VI04

발전소에서 만든 전기는 우리 집에서 어떻게 쓰일까?

중3 과학 · 에너지 전환과 보존 — 전기 에너지의 생산과 이용

집에서는 스위치를 누르면 전등이 켜진다. 그런데 멀리 있는 발전소 사진에는 물이 쏟아지거나 커다란 날개가 돌아간다. 지붕 위 태양 전지에는 돌아가는 날개조차 없다. 서로 다른 장치가 어떻게 모두 전기 에너지를 공급할까?

> **예측해 보자 — 태양 전지도 안에서 작은 발전기를 돌리고 있을까?**



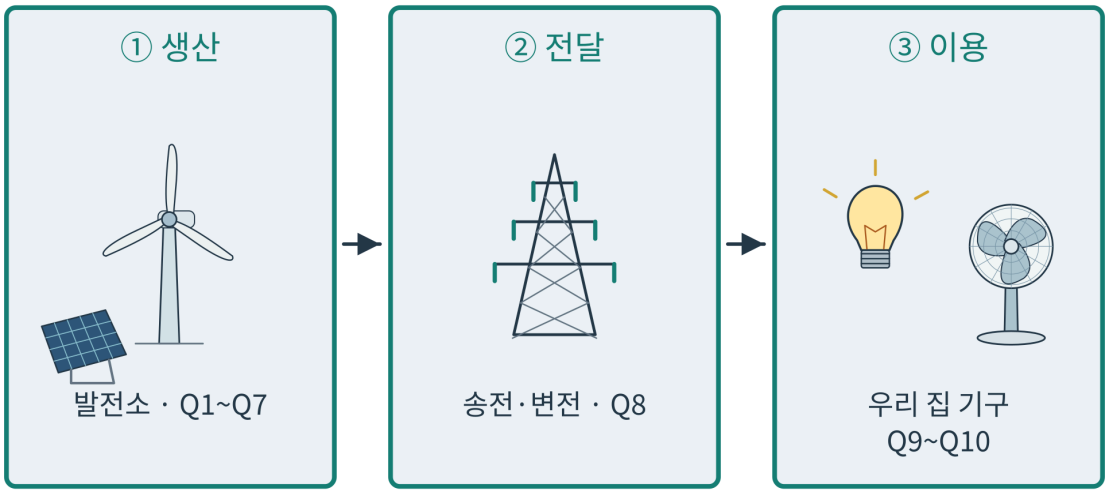
© 대치동 재우쌤 | 010-9524-4849 | https://leessaem.com/ | https://blog.naver.com/leessaem84
본 자료는 직접 제작한 학습 자료입니다. 개인 학습을 위한 열람·인쇄는 자유롭게 할 수 있으며, 무단 복제·재배포·수정 후 재배포 및 상업적 이용을 금합니다.

생산에서 우리 집까지

① 생산 → ② 전달 → ③ 이용

① 생산: 발전소	② 전달: 송전·변전	③ 이용: 우리 집 기구
전기 에너지를 얻는다.	전기 에너지를 멀리 보낸다.	전기 에너지를 여러 형태로 바꿔 쓴다.
Q1~Q7	Q8	Q9~Q10

M01 전기 에너지의 생산 → 전달 → 이용



질문 지도

구간	읽다가 생기는 질문	확인 문제
① 생산: 발전기를 무엇으로 돌릴까?	Q1 터빈과 발전기 · Q2 수력 · Q3 화력 · Q4 원자력	1–16
① 생산: 돌리지 않고도 발전할까?	Q5 풍력 · Q6 태양광 · Q7 발전 방식 비교	17–28
② 전달: 우리 집까지 어떻게 올까?	Q8 송전·변전·배전	29–32
③ 이용: 무엇으로 바뀔까?	Q9 가전제품 · Q10 전체 에너지 경로	33–40
선택 확장	여러 에너지의 근원 · 낮에 충전하고 밤에 켜는 등	선택 1–2

먼저 꺼내 올 것

말	이 편에서의 뜻
에너지원	에너지를 얻는 바탕. 높은 곳의 물, 연료, 바람, 햇빛 등
에너지 전환	에너지의 형태가 바뀌는 것
에너지 전달	한 물체·장소에서 다른 물체·장소로 에너지가 옮겨 가는 것
역학적 에너지	위치 에너지와 운동 에너지를 합한 것. 회전하는 물체도 운동 에너지가 있다.
발전기	전자기 유도를 이용해 역학적 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치
전동기	전기 에너지를 운동 에너지로 바꾸어 물체를 움직이는 장치

이 편의 두 가지 질문 — ① 무엇이 무엇을 움직이는가? ② 그때 어떤 에너지가 어떤 에너지로 바뀌는가?

발전 카드의 **위 줄은 질문 ①의 장치·물질, 아래 줄은 질문 ②의 에너지**를 나타낸다. 다섯 칸을 같은 순서로 놓으면 발전 방식 사이의 공통점과 차이점이 보인다.

F01 발전 카드는 같은 다섯 칸으로 읽는다

빈 카드 틀

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	무엇에서 시작할까?	무엇이 날개를 밀까?	도는가?	어떤 원리를 쓸까?	무엇을 얻을까?
에너지	처음 형태	→ 중간 형태	→ 회전 운동 에너지	→ 바뀐 형태	공급

수력 발전

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	높은 곳의 물	흐르는 물	돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	위치 에너지	→ 운동 에너지	→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

회전 운동 에너지는 역학적 에너지에 속한다.

③의 회전 운동 에너지는 역학적 에너지에 속한다. 그래서 발전기에서의 전환을 '역학적 에너지 → 전기 에너지'라고 쓴다.

> **에너지 화살표의 약속**
> 화살표에는 가장 중요한 변화를 쓰며, 이를 '주된 전환'이라고 한다. 실제 장치에서는 그 밖에 열·소리 등으로 전달되는 에너지도 있다.

① 생산 — 발전기를 무엇으로 돌릴까?

Q1. 발전소의 터빈과 발전기는 같은 장치일까?

한줄답 — 터빈은 물·증기·바람의 힘을 받아 돌고, 발전기는 그 회전을 이용해 전기 에너지를 만든다.

앞 편에서는 손으로 발전기의 손잡이를 돌렸다. 큰 발전소에서는 사람이 계속 손잡이를 돌리기 어렵다. 대신 물이나 증기 등이 날개를 밀게 한다. 이렇게 흐르는 물·증기·바람의 힘으로 도는 회전 장치를 **터빈**이라고 한다. 터빈의 회전은 축을 통해 발전기에 전달된다.

장치	하는 일	다음으로 이어지는 것
터빈	물·증기 등의 힘을 받아 날개가 돈다.	회전을 축으로 전달한다.
발전기	회전으로 코일을 통과하는 자기장이 변하게 한다.	전기 에너지를 공급한다.

[비유] 물레방아와 방아

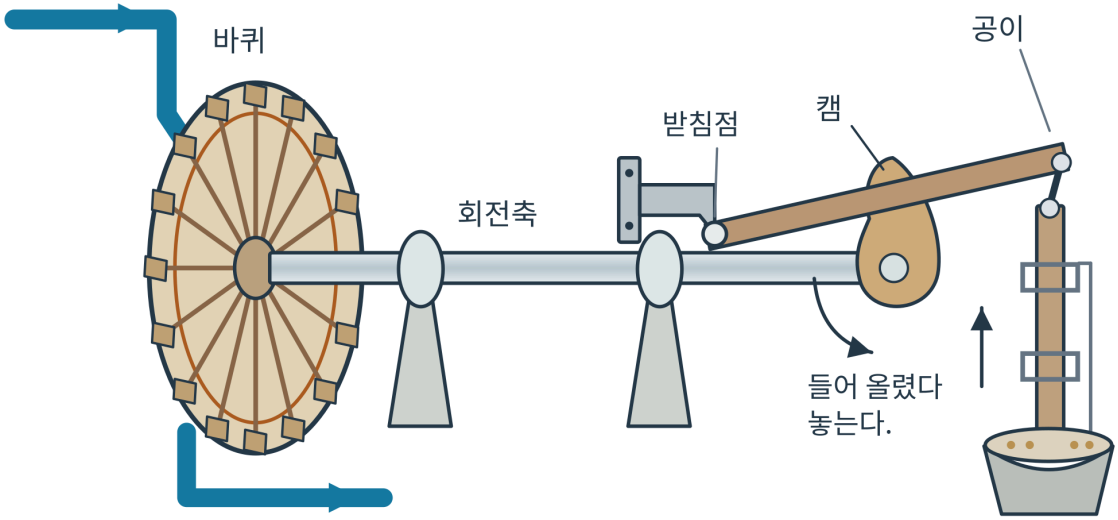
물레방아 바퀴는 물을 받아 돈다. 연결된 축과 장치가 공이를 움직여 곡식을 찧게 한다. 물은 바퀴를 돌린 뒤 아래로 흐른다. 터빈은 바퀴, 발전기는 곡식을 찧는 장치 자리에 놓고 비교할 수 있다.

✓ **여기까지 맞다:** 회전을 받는 부분과 그 회전으로 다른 일을 하는 부분이 연결되며, 물은 돌리고 지나간다.

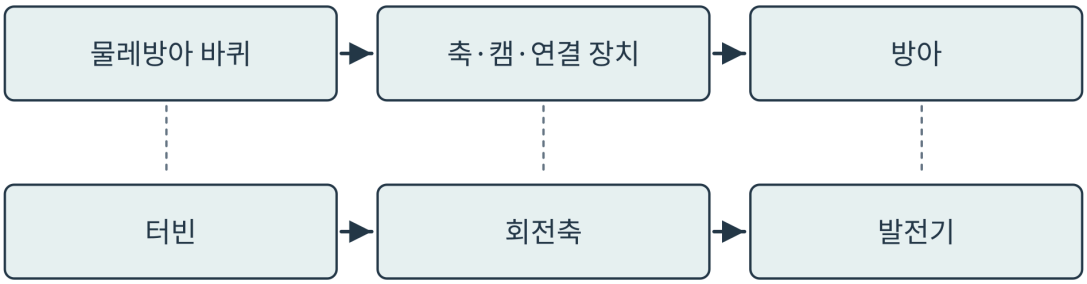
✗ **여기부터 다르다:** 방아는 곡식을 찧지만 발전기는 전자기 유도로 전기 에너지를 만든다.

B01 물레방아: 회전이 축과 캠을 거쳐 공이로 전달된다

장치의 연결을 보인 개념도 · 축 방향을 펼쳐 표시



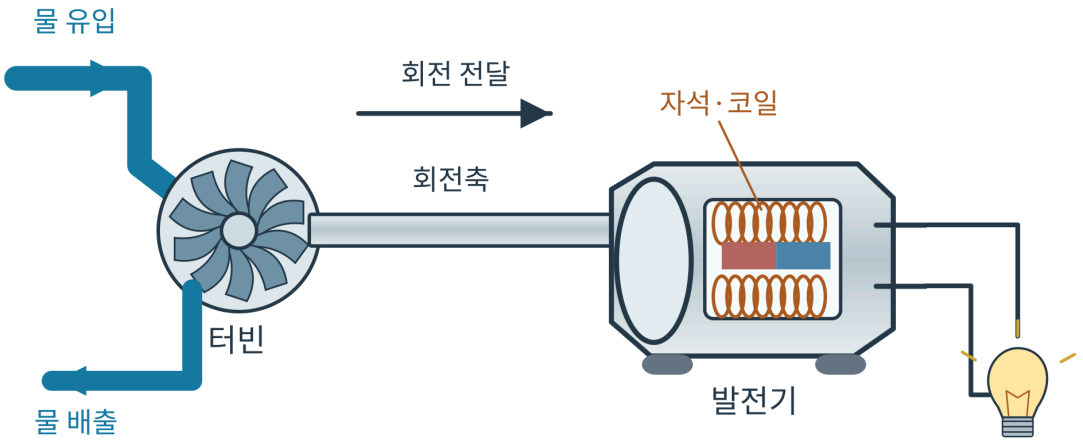
비유의 역할 대응

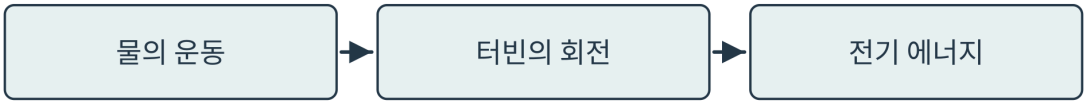


방아는 곡식을 찧고, 발전기는 전자기 유도로 전기 에너지를 만든다.

F02 터빈은 회전을 만들고, 발전기는 전기를 공급한다

장치 연결의 개념도





물은 터빈을 지나 빠져나온다. 발전기 안으로 들어가지 않는다.

✗ 터빈만 돌면 언제나 전기 에너지를 얻는다.

✓ 터빈의 회전이 발전기로 전달되어야 전자기 유도를 이용할 수 있다.

Q2. 댐의 물이 어떻게 전기를 만들까?

한줄답 — 높은 곳의 물이 낮은 곳으로 흐르며 터빈과 발전기를 돌리기 때문이다.

