인 정보를 분석하여 개인의 위치와 취향이 드러나지 않도록 한다.
- ⑤ 여러 해 동안 축적된 기상 자료와 작황 자료를 분석하여 농산물의 가격 변동을 예측한다.

92

정밀 의료의 장점으로 가장 적절한 것은?

- ① 환자의 유전자 정보를 분석하여 개인에게 맞는 치료법을 선택
- ② 같은 질병으로 진단된 환자에게는 유전적 차이와 관계없이 동일한 약물을 처방
- ③ 진료 기록, 생활 습관 정보, 유전 정보를 함께 분석하는 과정에서 빅데이터 기술이 활용
- ④ 약물에 대한 반응이나 부작용이 사람마다 다르다는 점을 치료 계획에 반영
- ⑤ 질병이 나타나기 전에 개인의 발병 가능성을 예측하여 미리 관리하는 데에도 활용

Theme 14 : 실전 적용 문제

93

다음은 미래 사회에 예측되는 문제에 대한 자료이다.

문제	대응에 활용되는 과학 기술
(가) 감염병 대유행	감시 체계 구축, 백신과 치료제 확보
(나) 물 부족 및 식량 부족	㉠
(다) 사생활 침해 및 보안	㉡

(가)~(다)와 과학의 역할에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㉠. (가)의 대응에는 생명과학 기술이 이용된다.
 ㉡. (다)는 빅데이터의 활용 과정에서도 제기되는 문제이다.
 ㉢. (나)와 (다)는 모두 과학 기술로 해결할 수 없는 문제이다.

- ① ㉠
 ② ㉢
 ③ ㉠, ㉡
 ④ ㉡, ㉢
 ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

Theme 14 : 실전 적용 문제

94 표는 감염병 진단 검사 방법 A~C에서 확인하는 대상을 나타낸

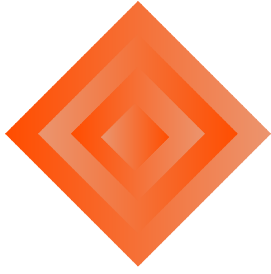
것이다. A~C는 각각 신속항원검사, 항체 검사, 유전자 증폭 검사(PCR 검사) 중 하나이다.

검사 방법	확인하는 대상
A	검체 속 바이러스의 특정 유전자
B	검체 속 바이러스를 구성하는 단백질
C	혈액 속 항체

감염병과 그 진단에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

ㄱ. B는 신속항원검사이다.
ㄴ. C에서 확인하는 대상은 병원체 자체가 아니다.
ㄷ. A는 B보다 검사에 걸리는 시간이 짧다.

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



Theme 15 : 과학 기술의 발전과 미래 사회

1. 과학 기술의 발전

① 사물 인터넷 기술

사물 인터넷 기술이란 사물을 인터넷으로 연결하여 사람과 사물, 사람과 사람, 또는 사물과 사물끼리 정보를 교환하며 작업을 수행하는 기술이다. 사용자가 원격으로 사물의 상태를 파악하고 제어할 수 있으며, 사람이 개입하지 않아도 사물이 스스로 작동할 수 있다.

사물 인터넷 기술의 활용

- 스마트 팜: 온도, 습도 등을 실시간으로 파악하여 물과 영양분을 자동으로 공급한다.
- 스마트 의료: 환자의 건강 상태를 실시간으로 파악하고, 응급 상황이 발생하면 병원에 즉시 연락해 신속한 조치를 취할 수 있다.
- 스마트 공장: 생산 기계를 실시간으로 관리하고 생산량을 효율적으로 조절한다.
- 스마트 홈: 집 안의 온도, 조명, 보안 장치 등을 실시간으로 관리하고 제어한다.
- 스마트 교통: 실시간으로 교통 정보를 수집하여 최단 시간 경로를 추천하고, 주차장의 빈자리 정보를 알려 준다.

피지컬 컴퓨팅

컴퓨터가 실제 세계와 소통할 수 있도록 하는 시스템이다. 조이스틱, RFID 리더, 빛 센서, 열 센서 등을 통해 입력을 받고 모터, LED 등을 통해 결과를 출력할 수 있으므로, 일반적인 컴퓨터보다 다양한 입출력 장치를 사용한다.

