중3 과학 · 에너지 전환과 보존 · VI01

공이 올라갔다 떨어질 때 에너지는 어떻게 바뀔까?

중3 과학 · 위치 에너지와 운동 에너지 — 궁금증에서 문제 풀이까지



공은 위로 올라가며 느려지고, 내려오며 빨라진다. 가장 높은 곳에서 잠깐 멈췄을 때, 에너지도 모두 사라진 걸까? **높이와 속력을 함께 보면 에너지가 어떻게 바뀌는지 알 수 있다.**

© 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.

질문 지도

묶음	읽다가 생기는 질문	확인 문제
1. 두 에너지	Q1 정지한 공 · Q2 높이의 기준 · Q3 두 배의 효과	1–14
2. 운동 중 전환	Q4 올라가는 공 · Q5 떨어지는 공 · Q6 최고점	15–26
3. 합과 조건	Q7 일정한 합 · Q8 절반 높이	27–40
선택 확장	같은 에너지의 비교 · 기준면을 바꾼 절반 높이	선택 1–2

먼저 꺼내 올 것

꺼내올 개념	확인할 뜻·식	앞서 배운 곳
질량과 무게	질량의 단위 kg, 무게의 단위 N. 무게(N) = 9.8 × 질량(kg)	중1 여러 가지 힘
속력	단위 시간 동안 이동한 거리. 단위는 m/s	중3 운동과 에너지
연직 위 방향	중력과 반대인 방향. 똑바로 위쪽	중3 운동과 에너지
에너지	일을 할 수 있는 능력. 단위는 J(줄)	중3 운동과 에너지
위치 에너지	위치 에너지(J) = 9.8 × 질량(kg) × 높이(m) = **9.8mh**	중3 운동과 에너지
운동 에너지	운동 에너지(J) = ½ × 질량(kg) × [속력(m/s)]^2 = **½mv^2**	중3 운동과 에너지

기호의 뜻 — m은 질량(kg), h는 기준면부터의 높이(m), v는 속력(m/s)이다.

이 편에서 비교하는 운동
공은 회전하지 않는 것으로 보고, 위아래 운동만 살펴본다. 공기 저항은 무시한다. 던진 공은 **손을 떠난 뒤부터 다시 손이나 바닥에 닿기 전까지** 비교한다.

1 두 에너지

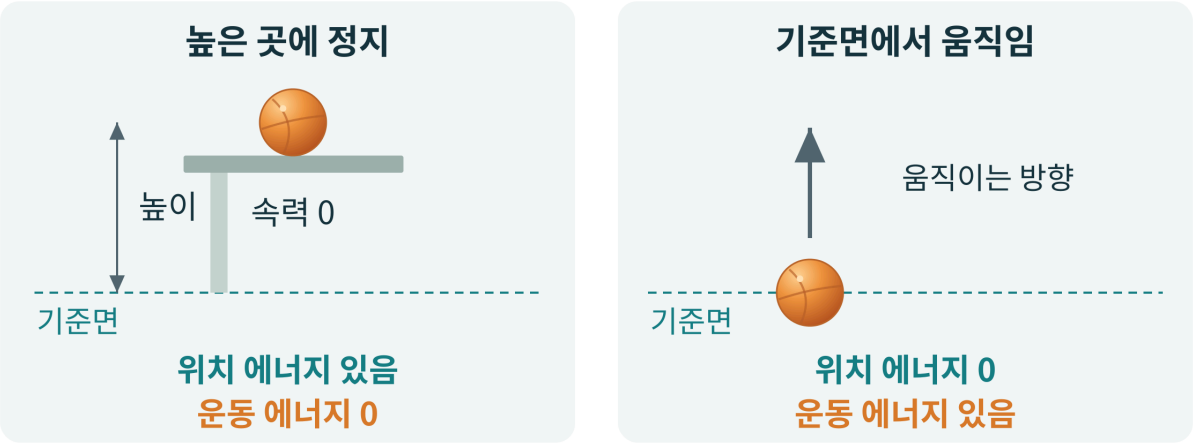
Q1 가만히 있는 공에도 에너지가 있을까?

한줄답 — 기준면보다 높은 곳에 있는 공은 정지해 있어도 위치 에너지를 가진다.

비교할 것	높은 선반에 가만히 놓인 공	기준면 높이에서 움직이는 공
기준면부터의 높이	0보다 크다.	0이다.
속력	0이다.	0보다 크다.
위치 에너지	있다.	0이다.
운동 에너지	0이다.	있다.