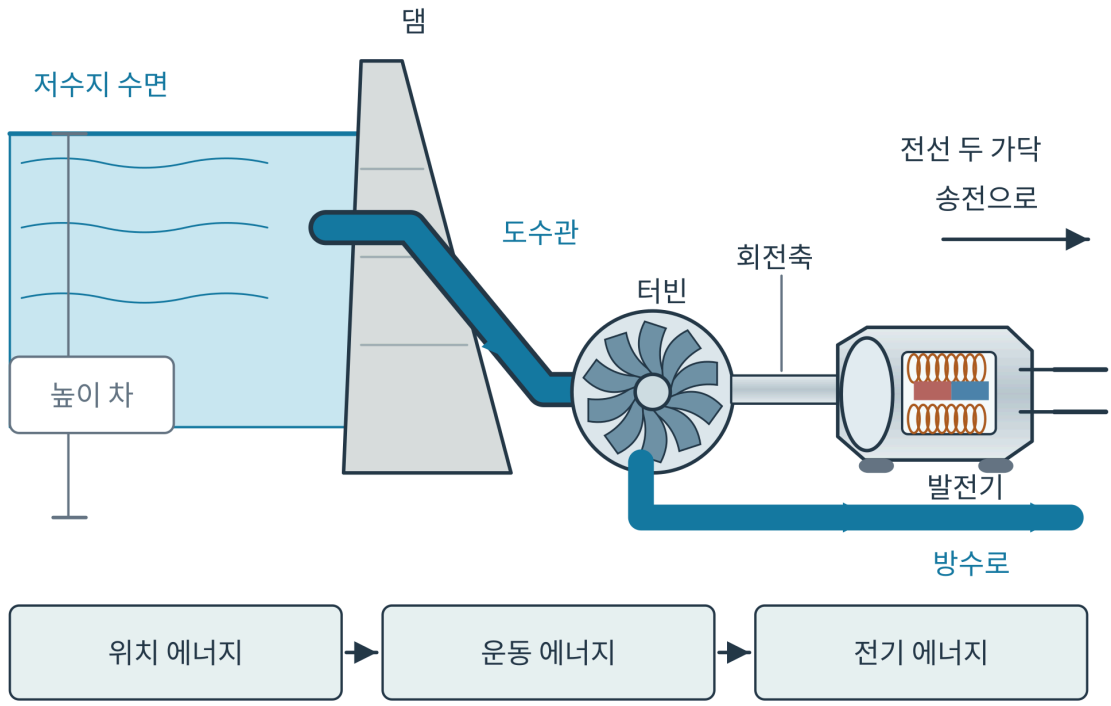
댐에 저장된 물은 아래쪽을 기준으로 중력에 의한 위치 에너지를 가진다. 물길을 열면 물이 낮은 곳으로 흐르고, 그 흐름이 터빈을 돌린다. 연결된 발전기에서 전기 에너지를 얻는다.

발전 카드 — 수력 발전

줄	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	높은 곳의 물	흐르는 물	돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	**위치 에너지**	**→ 운동 에너지**	**→ 회전 운동 에너지**	**→ 전기 에너지**	**공급**

흐르는 물의 운동 에너지가 터빈으로 **전달되어** 터빈이 돈다.

F03 물의 높이 차로 터빈을 돌리는 수력 발전



주된 전환 · 물은 터빈을 지난 뒤에도 물로 남아 흐른다.

주된 전환: 위치 에너지 → 운동 에너지 → 전기 에너지. 물과 회전 부분의 위치·운동 에너지를 묶으면 '역학적 에너지 → 전기 에너지'라고 줄여 쓸 수 있다.

물이 전기로 바뀌어 없어질까? 물레방아를 돌린 물이 아래로 흘러가듯, 터빈을 지난 물도 계속 흐른다. 물은 그대로 물이다. 바뀌는 것은 물이 가진 에너지의 형태다.

더 높은 곳에서 내려오면? 앞 편의 식은 다음과 같다.

위치 에너지(J) = 9.8 × 질량(kg) × 높이(m) = 9.8mh
위치 에너지 감소량(J) = 9.8 × 질량(kg) × 내려온 높이 차(m)

같은 양의 물이라면 내려온 높이 차가 2배일 때 위치 에너지 감소량도 2배이다. 물의 양과 높이 차가 둘 다 다르면 둘 다 따져야 한다.

Q3. 화력 발전에서는 석탄의 불이 바로 전기가 될까?

한줄답 — 연료로 물을 가열하고, 증기로 터빈과 발전기를 돌린다.

석탄과 같은 연료에는 화학 에너지가 저장되어 있다. 연료를 태우면서 방출된 에너지가 물을 가열한다. 이렇게 만든 높은 온도·압력의 증기가 터빈을 돌리고, 연결된 발전기가 전기 에너지를 공급한다.

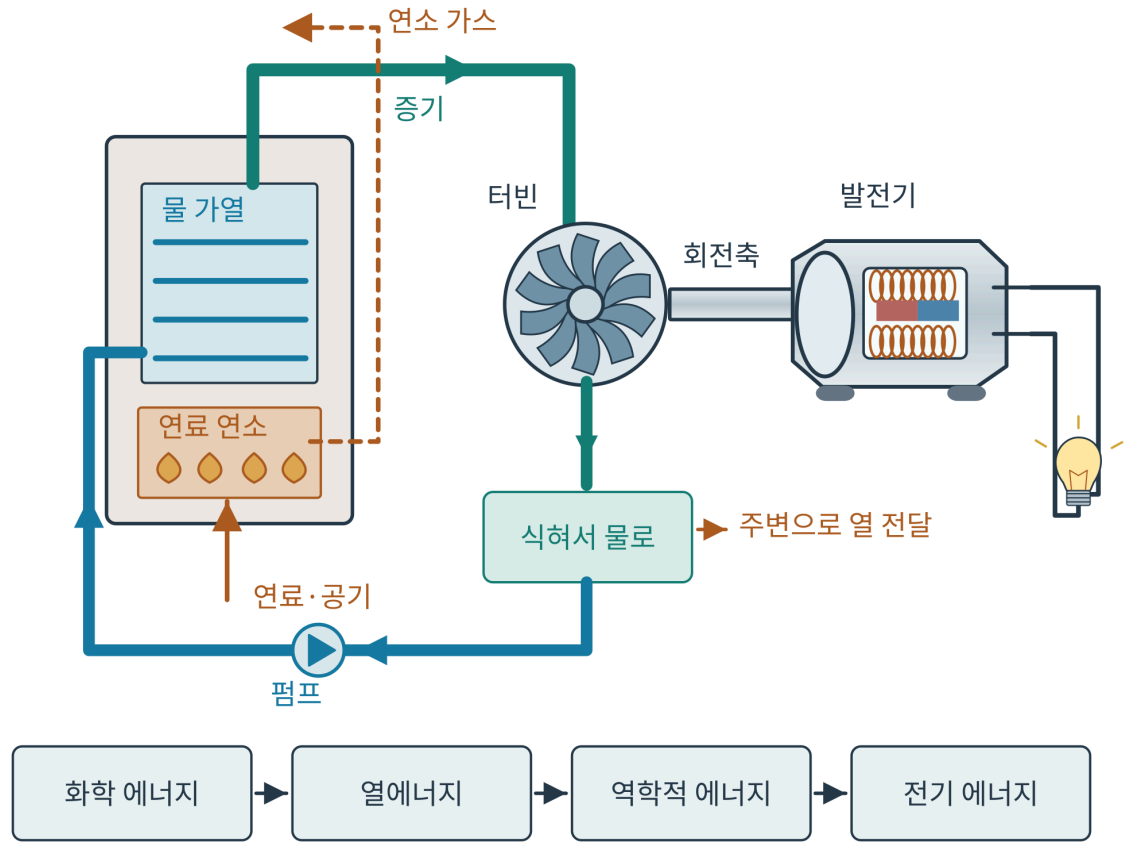
※ 이 학습지의 화력 발전은 물을 끓여 만든 증기로 터빈을 돌리는 방식을 말한다.

발전 카드 — 화력 발전

줄	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	연료	증기	돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	**화학 에너지**	**→ 열에너지**	**→ 회전 운동 에너지**	**→ 전기 에너지**	**공급**

F04 연료의 열로 증기를 만드는 화력 발전

증기 터빈 방식 · 장치 연결의 개념도



주된 전환 · 물(파랑) / 증기(청록) / 연소 가스(점선) / 전선(짙은 선)

연료의 연소로 **열에너지**를 얻고, 증기가 터빈을 돌려 **역학적 에너지**로 바꾼다. 발전기는 이 회전을 이용해 **전기 에너지**를 공급한다.

✗ 연료의 화학 에너지가 중간 과정 없이 모두 전기 에너지로 바뀐다.

✓ 열에너지와 역학적 에너지를 거쳐 일부가 전기 에너지로 바뀐다.

Q4. 원자력 발전도 증기를 쓴다면 화력 발전과 무엇이 다를까?

한줄답 — 증기로 터빈을 돌린다는 점은 같지만, 열을 얻는 에너지원이 다르다.

원자력 발전은 우라늄 같은 물질의 **원자핵이 쪼개지는 핵분열**에서 나오는 에너지를 이용한다. 그 에너지로 물을 가열해 증기를 만들고 터빈과 발전기를 돌린다. 핵분열은 연료를 태우는 화학 반응과 다르다.

F05 열을 얻는 출발점은 다르고, 뒤 과정은 같다

화력 발전

장치·물질 에너지	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
	연료	증기	돈다	전자기 유도	전기 에너지
	화학 에너지	→ 열에너지	→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

원자력 발전

장치·물질 에너지	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
	우라늄 등	증기	돈다	전자기 유도	전기 에너지
	핵에너지	→ 열에너지	→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

① 열원은 다르다. ②~⑤ 증기·터빈·발전기를 이용하는 과정은 같다.

[비유] 가스레인지와 인덕션

가스레인지는 불꽃으로, 인덕션은 불꽃 없이 냄비를 데운다. 데우는 방법이 달라도 물이 끓는다는 점은 같다. 화력과 원자력도 열을 얻는 방법은 다르지만, 뒤에서 증기로 터빈을 돌린다.

✓ **여기까지 맞다:** 열을 얻는 방법이 달라도 뒤쪽 과정이 같을 수 있고, 불꽃 없이도 물을 끓일 수 있다.

✗ **여기부터 다르다:** 인덕션은 전기 에너지로 가열한다. 원자력 발전의 열원은 핵분열에서 나오는 에너지다.

'화력'과 '원자력'은 에너지의 **출발점**을 구별하는 이름이다. 두 발전기에서 이용하는 전자기 유도 원리가 다르다는 뜻은 아니다.

대표 문제 1 — 같은 부분과 다른 부분 찾기

발전소 A는 연료를 태워 물을 가열한다. 발전소 B는 핵분열에서 얻은 에너지로 물을 가열한다. 두 곳 모두 증기로 터빈과 발전기를 돌린다.

(1) A와 B가 처음 이용하는 에너지의 형태를 각각 쓰시오.
(2) 발전기에서 일어나는 공통 에너지 전환을 쓰시오.
(3) “두 발전소는 증기를 쓰므로 처음 에너지원도 같다.”의 잘못을 설명하시오.

조건에서 찾은 근거	판단
A: 연료를 태운다.	화학 에너지
B: 핵분열을 이용한다.	핵에너지
둘 다 발전기를 돌린다.	역학적 에너지 → 전기 에너지

풀이: (1) A는 화학 에너지, B는 핵에너지이다. (2) 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환된다. (3) 증기는 터빈을 돌리는 과정에서 이용된다. 증기를 만드는 열의 출처는 연소와 핵분열로 서로 다르다.

확인 문제 1–16

1. 물의 흐름이 터빈을 돌리고, 터빈과 연결된 발전기가 작동한다. 두 장치의 역할을 바르게 설명한 것은?

① 터빈은 전기를 만들고 발전기는 그 전기로 터빈을 돌린다.
② 터빈과 발전기는 같은 장치를 부르는 두 이름이다.
③ 터빈은 물의 힘을 받아 돌고 발전기는 회전을 전기 에너지로 바꾼다.
④ 발전기가 없어도 터빈 날개만 돌면 전기 에너지를 얻는다.
⑤ 발전기는 터빈에 에너지를 보내는 쪽이므로 이 과정은 전기 → 운동이다.

2. 터빈은 돌고 있지만 발전기로 회전을 전달하는 축이 끊어졌다. 발전기는 처음에 멈춰 있었고 다른 힘으로 돌리지 않는다. 이 장치는 발전기를 통해 전기 에너지를 공급할 수 있는가? 까닭을 쓰시오.

답

3. 손 발전기의 손잡이를 사람이 돌리는 대신 흐르는 물로 돌리게 했다. 바뀌지 않은 핵심 원리는?

① 회전을 이용한 전자기 유도
② 회전 없이 빛을 전기로 바꾸는 태양 전지의 작용
③ 물의 화학 에너지가 전기 에너지로 바뀌는 반응
④ 전기 에너지를 회전으로 바꾸는 전동기 작용
⑤ 물이 코일을 통과하며 물 자체가 전류로 바뀌는 현상

4. 주된 발전 경로에서 다음 빈칸을 채우시오.

물의 흐름 → (가: 날개가 도는 장치) → 회전축 → (나: 전자기 유도를 이용하는 장치) → 전기 에너지 공급

답

5. 댐의 물을 이용하는 수력 발전의 주된 에너지 전환 순서로 알맞은 것은?

① 화학 → 열 → 전기
② 핵 → 열 → 전기
③ 전기 → 운동 → 위치
④ 빛 → 화학 → 전기
⑤ 위치 → 운동 → 전기

6. 수력 발전에서 터빈을 지난 물은 어떻게 되는가? “물이 줄어든 만큼 전기로 바뀐다.”라는 주장도 함께 판단하시오.

답

7. 같은 양의 물이 A에서는 15 m, B에서는 30 m만큼 내려온다. 중력에 의한 위치 에너지 감소량에 대한 설명으로 옳은 것은?

① A와 B가 같다.
② B가 A의 2배이다.
③ A가 B의 2배이다.
④ B가 A의 4배이다.
⑤ 높이 차는 위치 에너지와 무관하다.

8. 수력 발전을 “물의 역학적 에너지 → 전기 에너지”라고 줄여 쓸 수 있는 까닭을 위치 에너지와 운동 에너지를 사용해 설명하시오.

답

9. 화력 발전에서 연료를 태우는 주된 까닭은?

① 연료의 화학 에너지를 중간 과정 없이 전기로 바꾸려고
② 연소로 생긴 연기로 터빈을 직접 돌리려고
③ 발전기의 코일을 뜨겁게 하여 전류를 얻으려고
④ 터빈을 돌릴 증기를 만드는 데 필요한 열을 얻으려고
⑤ 물을 전기라는 물질로 바꾸려고

10. 화력 발전의 주된 전환을 완성하시오.

연료의 (가) 에너지 → (나) 에너지 → 터빈·발전기의 역학적 에너지 → (다) 에너지

답

11. 화력 발전의 설명 중 옳지 않은 것은?

① 연료에는 화학 에너지가 저장되어 있다.
② 연료의 에너지는 손실 없이 모두 전기 에너지가 된다.
③ 증기가 터빈을 돌릴 수 있다.
④ 발전기는 역학적 에너지를 전기 에너지로 바꾼다.
⑤ 연료 연소와 발전기 회전은 서로 다른 단계이다.

12. 장치 카드 네 장을 주된 작동 순서대로 배열하시오.

ㄱ. 발전기에서 전기 에너지 공급 / ㄴ. 연료 연소 / ㄷ. 증기에 의한 터빈 회전 / ㄹ. 물 가열 및 증기 생성

답

13. 화력 발전과 원자력 발전의 공통점을 바르게 설명한 것은?