② 인공지능(AI) 기술

인공지능 기술이란 인간의 인지, 추론, 판단 등의 능력을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술이다.

- 인공지능 로봇: 인공지능 기술을 바탕으로 스스로 판단하여 움직이는 로봇이다.
여러 가지 센서를 통해 주변 정보를 파악하고 여러 개의 모터를 조작해 로봇을 움직이는 등, 피지컬 컴퓨팅이 사용된다.
예) 네 발로 걷는 로봇: 사람이 접근하기 어려운 산업 현장이나 재난 지역에 투입된다.
휴머노이드 로봇: 인간이 사용하는 도구나 생활 환경은 인간의 신체에 적합하도록 만들어져 있어 기존 로봇은 인간이 하는 일을 대체하기에 적합하지 않았다. 반면 인간을 닮은 휴머노이드 로봇은 여러 가지 면에서 사람이 할 일을 대신할 수 있다.
- 생성형 인공지능 기술: 텍스트, 오디오, 이미지 등 기존 데이터를 학습해 새로운 콘텐츠를 만드는 인공지능 기술이다. 소프트웨어 코드, 글쓰기, 미술, 음악 등 다양한 분야에서 독창적인 콘텐츠를 만드는 데 활용된다.

지능 정보화 시대의 과학 기술

데이터화: 인간의 삶과 환경에 관한 데이터는 주로 사물 인터넷(IoT) 기술과 누리소통망을 통해 수집되어, 빅데이터 형태로 인터넷의 클라우드에 축적된다.

정보화: 빅데이터의 경향성과 규칙성을 분석하여 가치 있는 정보를 추출한다.

지능화: 빅데이터에서 얻은 정보가 인공지능(AI) 기술을 구현하는 데 활용된다.

2. 과학 기술 발전의 유용성과 한계

① 과학 기술 발전의 유용성과 한계

과학 기술의 활용과 문제점: 개인 정보 활용 문제, 예상하지 못한 오염과 폐기물의 발생 가능성, 자율주행 자동차에서 운전자 보호를 우선시할지 보행자 안전을 우선시할지와 같은 윤리적 가치 판단 문제 등이 있다.

▼ 과학 기술의 발전에 따른 유용한 점과 문제점

정보 통신 기술의 발전	유용한 점	필요한 정보를 빠르고 쉽게 활용할 수 있도록 돕는다.
	문제점	익명성을 악용한 허위 사실 유포나 사이버 언어 폭력 등의 위험성이 있다.
사물 인터넷 기술의 발전	유용한 점	사용자의 스마트 기기 하나로 집 안의 가전제품을 조작할 수 있어 편리하다.
	문제점	인터넷에 연결되어 있어 해킹의 위험성이 있다.
매체 기술의 발전	유용한 점	영화나 음악과 같은 문화 예술에 대한 접근성을 높인다.
	문제점	새로운 문화가 너무 빨리 생겨나고 사라지며, 세대 간 정보 격차와 소통의 문제를 일으킬 수 있다.
원격 의료의 발전	유용한 점	빅데이터와 대조하여 빠르고 저렴하게 진단할 수 있다.
	문제점	인공지능이 잘못된 진단을 하면 심각한 결과를 초래할 수 있다.
인공지능 로봇의 발전	유용한 점	산업 현장의 생산성이 높아진다.
	문제점	인공지능 로봇이 인간을 대체하면서 인간의 일자리가 줄어들 수 있다.

과학 기술 발전에 대한 태도와 대비책

- 과학 기술의 한계를 알고 현명하게 이용할 필요가 있다.
- 무분별한 기술의 악용을 막는 윤리 지침을 설정해야 한다.
- 과학 기술을 적용하고 활용할 때 책임감을 가져야 한다.
- 인공지능이나 로봇이 대체할 수 없는 새롭고 창의적인 일자리를 창출해야 한다.