01 움직임이 없어도 위치 에너지는 있다

기준면보다 높은 공 · 기준면 높이에서 움직이는 공



높이는 위치 에너지와, 속력은 운동 에너지와 연결된다.

높은 곳에 있던 공은 떨어지며 다른 물체를 움직이거나 변형시킬 수 있다. 지금 움직이지 않아도 일을 할 수 있는 것이다.

용어	쉬운 뜻
중력에 의한 위치 에너지	기준면보다 높은 곳에 있기 때문에 가지는 에너지. 이 편에서는 '위치 에너지'라고 쓴다.
운동 에너지	물체가 움직이기 때문에 가지는 에너지

헷갈리지 말 것

- ✗ 정지해 있으면 에너지가 하나도 없다.
- ✓ 정지해 있으면 운동 에너지가 0이다. 위치 에너지는 따로 살펴본다.

Q2 높이는 어디서부터 재야 할까?

한줄답 — 높이를 0으로 정한 기준면부터 잰다. 기준면을 바꾸면 위치 에너지의 값도 달라진다.

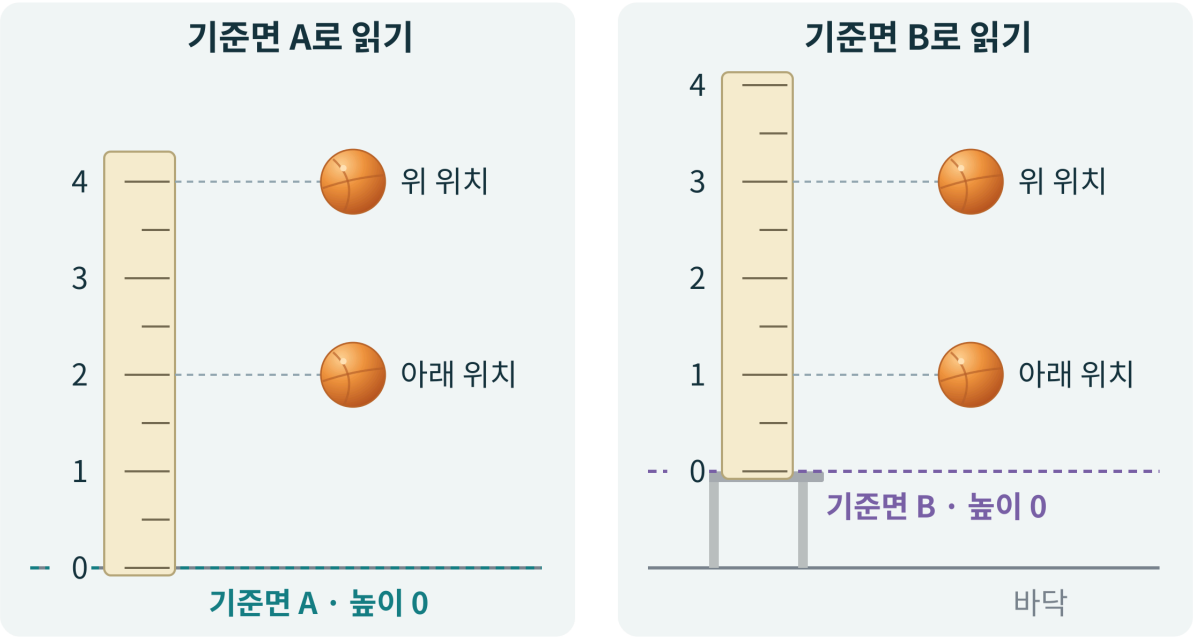
쉽게 생각하면 — 줄자의 0 눈금을 어디에 둘까? 줄자의 0을 바닥에 둘 때와 책상 높이에 둘 때를 떠올려 보자. 공의 자리는 그대로인데 읽는 높이만 달라진다.

이 비유는 여기까지만 맞다 — 줄자는 어디에 대든 길이를 잴 뿐이다. 하지만 기준면은 위치 에너지가 0인 곳까지 함께 정한다. 이 편에서는 기준면을 늘 공보다 아래나 같은 높이에 잡는다.

02 줄자의 0을 옮겨 읽어 보자

공은 그대로, 줄자의 0만 옮긴다. 눈금 단위: m

비유



두 위치 사이의 높이 차는 어느 기준에서도 2 m이다.

그림 2는 질량 1 kg인 같은 공의 두 위치를 비교한 것이다.