① 둘 다 연료의 화학 에너지로 시작한다.
② 둘 다 핵분열로 열을 얻는다.
③ 둘 다 처음 이용하는 에너지 형태가 열에너지이다.
④ 둘 다 연소로 생긴 가스가 터빈을 직접 돌린다.
⑤ 둘 다 증기로 터빈을 돌리고 발전기에서 전기 에너지를 얻는다.

14. “원자력 발전에서는 우라늄을 태운 열을 쓴다.”라는 문장에서 열을 얻는 과정을 바르게 고쳐 쓰시오.

답

15. A 발전소의 경로는 “핵에너지 → 열에너지 → 역학적 에너지 → 전기 에너지”이다. A에서 발전기가 직접 바꾸는 에너지의 쌍은?

① 역학적 에너지 → 전기 에너지
② 핵에너지 → 전기 에너지
③ 열에너지 → 역학적 에너지
④ 열에너지 → 전기 에너지
⑤ 핵에너지 → 열에너지

16. A는 연소로, B는 핵분열로 증기를 만든다. A와 B의 처음 에너지를 각각 쓰고, 둘의 발전기에서 같은 원리로 전류를 얻는 까닭을 설명하시오.

답

① 생산 — 돌리지 않고도 발전할까?

Q5. 풍력 발전기는 커다란 선풍기를 거꾸로 쓰는 것일까?

한줄답 — 바람과 회전이 관계된다는 점은 닮았지만, 에너지가 흐르는 방향이 반대다.

풍력 발전에서는 움직이는 공기가 날개에 힘을 가해 회전시킨다. 그 회전을 발전기에 전달해 전기 에너지를 얻는다. 바람은 에너지원인 동시에 날개를 돌리는 것이므로 카드의 ①·②가 하나로 묶인다.

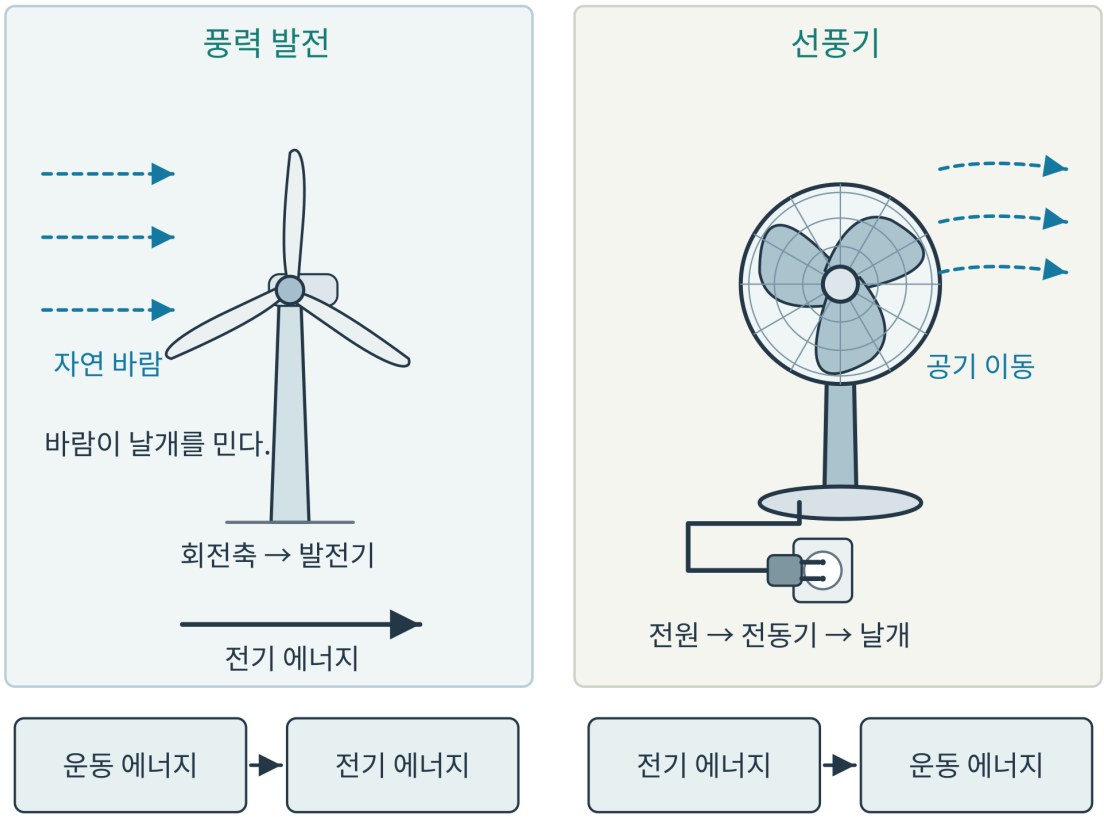
발전 카드 — 풍력 발전

줄	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	바람 = 에너지원이자 날개를 돌리는 것		돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	**바람의 운동 에너지**		**→ 회전 운동 에너지**	**→ 전기 에너지**	**공급**

바람의 운동 에너지가 터빈으로 **전달되어** 터빈이 돈다.

선풍기: 전기 에너지 → 전동기·날개의 운동 에너지 → 공기의 운동 에너지.

F06 날개가 닮아도 에너지의 방향은 다르다



주된 전환 · 점선은 공기 이동, 아래 굵은 화살표는 에너지 전환.

[비유] 선풍기를 거꾸로?

풍력 발전은 바람으로 전기를 얻고, 선풍기는 전기를 공급받아 바람을 만든다.

✓ **여기까지 맞다:** 에너지가 흐르는 방향이 반대라는 점이 닮았다.

✗ **여기부터 다르다:** 날개가 있다고 같은 장치는 아니다. 선풍기는 바람을 만드는 장치로 설계되어 있으므로 바람에 돌린다고 곧바로 가정용 발전기로 쓸 수는 없다.

Q6. 태양광 발전은 왜 터빈이 없어도 될까?

처음 예측 질문의 답은 '아니다'이다. 태양 전지는 터빈이나 발전기를 돌리지 않고 전기 에너지를 만든다.

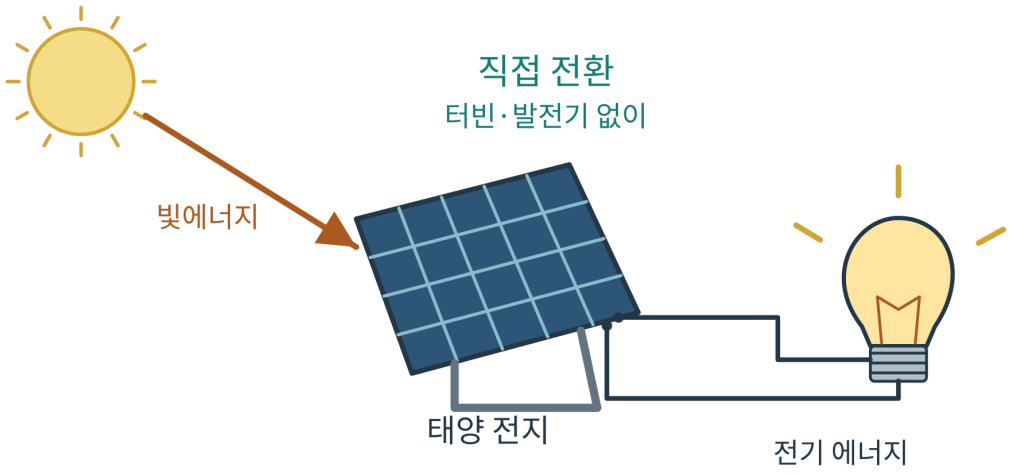
한줄답 — 태양 전지가 빛에너지를 직접 전기 에너지로 바꾸기 때문이다.

지붕 위 태양 전지에 빛이 들어오면 전기 에너지를 공급할 수 있다. 카드의 ②·③·④가 비어 있는 까닭은 그 단계를 거치지 않기 때문이다.

발전 카드 — 태양광 발전

줄	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	햇빛	태양 전지 — 터빈·발전기를 거치지 않는다			전기 에너지
에너지	**빛에너지**	**빛에너지 ——▶ 전기 에너지**			**→ 전기 에너지**

F07 태양 전지는 빛을 전기 에너지로 바꾼다



장치 연결의 개념도 · 일부 에너지는 열로 바뀐다.

[비유] 중간 정류장을 건너뛰는 직행버스

앞의 네 발전 방식은 터빈과 발전기라는 중간 정류장을 거친다. 태양 전지는 이 정류장들을 건너뛰는 직행버스에 빗댈 수 있다.

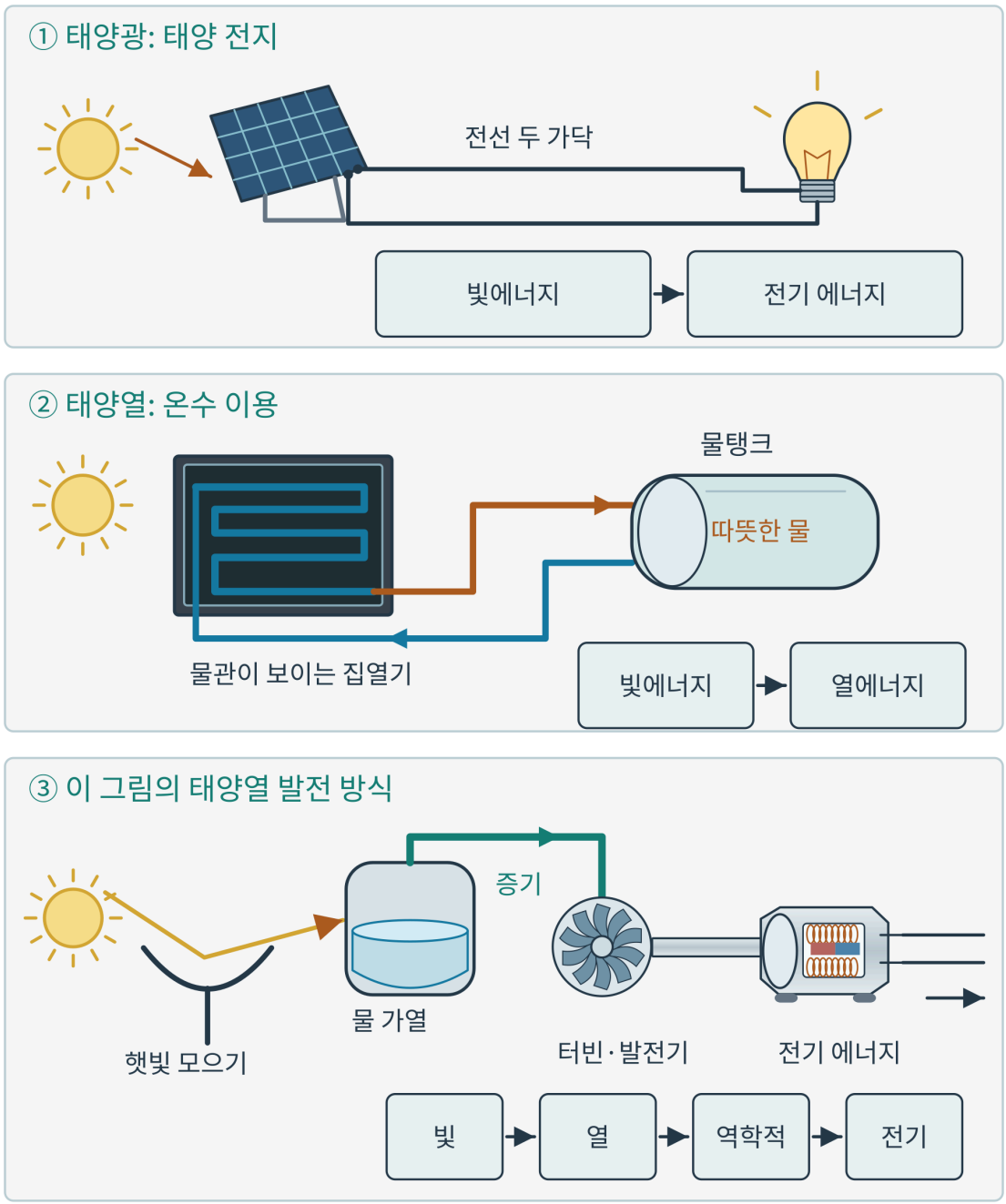
✓ **여기까지 맞다:** '직접'은 터빈·발전기 단계를 거치지 않는다는 뜻이다.

✗ **여기부터 다르다:** '직행'은 어떤 길로 가는지만 알려 줄 뿐, 빛에너지가 얼마나 전기 에너지가 되는지는 알려 주지 않는다. 태양 전지에서도 일부는 열에너지가 되므로 빛에너지 전부가 전기 에너지가 되지는 않는다.

태양광과 태양열은 같은 말일까? 태양 에너지를 이용한다는 점은 같아도 먼저 바꾸어 쓰는 형태가 다르다.

사례	주된 전환	터빈·발전기
태양 전지의 태양광 발전	빛에너지 → 전기 에너지	필요 없음
집열기로 물을 데우는 태양열 온수 장치	빛에너지 → 열에너지	필요 없음
태양열로 증기를 만들어 발전하는 장치	빛에너지 → 열에너지 → 역학적 에너지 → 전기 에너지	사용

F08 태양광·태양열은 연결 장치로 구별한다



✗ 태양 전지는 햇빛으로 물을 끓인 뒤 작은 터빈을 돌린다.

✓ 태양 전지는 빛에너지를 직접 전기 에너지로 바꾼다.

Q7. 발전 방식을 비교할 때 무엇을 기준으로 묶어야 할까?

한줄답 — 처음 에너지원과 발전 과정을 나누어 비교한다.

아래는 같은 발전 카드 다섯 장을 쌓은 것이다. 수력·화력·원자력·풍력의 ④ **발전기 칸은 같다.** 그 앞에서 무엇이 터빈을 돌리는지가 다르다. 태양광은 가운데 세 칸을 거치지 않는다.