Theme 15 : 빈칸 채우기 문제

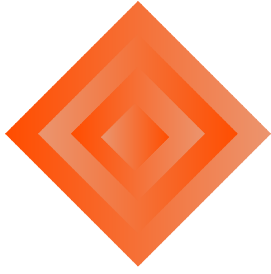
1. 사물 인터넷 기술이란 사물을 ()으로 연결하여 사람과 사물, 사람과 사람, 또는 사물과 사물끼리 정보를 교환하며 작업을 수행하는 기술이다.
2. 사물 인터넷 기술을 활용하면 사용자가 ()으로 사물의 상태를 파악하고 제어할 수 있으며, 사람이 개입하지 않아도 사물이 () 작동할 수 있다.
3. ()은 온도, 습도 등을 실시간으로 파악하여 물과 영양분을 자동으로 공급하며, 스마트 공장은 생산 기계를 실시간으로 관리하고 ()을 효율적으로 조절한다.
4. 피지컬 컴퓨팅은 컴퓨터가 실제 세계와 소통할 수 있도록 하는 시스템으로, 조이스틱이나 각종 ()를 통해 입력을 받고 모터, LED 등을 통해 결과를 ()할 수 있다.
5. 인공지능 기술이란 인간의 (), 추론, 판단 등의 능력을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술이다.
6. () 인공지능 기술은 텍스트, 오디오, 이미지 등 기존 데이터를 ()해 새로운 콘텐츠를 만드는 인공지능 기술이다.

정답: 1. 인터넷 2. 원격, 스스로 3. 스마트 팜, 생산량 4. 센서, 출력 5. 인지
6. 생성형, 학습

Theme 15 : 빈칸 채우기 문제

7. 지능 정보화 시대의 과학 기술은 데이터화, (), 지능화의 단계를 거치며, 이 중 데이터화 단계에서 수집된 데이터는 () 형태로 인터넷의 클라우드에 축적된다.
8. 정보화란 빅데이터의 ()과 규칙성을 분석하여 가치 있는 정보를 추출하는 것이고, 지능화란 빅데이터에서 얻은 정보가 () 기술을 구현하는 데 활용되는 것이다.
9. 사물 인터넷 기술은 스마트 기기 하나로 집 안의 가전제품을 조작할 수 있어 편리하지만, 인터넷에 연결되어 있어 ()의 위험성이 있다.
10. 과학 기술을 발전시킬 때에는 무분별한 기술의 악용을 막는 () 지침을 설정해야 하며, 인공지능이나 로봇이 ()할 수 없는 새롭고 창의적인 일자리를 창출해야 한다.

정답: 7. 정보화, 빅데이터 8. 경향성, 인공지능(AI) 9. 해킹 10. 윤리, 대체



Theme 16 : 과학 관련 사회적 쟁점과 과학 윤리

1. 과학 관련 사회적 쟁점

과학 관련 사회적 쟁점(SSI)

과학 관련 사회적 쟁점이란 과학 기술의 발전 과정에서 발생하는 사회적·윤리적 문제를 말한다. 과학 기술은 대체로 뚜렷한 이점과 함께 그에 따르는 문제를 동반하므로, 어느 한쪽만으로는 판단하기 어려운 쟁점이 생긴다.

▼ 과학 관련 사회적 쟁점의 예

자율주행 자동차	운전자의 피로를 덜어 주고 운전자의 부주의로 인한 사고를 예방하는 등 장점이 많지만, 사고가 발생했을 때 책임을 누구에게 물을 것인지와 같은 윤리적 문제가 생길 수 있다.
유전공학	질병의 예측과 치료에 도움을 줄 수 있으나, 태어나는 순간 개인의 유전자를 판독하여 직업 선택 등에서 사람을 차별하거나, 좋은 유전자를 가진 후손을 얻기 위해 태아의 유전자를 조작하는 문제가 생길 수 있다.
유전자 변형 농산물	식량 부족 문제를 해결하는 데 기여하지만, 부작용에 대한 검증이 충분히 이루어지지 않았으므로 사용을 제한해야 한다는 의견도 있다.
생성형 인공지능	다양한 분야에서 콘텐츠를 만드는 데 활용되지만, 생성형 인공지능이 제작한 콘텐츠의 저작권을 누구에게 인정할 것인지에 대한 논쟁이 있다.
전기 자동차	탄소 배출을 줄이는 데 중요한 기술이지만, 주차된 전기 자동차에 화재가 발생하여 손실이 생겼을 때 책임 소재를 가리는 문제가 있다.