F09 발전 방식 다섯 가지를 같은 틀로 비교

수력 발전

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	높은 곳의 물	흐르는 물	돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	위치 에너지	→ 운동 에너지	→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

화력 발전

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	연료	증기	돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	화학 에너지	→ 열에너지	→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

원자력 발전

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	우라늄 등	증기	돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	핵에너지	→ 열에너지	→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

풍력 발전

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	바람 = 에너지원이자 날개를 돌리는 것		돈다	전자기 유도	전기 에너지
에너지	바람의 운동 에너지		→ 회전 운동 에너지	→ 전기 에너지	공급

태양광 발전

	① 에너지원	② 터빈을 돌리는 것	③ 터빈	④ 발전기	⑤ 결과
장치·물질	햇빛	태양 전지			전기 에너지
에너지	빛에너지	빛에너지 → 전기 에너지			→ 전기 에너지

수력·풍력: 물·바람의 운동 에너지가 터빈으로 전달된다.

더 생각해 보기 — 발전량과 환경을 비교하려면
발전량은 만들어 내는 전기 에너지의 양이다. 같은 시간 동안의 발전량을 비교할 때, 태양광은 햇빛 조건에, 풍력은 바람 조건에 영향을 받는다. 또 발전 중 연료를 태우지 않는다는 한 가지 사실만으로 시설 건설이나 자원 사용 등 다른 환경 영향까지 없다고 결론 낼 수는 없다.

대표 문제 2 — 무엇을 생략하면 안 될까?

장치 A는 태양 전지로 전기 에너지를 공급한다. 장치 B는 거울로 햇빛을 모아 물을 가열하고, 증기로 터빈과 발전기를 돌린다.

(1) 각 장치의 주된 에너지 전환을 쓰시오.
(2) “둘 다 햇빛을 쓰므로 두 장치 모두 태양 전지로 발전한다.”를 고쳐 쓰시오.

풀이: (1) A는 빛 → 전기, B는 빛 → 열 → 역학적 → 전기이다. (2) 태양 에너지를 이용한다는 공통점은 있지만, A는 태양 전지를 쓰고 B는 증기 터빈과 발전기를 쓴다. **에너지원이 같다는 것과 전환 과정이 같다는 것은 다르다.**

확인 문제 17–28

17. 풍력 발전과 선풍기를 비교한 설명으로 옳은 것은?

① 둘 다 바람의 운동 에너지를 전기 에너지로 바꾼다.
② 둘 다 전기 에너지를 운동 에너지로 바꾼다.
③ 풍력 발전기는 전기를 바람으로 바꾸는 장치이다.
④ 풍력 발전은 바람의 운동을 이용해 전기를 얻고 선풍기는 전기를 이용해 공기를 움직인다.
⑤ 날개가 있으므로 두 장치는 모두 발전기이다.

18. 풍력 발전에서 “바람 → 날개 → 발전기”라는 장치 경로에 대응하는 주된 에너지 경로를 쓰시오.

답

19. 같은 풍력 발전기를 같은 시간 동안 관찰했다. 바람이 약한 때 만들어 낸 전기 에너지의 양이 바람이 강한 때보다 적었다. 이 관찰의 해석으로 가장 적절한 것은?

① 날개가 돌기만 하면 바람의 세기와 관계없이 발전량은 같아야 한다.
② 바람이 약하면 발전기의 전자기 유도 원리가 다른 원리로 바뀐다.
③ 날개에 공급되는 바람의 에너지가 줄었을 수 있다.
④ 발전량이 줄어든 만큼 에너지 전체가 사라졌다.
⑤ 바람이 약해지면 발전기의 전환 방향이 전기 → 운동으로 바뀐다.

20. “선풍기를 켜서 그 바람으로 풍력 발전기를 돌리면, 공급한 전기 에너지보다 더 많은 전기 에너지를 계속 얻을 수 있다.”는 주장을 판단하시오. 바깥에서 추가 에너지를 받지 않는다고 가정한다.

답

21. 태양 전지를 이용하는 태양광 발전의 주된 에너지 전환은?

① 위치 → 운동
② 열 → 역학적 → 전기
③ 핵 → 전기
④ 전기 → 운동
⑤ 빛 → 전기

22. “태양광 발전은 빛에너지를 직접 전기 에너지로 바꾸므로 빛에너지의 100%를 전기 에너지로 바꾼다.”를 고쳐 쓰시오.

답

23. 세 장치의 설명 중 태양 전지를 이용하는 태양광 발전에 해당하는 것은?

ㄱ. 빛을 받은 판이 회전 없이 전기 에너지를 공급한다.
ㄴ. 햇빛으로 물을 데워 온수만 공급한다.
ㄷ. 햇빛을 모아 만든 증기로 터빈과 발전기를 돌린다.

① ㄱ만
② ㄴ만
③ ㄷ만
④ ㄱ, ㄴ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24. 장치 A는 태양 전지로 전기를 얻고, 장치 B는 태양열로 만든 증기로 터빈과 발전기를 돌린다. A와 B에서 발전기 사용 여부를 각각 쓰고, B의 주된 에너지 전환 경로를 쓰시오.

답

25. 수력·화력·원자력·풍력 발전을 태양 전지의 태양광 발전과 구별하는 공통 기준은?

① 모두 연료를 태운다.
② 발전기의 전자기 유도를 이용한다.
③ 모두 증기로 터빈을 돌린다.
④ 모두 핵분열을 이용한다.
⑤ 모두 빛에너지를 직접 전기로 바꾼다.

26. 같은 태양 전지에 같은 조명을 같은 시간 동안 비추었다. 가림막으로 빛을 약하게 했을 때보다 가림막 없이 더 강한 빛을 비췄을 때 만들어 낸 전기 에너지의 양이 컸다. 빛 이외의 조건은 같았다. 이 실험에서 빛의 세기와 발전량은 어떤 관계를 보였는지 쓰시오.

답

27. 다음 자료에서 옳게 해석한 것은?

A: 연료 연소로 증기 생성
B: 핵분열로 증기 생성
C: 흐르는 물로 터빈 회전
D: 태양 전지로 전기 공급

① A와 B는 처음 에너지 형태도 같다.

② C는 물질인 물을 전기로 바꾼다.

③ A와 B는 열을 얻는 과정은 다르지만 증기로 터빈을 돌릴 수 있다.

④ D는 원자력 발전이다.

⑤ A·B·C·D는 모두 터빈이 필수이다.

28. “발전 과정에서 연료를 태우지 않는 방식은 환경에 아무 영향도 없다.”라는 결론이 충분한지 판단하고, 더 확인할 기준을 한 가지 쓰시오.

답

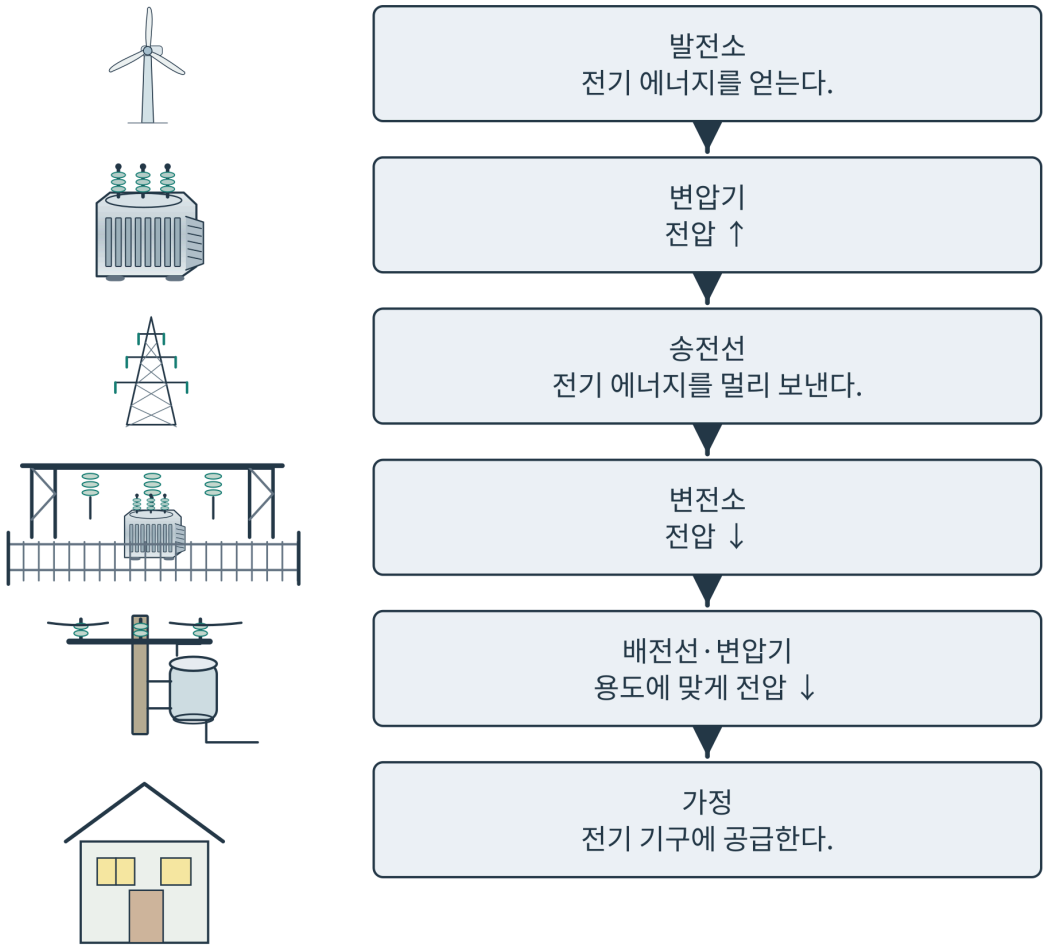
② 전달 — 우리 집까지 어떻게 올까?

Q8. 발전소와 집이 멀리 떨어져 있는데 전기 에너지는 어떻게 올까?

한줄답 — 발전소가 공급한 전기 에너지는 송전선과 배전선을 통해 가정으로 전달된다.

전달 흐름: 발전소 → 변압기(전압 ↑) → 송전선 → 변전소(전압 ↓) → 배전선·변압기(용도에 맞게 전압 ↓) → 가정

F10 멀리 보낼 때 높이고, 쓸 때 낮추는 전압



전기 에너지의 전달 경로를 간단히 나타낸 그림

발전소와 사용자 사이의 전선·설비 전체를 **전력망**이라고 한다. 여러 발전소의 전기 에너지가 전력망을 통해 여러 집으로 나누어 전달된다. **변전소**는 변압기 등을 이용해 전압을 바꾸고 전기 에너지를 나누어 보내는 곳이다.

왜 전압을 높일까? 같은 양의 전기 에너지를 같은 시간 동안 멀리 보낼 때, 전압을 높이면 송전선에서 열로 빠져나가는 에너지를 줄일 수 있다. 집에 공급하기 전에는 용도에 맞게 전압을 낮춘다.

부분·장치	역할	혼동하지 말 것
변압기	전압을 바꾼다.	에너지를 새로 만들지 않는다.
송전선	전기 에너지를 먼 곳까지 전달한다.	전달하면서 에너지가 늘어나지 않는다.
가전제품	전기 에너지를 필요한 형태로 바꾼다.	기구마다 바뀌는 형태가 다르다.

전류는 전구에서 소모되지 않는다. 앞서 배운 이 사실을 에너지 전달과 나누어 생각해 보자. 도선에는 처음부터 이동할 수 있는 전하가 있으며, 전하는 기구를 지났다고 없어지지 않는다.

[비유] 자전거 체인

팽팽하게 걸린 자전거 체인의 한 고리에 표시해 보자. 페달을 밟으면 표시한 고리가 뒷바퀴 쪽까지 가기 전에도 뒷바퀴가 돈다. 체인 고리는 도는 동안 계속 남아 있고, 체인을 통해 에너지가 전달된다.

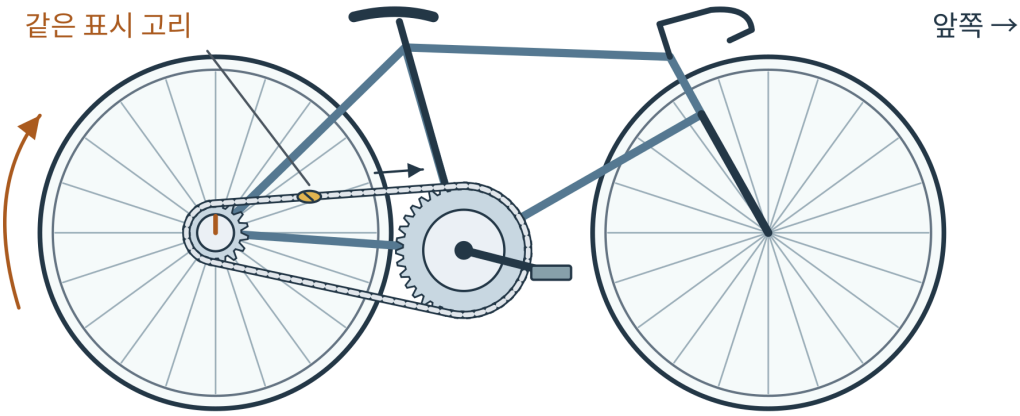
✓ **여기까지 맞다:** 전선에는 처음부터 전하가 있고, 전하가 소모되지 않으면서 에너지가 전달된다는 점을 떠올릴 수 있다.

✗ **여기부터 다르다:** 전하는 체인 고리처럼 서로 묶여 있지 않다. 이 비유는 전달 방식과 속도까지 같다는 뜻은 아니다.

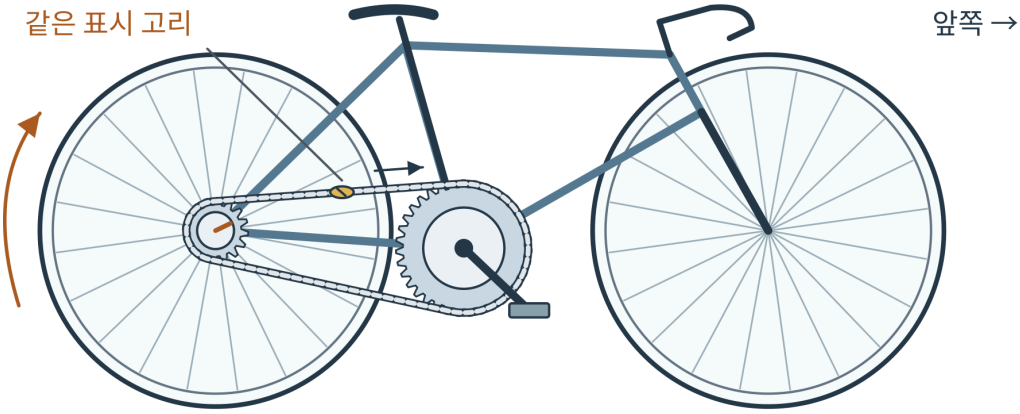
B02 표시 고리가 뒤까지 가지 않아도 뒷바퀴는 돈다

앞이 오른쪽인 자전거 · 페달을 앞으로 밟아 동력을 전달

처음



잠시 뒤



표시 고리는 오른쪽으로 짧게 이동
뒷바퀴와 페달은 시계 방향 회전

처음부터 있는 체인 고리 ↔ 도선에 처음부터 있는 전하

전하는 고리처럼 묶여 있지 않으며, 전달 방식·속도는 같지 않다.

전기 에너지를 이용하기 편리한 까닭

- 전선을 통해 먼 곳까지 보낼 수 있다.
- 여러 곳에 나누어 공급하고 스위치로 기구의 작동을 조절할 수 있다.
- 빛·열·운동·소리 등 여러 형태로 바꿀 수 있다.

확인 문제 29–32

29. 발전소에서 가정까지 전기 에너지를 전달하는 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 발전소에서 가정까지 전압은 처음부터 끝까지 같다.
② 전기 에너지는 전달 과정에서 조금도 다른 형태로 바뀌지 않는다.
③ 송전선이 중간에서 전기 에너지를 새로 만들어 보탠다.
④ 전기 에너지는 송전선과 배전선을 통해 가정으로 전달된다.
⑤ 변압기는 전압을 높이면서 에너지의 양도 새로 늘린다.

30. 발전기와 변압기의 역할을 각각 한 문장으로 쓰시오.

답

31. 전기 에너지를 가정에서 이용하기 편리한 까닭으로 적절하지 않은 것은?

① 전선을 통해 전달할 수 있다.
② 여러 사용자에게 분배할 수 있다.
③ 스위치로 기구의 작동을 조절할 수 있다.
④ 전기 기구를 쓰면 발전 과정의 환경 영향까지 모두 없어진다.
⑤ 빛·열·운동·소리 등으로 바꾸어 쓸 수 있다.

32. 송전 그림에 발전소에서 집까지 화살표가 그려져 있다. 이 화살표가 “특정 전자가 그 선을 따라가 전등에서 소모된다.”는 뜻인가? 에너지의 전달과 전하를 구별해 설명하시오.

답

③ 이용 — 무엇으로 바뀔까?

Q9. 같은 콘센트에 꽂았는데 왜 전등은 빛나고 선풍기는 돌까?

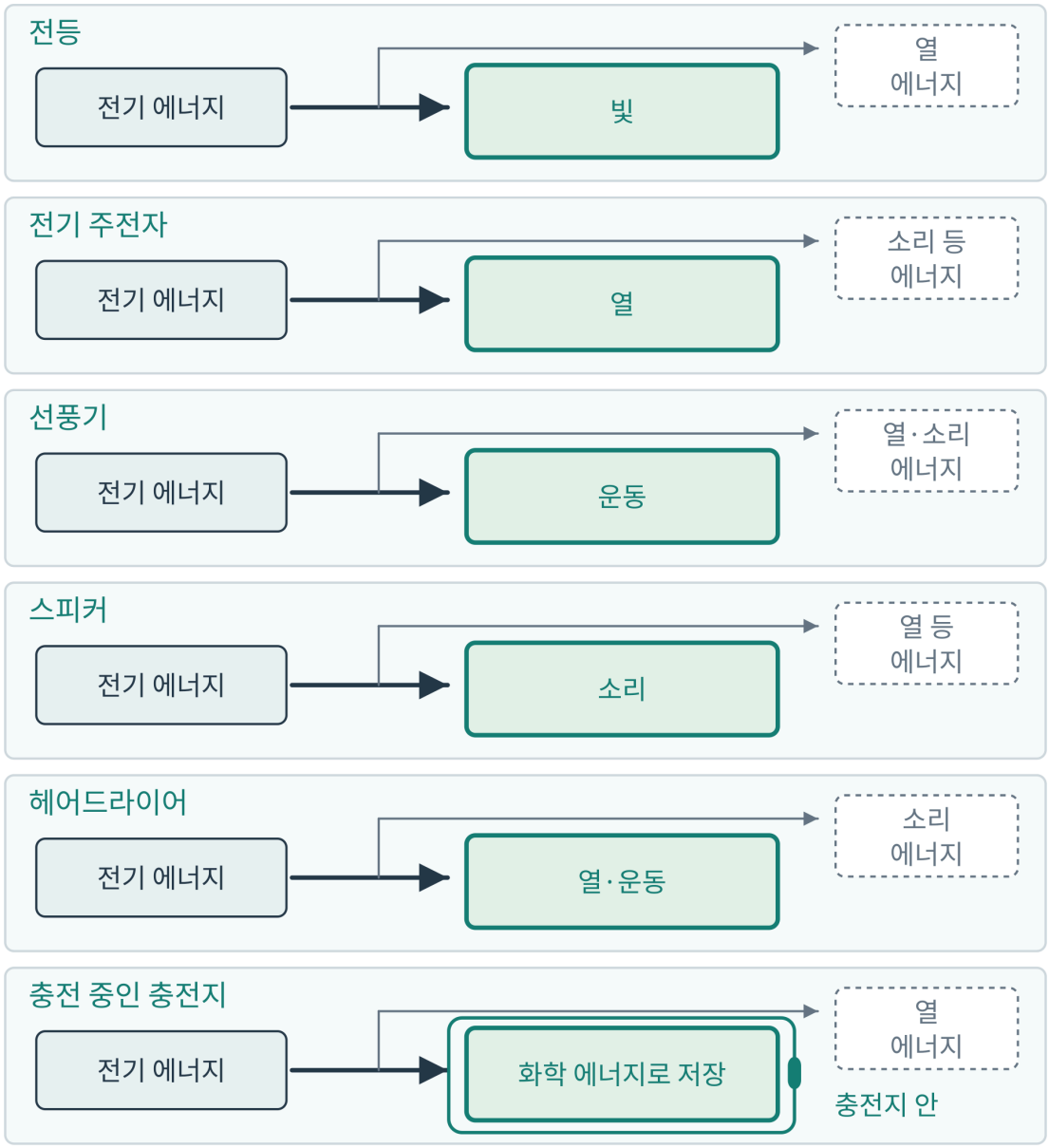
한줄답 — 기구의 구조와 역할에 따라 전기 에너지가 바뀌는 형태가 다르기 때문이다.

전기 에너지를 공급받는다는 점은 같지만, 기구 안의 장치가 다르다. 열을 내도록 만든 부분은 물을 데우고, 전동기는 날개를 돌린다. 어떤 기구는 여러 전환을 동시에 이용한다.

공통 갈래 틀: 공급된 에너지 1개 → 주된 결과＋함께 나오는 것

기구·상태	공급된 에너지	주된 결과	함께 나오는 것
전등	전기 에너지	**빛에너지**	열에너지
전기 주전자	전기 에너지	**열에너지**	소리 에너지 등
선풍기	전기 에너지	**운동 에너지**	열에너지·소리 에너지
스피커	전기 에너지	**소리 에너지**	열에너지 등
헤어드라이어	전기 에너지	**열에너지·운동 에너지**	소리 에너지
충전 중인 충전지	전기 에너지	**화학 에너지로 저장**	열에너지
방전 중인 충전지	화학 에너지	**전기 에너지**	열에너지

F11 전기 기구마다 에너지가 갈라지는 방식

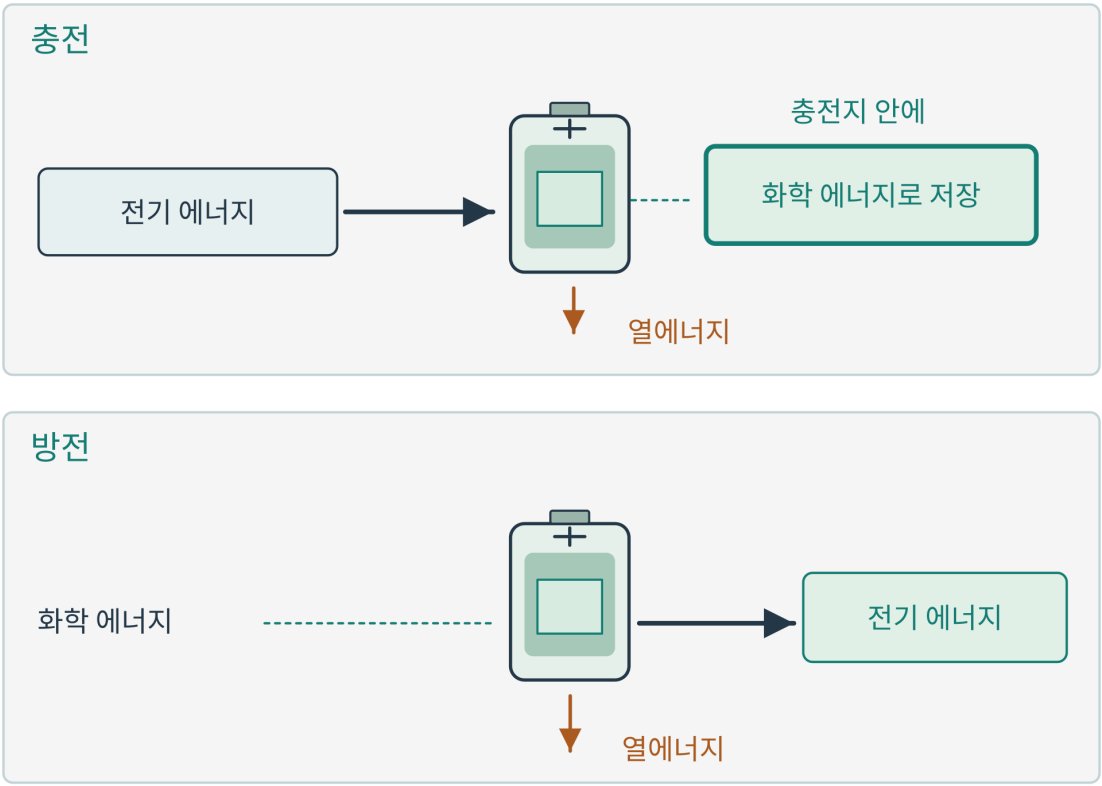


굵은 테두리: 주된 결과 / 점선: 함께 나오는 것 · 저장은 외부 방출과 다르다.

‘주된’은 ‘유일한’이 아니다. 선풍기는 날개와 공기를 움직이지만 전동기가 따뜻해지고 소리도 난다. 전등도 빛뿐 아니라 열을 내놓는다.

충전과 방전은 방향이 반대다. 충전은 전기 → 화학, 충전지가 기구에 에너지를 공급하는 방전은 화학 → 전기이다.

F12 같은 충전지, 충전과 방전의 반대 방향



방전 뒤 전등에서: 전기 에너지 → 빛에너지

[비유] 환전해서 보관하기

원화를 달러로 바꾸어 보관했다가 다시 원화로 바꿔 쓰는 것처럼, 충전지는 전기 에너지를 화학 에너지로 바꿔 저장했다가 다시 전기 에너지로 바꾼다. 수수료가 은행으로 옮겨 가듯 일부 에너지는 열로 주변에 전달된다.

✓ **여기까지 맞다:** 형태를 바꿔 보관했다가 다시 바꿔 쓰며, 주변으로 간 몫까지 포함하면 없어지는 것은 없다.

✗ **여기부터 다르다:** 환전하면 화폐 단위와 숫자가 달라진다. 에너지는 형태가 바뀌어도 같은 단위 J로 비교하고, 주변으로 전달된 양까지 합하면 보존된다.

대표 문제 3 — 한 기구에서 여러 갈래로 나누기

어떤 헤어드라이어에 한동안 240 J의 전기 에너지가 공급되었다. 그동안 공기와 주변으로 열에너지 150 J, 공기의 운동 에너지 70 J가 전달되었다. 나머지는 모두 소리 에너지로 전달되었다. 장치 안에 저장된 에너지의 변화는 없다.

(1) 소리 에너지의 양을 구하시오.
(2) 머리를 말리는 데 이용하는 주된 두 가지 전환을 쓰시오.

조건: 장치 안의 에너지 저장량이 변하지 않는다 → 들어온 만큼 모두 나간다.

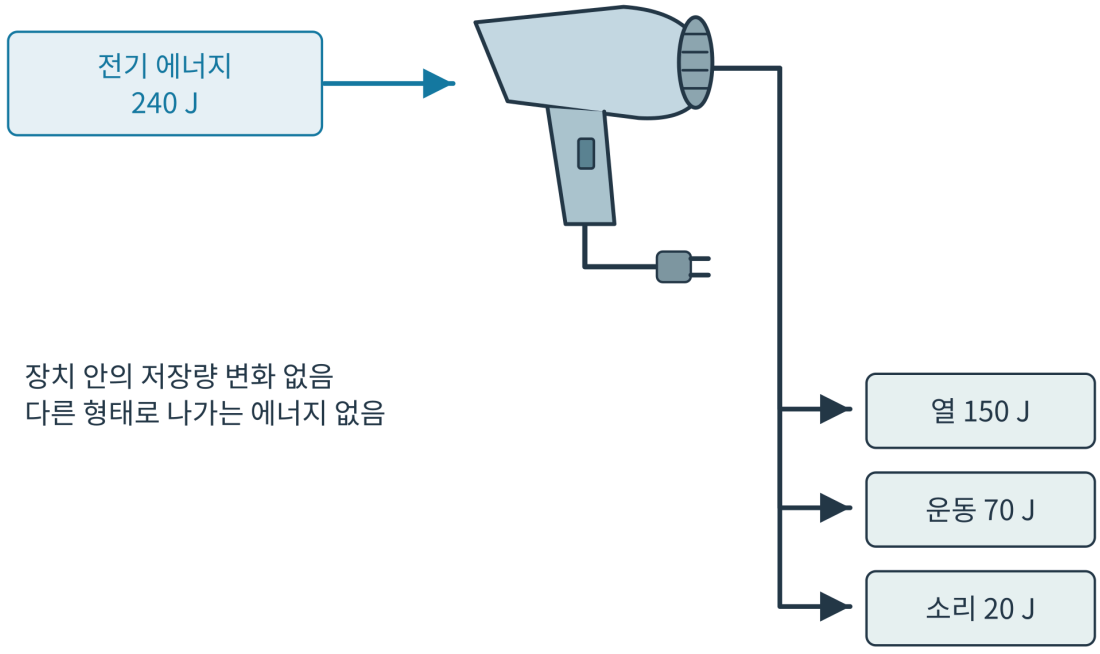
식 상자

공급된 전기 에너지 = 나온 에너지의 합
240 J = 150 J(열) + 70 J(운동) + □ J(소리)
□ = 240 − 150 − 70 = 20 J

답: (1) 20 J (2) 전기 에너지 → 열에너지, 전기 에너지 → 운동 에너지.