유전자 변형 농산물(GMO)과 GMO 표시제

GMO: 유전공학 기술을 이용하여 서로 다른 생물체의 유전자를 결합하는 등, 특정 목적에 맞도록 유전자를 변형한 농산물이다.

GMO 표시제: 소비자의 알 권리와 선택권을 보장하기 위해, GMO를 원료로 사용한 경우 그 사용 여부를 표기하도록 한 제도이다.

2. 과학 윤리

과학 윤리란 과학 기술을 연구하고 이용하면서 지켜야 할 원칙이나 행동 양식을 말한다. 과학 윤리를 지켜야 과학 연구의 신뢰성이 높아지고, 과학 기술을 올바르게 활용하여 지속 가능한 발전과 이용이 가능해진다.

▼ 과학자가 실천해야 할 연구 윤리

정직성	연구 절차와 결과를 조작하지 않는다.
개방성	학문의 발전을 위해 연구 내용을 공개한다.
사회적 책임	사회에 악영향을 미치는 연구는 피하고, 공공의 이익을 위해 노력한다.
실험 대상에 대한 존중	동물 실험 윤리에 위배되는 행동을 하지 않으며, 임상 실험에서 참가자가 동의하지 않은 실험은 수행하지 않는다.
상호 존중	동료 연구자를 존중하고, 연구 참여자들의 성과를 공정하게 나눈다.
지적 재산권 존중	타인의 연구 결과를 무단으로 사용하지 않는다.

동물 실험 윤리의 3원칙(3R 원칙)

대체(Replacement): 동물을 사용하지 않고도 목적을 달성할 수 있는 방법이 있다면, 동물 실험을 그 방법으로 대체한다.

감소(Reduction): 실험에 사용되는 동물의 수를 가능한 한 줄인다.

개선(Refinement): 동물에게 가해지는 처치를 개선하여 고통과 스트레스를 최소화한다.

Theme 16 : 빈칸 채우기 문제

1. 과학 관련 사회적 쟁점이란 과학 기술의 () 과정에서 발생하는 사회적·윤리적 문제를 말한다.
2. 자율주행 자동차는 운전자의 피로를 덜어 주고 운전자의 ()로 인한 사고를 예방하는 장점이 있지만, 사고가 발생했을 때 ()을 누구에게 물을 것인지가 문제가 된다.
3. 유전자 변형 농산물은 () 부족 문제를 해결하는 데 기여하지만, ()에 대한 검증이 충분히 이루어지지 않았으므로 사용을 제한해야 한다는 의견도 있다.
4. 생성형 인공지능은 다양한 분야에서 콘텐츠를 만드는 데 활용되지만, 제작한 콘텐츠의 ()을 누구에게 인정할 것인지에 대한 논쟁이 있다.
5. GMO는 유전공학 기술을 이용하여 서로 다른 생물체의 ()를 결합하는 등, 특정 목적에 맞도록 이를 변형한 농산물이다.
6. GMO 표시제는 소비자의 ()와 선택권을 보장하기 위해, GMO를 원료로 사용한 경우 그 사용 여부를 표기하도록 한 제도이다.
7. 과학 윤리란 과학 기술을 연구하고 이용하면서 지켜야 할 ()이나 행동 양식을 말하며, 이를 지켜야 과학 연구의 ()이 높아진다.
8. 연구 윤리 중 연구 절차와 결과를 조작하지 않는 것은 ()이고, 학문의 발전을 위해 연구 내용을 공개하는 것은 ()이다.
9. 연구 윤리 중 사회에 악영향을 미치는 연구를 피하고 공공의 이익을 위해 노력하는 것은 ()이며, 타인의 연구 결과를 무단으로 사용하지 않는 것은 () 존중이다.
10. 동물 실험 윤리의 3원칙 중 동물을 사용하지 않고도 목적을 달성할 수 있는 방법이 있다면 그 방법을 쓰는 것은 ()이고, 동물에게 가해지는 처치를 개선하여 고통과 스트레스를 최소화하는 것은 ()이다.