용돈 240원을 150원·70원·20원으로 나누어 쓴 것을 떠올릴 수 있다. 이 식에서는 240 J을 열·운동·소리로 나누어 전달한 것이다.

F13 드라이어의 에너지 장부



화살표 너비는 에너지 양의 비율이 아님.

Q10. 전기를 다 썼다는 말은 에너지가 사라졌다는 뜻일까?

한줄답 — 전기 에너지가 빛·열·소리 같은 다른 형태로 바뀌었다는 뜻이다. 에너지 전체는 사라지지 않는다.

전기 주전자를 켜면 물이 따뜻해진다. 공급된 전기 에너지가 물과 주변의 열에너지 등으로 바뀌어 전달된 것이다. 전등의 빛이 벽에 흡수되면 벽의 열에너지로 바뀐다.

[비유] 용돈을 다 썼다

용돈으로 과자와 학용품을 샀다고 돈이 세상에서 사라지지는 않는다. 돈은 가게로 옮겨 간다. 전기 에너지도 사용하면 다른 형태로 바뀌어 주변으로 전달된다.

✓ **여기까지 맞다:** 내 손의 돈이 줄어도 없어진 것은 아니듯, 전기 에너지가 줄어도 에너지 전체가 없어진 것은 아니다.

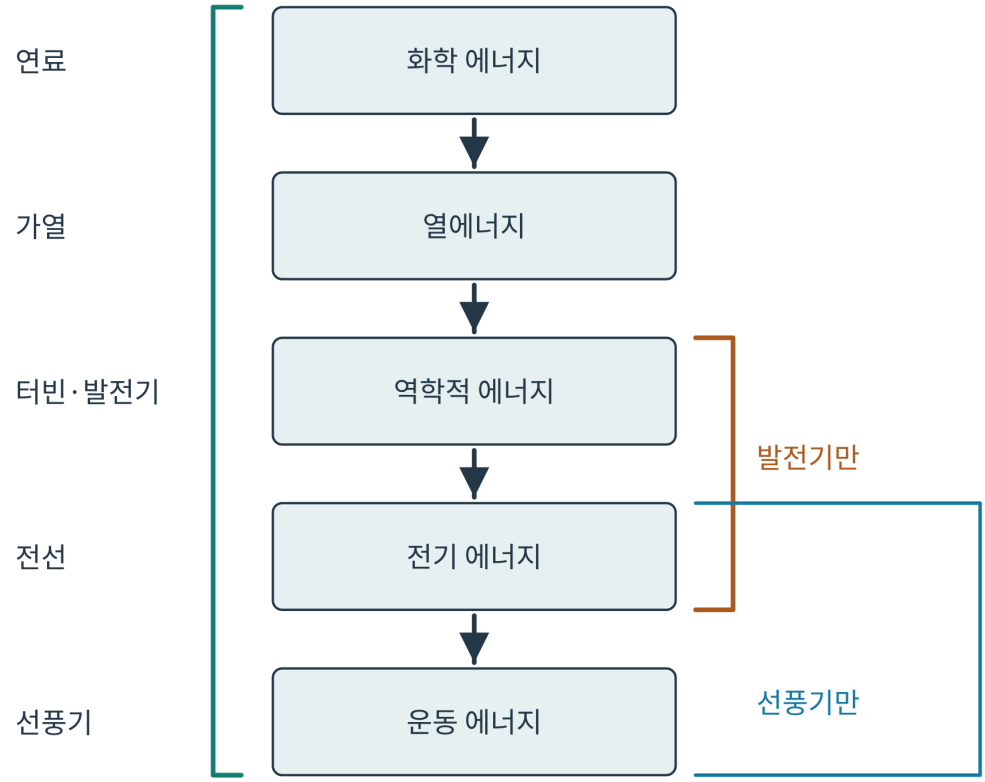
✗ **여기부터 다르다:** 돈은 물건과 교환된 것이지 돈이라는 물질이 물건으로 변한 것은 아니다. 에너지는 형태가 실제로 바뀌며, 주변에 흩어진 열을 다시 모아 쓰기도 어렵다.

에너지 전체의 보존과 전기 에너지의 감소는 함께 일어난다. 전기 에너지가 줄어든 만큼 다른 형태가 늘거나 주변으로 전달된다.

어디부터 어디까지 보는가?	주된 전환
수력 발전소의 발전기만	역학적 → 전기
댐의 물부터 전등까지	위치 → 운동 → 전기 → 빛
★ 화력 발전의 연료부터 선풍기까지	화학 → 열 → 역학적 → 전기 → 운동
태양 전지부터 스피커까지	빛 → 전기 → 소리

F14 같은 장면도 묻는 범위에 맞추어 쓴다

전체: 연료부터 선풍기까지



주된 전환 · 일부 에너지가 열·소리로 전달되는 과정은 생략했다.

"발전기에서"라고 물으면 **역학적 → 전기**, "연료부터 선풍기까지"라고 물으면 **전체 경로**를 쓴다. 묻는 시작점과 끝점이 달라지면 필요한 화살표도 달라진다.

열은 항상 쓸모없는 에너지일까? 전기 주전자에서는 물을 데우는 열이 목적에 맞는 결과이다. 선풍기의 전동기가 뜨거워지는 것은 바람을 만드는 목적에 직접 도움이 되지 않는다. 어떤 전환이 유용한지는 사용 목적에 따라 달라진다.

대표 문제 4 — 묻는 범위를 좁혔다 넓히기

높은 곳의 물을 내려보내 발전기를 돌리고, 그 전기로 전동기를 작동시켜 작은 수레를 움직였다.

(1) 발전기에서의 전환 (2) 전동기에서의 전환 (3) 물의 높이부터 수레의 움직임까지의 주된 전환을 쓰시오.

풀이: (1) 역학적 → 전기 (2) 전기 → 운동 (3) 물의 위치 → 물·회전 부분의 운동 → 전기 → 수레의 운동이다. (1)과 (2)는 서로 반대 방향의 장치이며, 전체를 연결하면 전기 에너지가 두 회전 장치 사이를 이어 준다. 간단한 경로에서 생략한 열·소리로의 전환도 실제로 일어날 수 있다.

확인 문제 33–40

33. 기구의 주된 에너지 전환을 바르게 짝 지은 것은?

① 전기 주전자: 전기 → 빛
② 선풍기: 운동 → 전기
③ 스피커: 전기 → 소리
④ 전등: 빛 → 전기
⑤ 충전 중인 충전지: 화학 → 전기

34. 휴대 전화의 화면이 켜지고 스피커에서 소리가 나며 본체가 따뜻해졌다. 전기 에너지가 바뀐 형태 세 가지를 쓰시오.

답

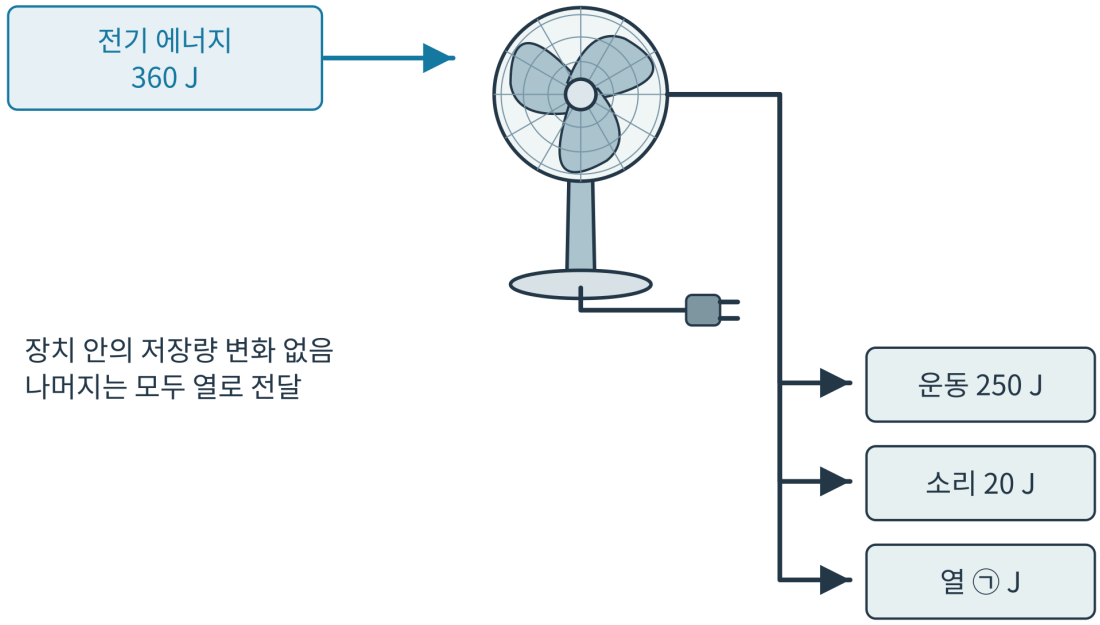
35. 같은 충전지를 충전할 때와 그 충전지로 전등을 켤 때, 충전지 내부의 주된 에너지 전환을 바르게 짝 지은 것은?

① 충전: 화학 → 전기 / 방전: 전기 → 화학
② 충전: 빛 → 전기 / 방전: 전기 → 빛
③ 충전: 전기 → 운동 / 방전: 운동 → 전기
④ 충전: 핵 → 전기 / 방전: 전기 → 핵
⑤ 충전: 전기 → 화학 / 방전: 화학 → 전기

36. 선풍기에 360 J의 전기 에너지를 공급했다. 이 동안 날개·공기의 운동으로 전달된 에너지가 250 J, 소리로 전달된 에너지가 20 J였다. 나머지는 모두 열로 전달되었고 장치 안의 에너지 저장량 변화는 없다.

(1) 열에너지로 전달된 양을 구하시오. (2) “선풍기는 전기를 모두 운동 에너지로 바꾼다.”를 자료로 반박하시오.

F15 확인 36 · 선풍기의 에너지 자료



화살표 너비는 에너지 양의 비율이 아님.

답

37. “전기 주전자가 전기 에너지를 소비했다.”를 가장 바르게 풀이한 것은?

① 전기 에너지가 물과 주변의 열에너지 등으로 바뀌었다.
② 에너지 전체가 없어졌다.
③ 공급된 전기 에너지가 모두 물의 열에너지로만 바뀌었다.
④ 에너지가 보존되므로 물의 온도는 변하지 않았다.
⑤ 에너지가 보존되므로 공급된 전기 에너지라는 형태의 양도 줄지 않았다.

38. 태양 전지가 공급한 전기 에너지로 전동기를 돌려 장난감 자동차를 움직였다.

(1) 태양 전지에서의 주된 전환 (2) 전동기에서의 주된 전환 (3) 햇빛부터 자동차의 움직임까지의 주된 전환을 쓰시오.

답

39. 연료를 태워 증기로 발전기를 돌리고 그 전기로 전등을 켠다. 연료부터 전등의 빛까지 주된 에너지 전환을 빠짐없이 나타낸 것은?

① 전기 → 빛
② 화학 → 열 → 역학적 → 전기 → 빛
③ 핵 → 전기 → 빛
④ 빛 → 전기 → 화학
⑤ 화학 → 전기 → 빛

40. 다음 두 문장을 각각 고쳐 쓰시오.

(가) 전등은 빛을 내므로 열은 발생하지 않는다.
(나) 열에너지로의 전환은 어떤 전기 기구에서나 쓸모가 없다.

답

선택 확장 — 에너지가 오기 전과 저장된 뒤

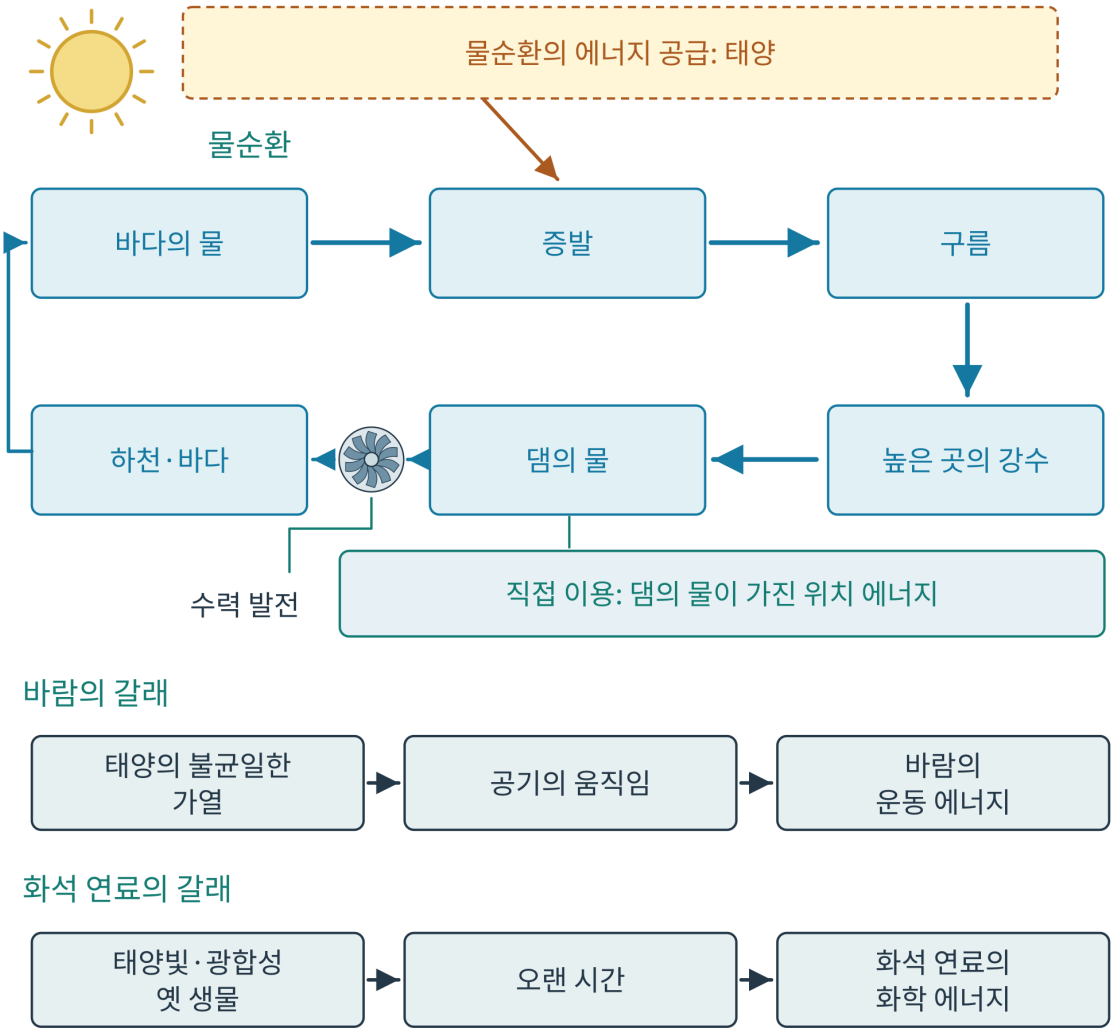
선택 Q1. 물·바람·화석 연료는 태양 에너지와 어떻게 이어질까?

발전에서 **지금 직접 이용하는 에너지**와 **그 에너지가 생긴 근원**은 구별한다.

지금 직접 이용하는 에너지	태양 에너지까지 거슬러 올라가면
높은 곳의 물이 가진 위치 에너지	태양 에너지로 물이 증발한다. 구름·강수 등의 물순환으로 높은 곳에도 물이 공급된다.
바람의 운동 에너지	태양이 지표와 공기를 고르게 데우지 않아 공기의 움직임을 일으키는 원인이 된다.
화석 연료의 화학 에너지	옛 생물이 광합성 등으로 얻어 저장한 에너지가 오랜 시간 만들어진 화석 연료에 남아 있다.

이런 에너지는 근원까지 보면 태양과 연결된다. 그러나 원자력 발전에서 이용하는 핵에너지까지 태양 에너지라고 묶지는 않는다.

F16 물·바람·화석 연료의 에너지는 어디서 왔을까?



파란 화살표: 물의 이동 / 주황 화살표: 가열 · 핵에너지는 이 갈래에 넣지 않는다.

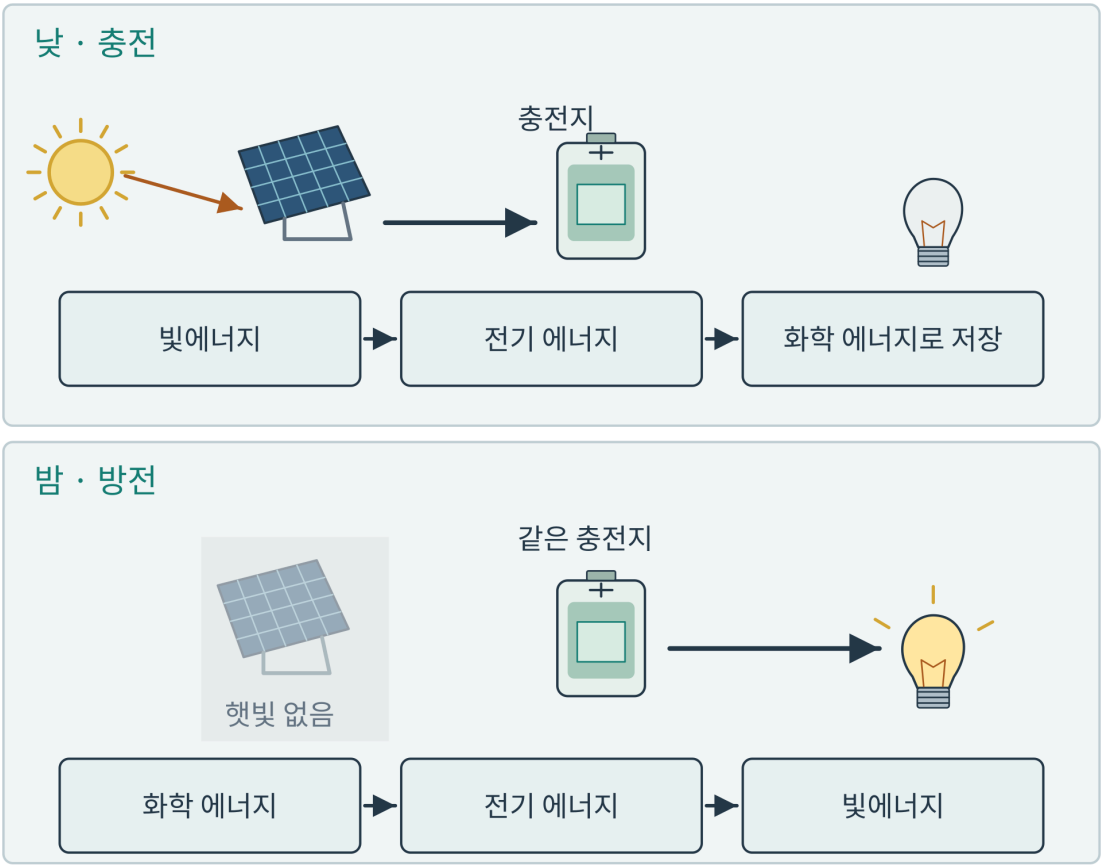
선택 1. (1) 수력 발전에서 지금 직접 이용하는 에너지와 자연의 물순환을 일으키는 에너지 공급을 구별해 쓰시오. (2) 바람과 화석 연료 중 하나를 골라 태양 에너지와 이어지는 과정을 설명하시오. (3) 이 연결을 근거로 원자력 발전도 태양 에너지로 발전한다고 할 수 있는지 판단하시오.

답

선택 Q2. 태양광 정원등은 햇빛이 없는 밤에 어떻게 켜질까?

낮에는 태양 전지가 전기 에너지를 공급하고, 그중 일부로 충전지를 충전한다. 밤에는 충전지에 저장한 화학 에너지를 전기 에너지로 바꾸어 전등에 공급한다. 태양 전지 자체가 낮의 빛을 그대로 보관했다가 밤에 내놓는 것은 아니다.

F17 낮에는 저장하고, 밤에는 꺼내 쓰는 정원등



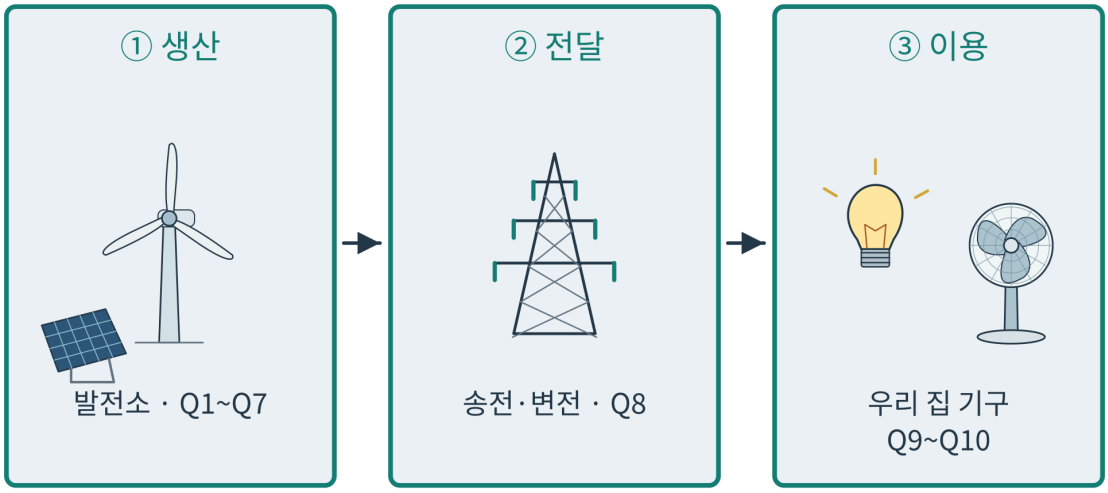
선택 2. 태양 전지·충전지·전등이 있는 정원등을 생각하자. 낮의 충전과 밤의 점등을 각각 에너지 화살표로 쓰시오. 밤에 켜져 있다는 사실이 밤에도 태양 전지가 햇빛으로 발전한다는 증거인지 판단하시오.

답

한눈에 다시 연결

① 생산 → ② 전달 → ③ 이용

M01 전기 에너지의 생산 → 전달 → 이용



구간	핵심 한 줄
① 생산	다른 에너지를 전기 에너지로 바꾼다. 앞의 네 방식은 발전기를 돌리고, 태양 전지는 빛을 직접 전기로 바꾼다.
② 전달	전압을 높여 멀리 보내고, 용도에 맞게 낮춘다. 전달하면서 에너지가 새로 늘어나지 않는다.
③ 이용	기구의 구조에 따라 빛·열·운동·소리 등으로 바뀐다. 저장량 변화가 없다면 나온 에너지의 합은 들어온 양과 같다.

질문으로 다시 확인

질문	답을 결정하는 근거
무엇이 발전기를 돌리는가?	물·증기·바람이 터빈에 힘을 가한다.
화력과 원자력은 어디서 갈리는가?	화학 에너지와 핵에너지라는 출발점에서 갈린다.
태양광의 예외는 무엇인가?	태양 전지가 빛에너지를 직접 전기 에너지로 바꾼다.
같은 전기가 왜 다르게 쓰이는가?	기구의 구조와 목적에 따라 전환 결과가 다르다.
전기를 쓰면 무엇이 줄어드는가?	공급된 전기 에너지라는 형태가 다른 형태로 바뀐다. 에너지 전체가 소멸하지 않는다.
에너지 경로를 어디부터 쓸까?	발문이 묻는 시작점과 끝점을 확인한다.

빠른 정답

번호	정답
1	③
2	공급할 수 없다. 터빈의 회전이 발전기로 전달되지 않아 발전기가 돌지 않기 때문이다.
3	①
4	(가) 터빈 (나) 발전기
5	⑤
6	물은 아래쪽으로 흐른다. 물 자체가 전기로 바뀌는 것이 아니라 물이 가진 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환된다.
7	②
8	역학적 에너지는 위치 에너지와 운동 에너지를 합한 것이므로, 높은 곳의 물과 흐르는 물의 에너지를 묶어 나타낼 수 있기 때문이다.
9	④
10	(가) 화학 (나) 열 (다) 전기
11	②
12	ㄴ → ㄹ → ㄷ → ㄱ
13	⑤
14	우라늄 같은 물질의 핵분열에서 나오는 에너지를 이용한다.
15	①
16	A: 화학 에너지, B: 핵에너지. 두 발전기는 모두 회전으로 코일을 통과하는 자기장을 변화시켜 전자기 유도를 이용한다.
17	④
18	바람의 운동 에너지 → 날개·발전기의 운동 에너지 → 전기 에너지
19	③
20	옳지 않다. 공급한 전기 에너지가 회전·바람을 거쳐 다시 일부 전기 에너지로 바뀔 뿐이며, 열·소리 등으로도 전달된다.
21	⑤

번호	정답
22	직접 전환은 터빈·발전기 단계를 거치지 않는다는 뜻이다. 빛에너지 전부가 전기 에너지가 되는 것은 아니다.
23	①
24	A: 사용하지 않음. B: 사용함. B는 빛 → 열 → 역학적 → 전기 에너지.
25	②
26	이 실험에서는 같은 태양 전지에 더 강한 빛을 비췄을 때, 같은 시간 동안 만들어 낸 전기 에너지의 양이 더 컸다.
27	③
28	충분하지 않다. 시설 건설, 자원 사용, 폐기물 처리, 생태계 영향 등의 기준도 확인해야 한다.
29	④
30	발전기는 역학적 에너지를 전기 에너지로 바꾼다. 변압기는 전압을 바꾼다.
31	④
32	아니다. 화살표는 에너지가 전달되는 경로를 나타낸다. 전선에는 처음부터 전하가 있고, 전하는 전등에서 소모되지 않는다.
33	③
34	빛에너지, 소리 에너지, 열에너지
35	⑤
36	(1) 90 J (2) 360 J 중 250 J만 운동으로 전달되며 20 J는 소리, 90 J는 열로 전달된다.
37	①
38	(1) 빛 → 전기 (2) 전기 → 운동 (3) 빛 → 전기 → 운동 에너지
39	②
40	(가) 전등은 빛뿐 아니라 열도 내놓는다. (나) 전기 주전자처럼 가열이 목적인 기구에서는 열에너지 전환이 유용하다.
선택 1	(1) 직접: 물의 위치 에너지 / 물순환: 태양 에너지. (2) 바람: 태양의 불균일한 가열이 공기의 움직임을 일으킨다. 또는 화석 연료: 옛 생물이 태양 에너지를 저장한 뒤 오랜 시간 화석 연료가 되었다. (3) 할 수 없다. 핵에너지는 별도로 구별한다.
선택 2	낮: 빛 → 전기 → 화학. 밤: 화학 → 전기 → 빛. 밤의 점등은 저장한 에너지를 이용한 것이므로 밤의 태양광 발전을 증명하지 않는다.

정답과 해설

1번 ③

③은 터빈의 회전과 발전기의 전환 역할을 나누어 설명했다. ①·⑤는 에너지 방향을 바꾸었고, ②는 서로 다른 장치를 같다고 보았다. ④는 전자기 유도를 이용할 발전기의 역할을 빠뜨렸다.

2번 **공급할 수 없다. 터빈의 회전이 발전기로 전달되지 않아 발전기가 돌지 않기 때문이다.**

터빈의 회전만으로 충분하지 않다. 그 회전이 발전기로 전달되어 자기장의 변화를 만들어야 한다.

채점 기준: 공급 불가와 회전 전달 단절을 연결. '물이 없어서'는 주어진 조건과 다르므로 불인정.

3번 ①

① 발전기를 돌리는 에너지원은 바뀌어도 전자기 유도 원리는 같다. ②는 태양광 방식, ③은 물의 위치·운동 에너지와 화학 에너지의 혼동, ④는 반대 전환, ⑤는 물질과 에너지의 혼동이다.

4번 **(가) 터빈 (나) 발전기**

두 장치는 축으로 연결되지만 역할은 다르다.

채점 기준: 가·나를 각각 바르게 대응. 순서를 바꾸면 해당 항목 불인정.

5번 ⑤

높은 곳에 있는 물의 위치 에너지가 흐름과 회전의 운동 에너지를 거쳐 전기 에너지로 전환된다. ①·②·④의 최초 에너지는 이 수력 발전의 직접 에너지원과 다르고, ③은 전환 방향이 반대이다.

6번 **물은 아래쪽으로 흐른다. 물 자체가 전기로 바뀌는 것이 아니라 물이 가진 에너지의 일부가 전기 에너지로 전환된다.**

에너지가 전달된 뒤에도 물은 물로 남는다. 물의 이동과 에너지 전환은 같은 뜻이 아니다.

채점 기준: 물의 계속된 흐름, 물질이 아닌 에너지의 전환을 모두 포함.

7번 ②

위치 에너지 감소량(J) = 9.8 × 질량(kg) × 내려온 높이 차(m). 같은 질량 m에 대해 B/A = (9.8×m×30)/(9.8×m×15) = 2이다. 따라서 ②. 위치 에너지 감소량을 실제 발전량과 항상 같다고 보지는 않는다.

8번 **역학적 에너지는 위치 에너지와 운동 에너지를 합한 것이므로, 높은 곳의 물과 흐르는 물의 에너지를 묶어 나타낼 수 있기 때문이다.**

간단히 쓴 경로는 중간 단계를 묶은 것이다. 터빈이나 발전기 단계가 실제로 없어지는 것은 아니다.

채점 기준: 역학적 에너지의 구성과 물의 높이·움직임 중 최소 하나를 연결.

9번 ④

④ 연소의 열로 물을 가열해 증기를 만들고 터빈을 돌린다. ①은 중간 전환을 생략했고, ②는 연소 가스와 증기를 혼동했다. ③은 발전기의 원리를 가열로 오해했으며, ⑤는 물질과 에너지를 혼동했다.

10번 (가) 화학 (나) 열 (다) 전기

연소, 증기에 의한 회전, 발전기를 차례로 대응하면 된다.

채점 기준: 세 칸 각각 인정. '화력 에너지'는 형태 이름이 아니므로 가의 정답으로 인정하지 않음.

11번 ②

모든 입력 에너지가 전기 에너지로 바뀌지는 않는다. 일부는 주변으로 열 등의 형태로 전달된다. 나머지는 제시한 방식에 맞는 설명이다.

12번 ㄴ → ㄹ → ㄷ → ㄱ

열을 얻고, 그 열로 증기를 만들고, 증기가 회전을 만든 뒤 발전기를 통해 전기 에너지를 공급한다.

채점 기준: 네 카드 순서 모두 일치. 연료가 직접 발전기 회전을 일으키는 것으로 생략한 답은 불완전.

13번 ⑤

⑤는 뒤쪽 과정의 공통점이다. ①·②는 연소와 핵분열을 혼동했고, ③은 처음 에너지와 중간의 열에너지를 혼동했다. ④는 두 방식의 증기와 연소 가스를 혼동했다.

14번 우라늄 같은 물질의 핵분열에서 나오는 에너지를 이용한다.

핵분열은 원자핵의 변화이며 연소라는 화학 반응과 다르다. '우라늄이 연료다'와 '우라늄을 태운다'는 같은 설명이 아니다.

채점 기준: 핵분열 또는 원자핵이 쪼개지는 과정 명시. '핵에너지를 이용한다'만 쓰면 출처만 설명한 것으로 부분 인정.

15번 ①

①은 발전기 자체의 전환이다. ②는 발전소의 처음과 끝을 이어 놓은 것이고, ③은 터빈을 돌리는 단계, ④는 열을 얻은 뒤의 여러 단계를 묶은 것, ⑤는 핵분열에서 열을 얻는 단계이다.

16번 A: 화학 에너지, B: 핵에너지. 두 발전기는 모두 회전으로 코일을 통과하는 자기장을 변화시켜 전자기 유도를 이용한다.

열을 얻는 원인이 달라도 뒤에 연결한 발전기의 전자기 유도 원리는 같다.

채점 기준: 화학/핵 대응과 회전·자기장 변화·전자기 유도의 연결. 원자력 발전기만 핵분열로 직접 전류를 얻는다는 답은 불인정.

17번 ④

④는 두 장치의 에너지 방향을 구별한다. ①은 선풍기를 발전기로, ②·③은 풍력 발전기를 전동기로 보았다. ⑤는 외형만 보고 역할을 같다고 판단했다.

18번 **바람의 운동 에너지 → 날개·발전기의 운동 에너지 → 전기 에너지**

바람도 움직이는 공기이므로 운동 에너지를 가진다. 중간을 묶어 역학적 에너지 → 전기 에너지라고 할 수도 있다.

채점 기준: 운동/역학적 에너지에서 전기 에너지로의 방향 인정. 화학·핵에너지로 시작하면 불인정.

19번 ③

③은 공급받는 바람 에너지의 변화로 설명한다. ①은 공급 조건을 무시했고, ②는 작동 원리, ⑤는 전환 방향이 바뀐다고 오해했다. ④는 특정 형태의 감소를 에너지 전체의 소멸과 혼동했다.

20번 **옳지 않다. 공급한 전기 에너지가 회전·바람을 거쳐 다시 일부 전기 에너지로 바뀔 뿐이며, 열·소리 등으로도 전달된다.**

중간 장치를 여러 개 연결해도 에너지가 새로 늘어나지 않는다. 실제로 되돌아오는 전기 에너지는 처음 공급한 양보다 작다.

채점 기준: 불가능 판단과 에너지 보존 또는 열·소리로의 분산을 연결. 단순 '바람이 약해서'만은 불충분.

21번 ⑤

태양 전지는 빛에너지를 직접 전기 에너지로 바꾼다. ①은 수력의 일부, ②는 증기 터빈 발전의 뒤쪽, ③은 원자력 전체 경로를 부정확하게 생략했고, ④는 전동기 방향이다.

22번 **직접 전환은 터빈·발전기 단계를 거치지 않는다는 뜻이다. 빛에너지 전부가 전기 에너지가 되는 것은 아니다.**

전환 경로의 단계 수와 전환된 양의 비율은 다른 정보이다. 따뜻해지는 태양 전지는 열에너지로의 전환도 보여 준다.

채점 기준: '직접'의 경로상 의미와 100% 단정의 부정을 모두 포함.

23번 ①

ㄱ은 태양 전지가 빛을 직접 전기로 바꾸는 태양광 발전이다. ㄴ은 온수 공급 장치이며 전기 생산 조건이 없다. ㄷ은 증기 터빈을 이용하는 태양열 발전이다. 따라서 ㄱ만인 ①이다.

24번 **A: 사용하지 않음. B: 사용함. B는 빛 → 열 → 역학적 → 전기 에너지.**

두 장치는 태양 에너지를 이용하지만 발전 과정이 다르다.

채점 기준: A/B 사용 여부와 B의 네 단계 순서 각각 인정. '태양광 → 전기'는 에너지 형태가 아닌 방식 이름을 쓴 것으로 불완전.

25번 ②

앞의 네 방식은 발전기의 전자기 유도를 이용한다. 연소·증기·핵분열은 네 방식 전체의 공통점이 아니다.

26번 **이 실험에서는 같은 태양 전지에 더 강한 빛을 비췄을 때, 같은 시간 동안 만들어 낸 전기 에너지의 양이 더 컸다.**

장치와 비춘 시간, 다른 조건을 같게 두고 두 빛 조건을 비교했다. 관찰한 범위에서는 더 강한 빛에서 발전량이 컸다. 모든 조건에서 정확히 비례한다는 결론은 이 자료만으로 낼 수 없다.

채점 기준: 더 강한 빛과 더 큰 발전량의 대응. '이 실험에서'의 한정 인정. 단순 '영향을 주었다'만은 방향이 없어 불완전. '항상 정확히 비례'는 불인정.

27번 ③

A와 B는 증기를 만드는 열원이 다르지만 증기·터빈·발전기 단계는 공통이다. D에는 핵분열이나 터빈 조건이 없고 C의 물은 에너지를 전달한다.

28번 **충분하지 않다. 시설 건설, 자원 사용, 폐기물 처리, 생태계 영향 등의 기준도 확인해야 한다.**

연소 여부만으로 모든 환경 영향을 판단할 수 없다. 특정 방식이 언제나 우월하다는 결론도 주어진 정보에서 나오지 않는다.

채점 기준: 불충분 판단과 별도의 관련 기준 한 가지. 구체적인 영향 크기나 순위는 요구하지 않음.

29번 ④

④가 에너지 전달을 설명한다. ①은 전압을 바꾸는 단계를 빠뜨렸고, ②는 열로의 전환을 무시했다. ③·⑤는 전달·전압 조절 장치를 에너지원으로 잘못 보았다.

30번 **발전기는 역학적 에너지를 전기 에너지로 바꾼다. 변압기는 전압을 바꾼다.**

발전과 전압 조절을 구별한다. 전압을 바꾼다는 말만으로 에너지의 양이 늘었다고 결론 내릴 수 없다.

채점 기준: 두 역할 각각 인정. 변압기를 에너지원으로 설명하면 불인정.

31번 ④

전기 에너지를 이용해도 생산 과정의 자원 사용이나 환경 영향은 남을 수 있다. 나머지는 전기 이용의 장점이다.

32번 **아니다. 화살표는 에너지가 전달되는 경로를 나타낸다. 전선에는 처음부터 전하가 있고, 전하는 전등에서 소모되지 않는다.**

전기 에너지는 전등에서 빛·열로 바뀌지만, 전하가 사라진다는 뜻은 아니다. 송전 그림의 화살표를 전하가 소모되는 길로 읽으면 안 된다.

채점 기준: 에너지 전달 경로와 전하 이동을 구별하고 전하 비소모를 설명. '전선에 처음부터 전하가 있다'는 보충 근거로 인정.

33번 ③

③은 소리를 내는 주된 전환이다. ①은 주전자의 가열 목적과 다르다. ②는 발전기 방향, ④는 태양 전지 방향, ⑤는 충전이 아니라 방전의 방향이다.

34번 **빛에너지, 소리 에너지, 열에너지**

한 기구에서 여러 전환이 동시에 일어날 수 있다. 따뜻해지는 것은 열에너지 전환의 근거이다.

채점 기준: 세 형태 각각 인정. '전기 에너지'는 이 조건의 입력이므로 나온 에너지의 답으로 불인정.

35번 ⑤

충전은 전기 → 화학, 방전은 화학 → 전기이다. 전등에서의 전기 → 빛은 충전지 내부와 구별한다.

36번 **(1) 90 J (2) 360 J 중 250 J만 운동으로 전달되며 20 J는 소리, 90 J는 열로 전달된다.**

장치 안의 에너지 저장량이 변하지 않으므로 공급된 전기 에너지와 나온 에너지의 합이 같다.

식 상자

공급된 전기 에너지 = 나온 에너지의 합
360 J = 250 J(운동) + 20 J(소리) + ㉠ J(열)
㉠ = 360 − 250 − 20 = 90 J

주된 목적이 운동이어도 일부는 소리·열로 전달된다.

채점 기준: 90 J와 식 또는 합계, 자료에 근거한 여러 에너지 형태의 설명.

37번 ①

①은 에너지 형태의 변화와 전달을 설명한다. ②는 소멸로 오해했고, ③은 주된 결과만 있다고 보아 주전자·주변으로의 전달 등을 제외했다. ④·⑤는 전체 에너지 보존을 특정 물체의 상태나 특정 형태가 그대로라는 뜻으로 잘못 해석했다.

38번 (1) 빛 → 전기 (2) 전기 → 운동 (3) 빛 → 전기 → 운동 에너지

각 장치만 보는 답과 전체를 연결한 답의 범위를 구별한다. 실제 열·소리로의 전환도 있으나 발문은 주된 전환을 묻는다.

채점 기준: 세 소문항 방향과 범위 각각 인정. 역학적 에너지도 운동의 대체 표현으로 인정.

39번 ②

연소, 증기의 회전 작용, 발전기, 전등의 순서로 연결한다. ①은 전등 단계만, ③은 연료의 처음 에너지 오류, ④는 전환 방향 오류, ⑤는 중간 두 단계를 빠뜨렸다.

40번 **(가) 전등은 빛뿐 아니라 열도 내놓는다. (나) 전기 주전자처럼 가열이 목적인 기구에서는 열에너지 전환이 유용하다.**

전환의 여러 갈래와 사용 목적을 구별한다. 에너지 형태만 보고 유용함을 고정할 수 없다.

채점 기준: 가: 빛과 열을 함께 명시. 나: 전기 주전자·다리미·난방 기구 등 적절한 예와 가열 목적을 연결.

선택 1번 **(1) 직접: 물의 위치 에너지 / 물순환: 태양 에너지. (2) 바람: 태양의 불균일한 가열이 공기의 움직임을 일으킨다. 또는 화석 연료: 옛 생물이 태양 에너지를 저장한 뒤 오랜 시간 화석 연료가 되었다. (3) 할 수 없다. 핵에너지는 별도로 구별한다.**

직접 이용하는 에너지와 근원까지 넓힌 설명은 범위가 다르다. 수력·풍력·화석 연료의 에너지를 태양과 연결할 수 있어도 모든 에너지원에 그대로 적용할 수는 없다.

채점 기준: 세 소문항 각각 인정. (1) 위치 에너지를 정답으로 하되 높은 곳의 물이라는 조건을 연결한 역학적 에너지도 인정. (2)는 바람/화석 연료 중 하나의 경로이면 충분.

선택 2번 **낮: 빛 → 전기 → 화학. 밤: 화학 → 전기 → 빛. 밤의 점등은 저장한 에너지를 이용한 것이므로 밤의 태양광 발전을 증명하지 않는다.**

낮에는 태양 전지의 발전과 충전이, 밤에는 충전지의 방전과 전등의 발광이 이어진다.

채점 기준: 낮·밤의 경로와 저장 에너지 사용의 근거. 태양 전지가 에너지를 화학적으로 저장한다는 답은 불인정.

다음 편에서 이어질 질문

같은 전기 에너지를 이용해도 어떤 기구는 빨리 많이 쓰고, 어떤 기구는 오래 조금씩 쓴다. 다음 편에서는 소비 전력이 뜻하는 것, 사용 시간과 전력량의 관계, W·J·Wh·kWh를 구별하는 방법을 다룬다.