비교할 것	기준면 A: 바닥	기준면 B: 바닥에서 1 m
위 위치의 높이	4 m	3 m
아래 위치의 높이	2 m	1 m
위 위치의 위치 에너지	39.2 J	29.4 J
아래 위치의 위치 에너지	19.6 J	9.8 J
두 위치의 높이 차	2 m	2 m
두 위치의 위치 에너지 차	19.6 J	19.6 J

값은 달라져도 두 위치 사이의 차는 같다. 높이를 다르게 읽었다고 공이 실제로 움직이거나 속력이 바뀐 것은 아니다.

용어	쉬운 뜻
기준면	높이를 0으로 정한 면. 이 면에서 위치 에너지를 0으로 정한다.

실전 연결 ① — 위치 에너지의 값과 감소량 구별하기

대표 문제 질량 1 kg인 공이 바닥에서 6 m인 위치에서 2 m인 위치로 내려왔다. 바닥을 기준면으로 할 때 나중 위치 에너지와 위치 에너지의 감소량을 각각 구하시오.

구할 것	계산	답
나중 위치 에너지	$9.8 \times 1 \times 2$	19.6 J
처음 위치 에너지	$9.8 \times 1 \times 6$	58.8 J
위치 에너지의 감소량	$58.8 - 19.6$	39.2 J

기억할 기준 — '얼마인가'는 그 순간의 값, '얼마나 줄었나'는 두 값의 차이다.

Q3 두 배가 되면 에너지도 두 배일까?

한줄답 — 질량·높이에는 한 번 곱하지만, 속력은 제곱하므로 2배 속력은 4배 운동 에너지다.

$$\text{위치 에너지(J)} = 9.8 \times \text{질량(kg)} \times \text{높이(m)} = \mathbf{9.8mh}$$

$$\text{운동 에너지(J)} = \tfrac{1}{2} \times \text{질량(kg)} \times [\text{속력(m/s)}]^2 = \mathbf{\tfrac{1}{2}mv^2}$$

기호의 뜻 — m은 질량(kg), h는 기준면부터의 높이(m), v는 속력(m/s)이다.

식에서 확인할 것	넣을 값
질량	kg으로 바꾼 값
높이	정한 기준면부터 잰 높이, 단위 m
속력	단위 m/s로 나타낸 값. 제곱은 같은 수를 두 번 곱한다.

03 무엇을 두 배로 바꾸었을까?

바꾸는 양 외의 두 양은 같게 두고 비교한다.

바꾸는 양	위치 에너지	운동 에너지
질량만 2배 높이·속력 같음	2배	2배
높이만 2배 질량·속력 같음	2배	그대로
속력만 2배 질량·높이 같음	그대로	4배

질량·높이는 한 번 곱하고, 속력은 제곱한다.

질량이 같을 때 속력만 2배라면

$$\frac{1}{2} \times m \times (2v)^2 = \frac{1}{2} \times m \times 4v^2 = 4 \times \left(\frac{1}{2}mv^2\right)$$

속력이 2배이면 제곱해서 4배.

바꾸는 양	같게 두는 양	위치 에너지	운동 에너지
질량만 2배	높이·속력	2배	2배
높이만 2배	질량·속력	2배	그대로
속력만 2배	질량·높이	그대로	4배

실제로 떨어지는 공은 높이와 속력이 **함께** 변한다. 이 표는 한 가지만 다른 **두 공**을 나란히 비교한 것이다.

실전 연결 ② — 속력 두 배를 식에서 확인하기

대표 문제 질량 2 kg인 공의 속력이 3 m/s에서 6 m/s로 커졌다. 처음과 나중의 운동 에너지를 구하고 몇 배가 되었는지 쓰시오.

상태	계산	운동 에너지
처음	$\frac{1}{2} \times 2 \times 3^2$	9 J
나중	$\frac{1}{2} \times 2 \times 6^2$	36 J
비교	36 ÷ 9	4배

기억할 기준 — 6^2은 6 × 6이다. 6 × 2가 아니다.

확인 문제 1–14

1 바닥보다 높은 선반에 가만히 놓인 공이 있다. 바닥을 기준면으로 할 때 옳은 것은?

① 운동 에너지만 있다.
② 위치 에너지는 있고, 운동 에너지는 0이다.
③ 정지해 있으므로 모든 에너지가 0이다.
④ 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 있다.
⑤ 높이가 있어도 위치 에너지는 0이다.

2 빈칸에 알맞은 단위를 쓰시오.

질량 ( ) · 무게 ( ) · 에너지 ( ) · 속력 ( )

답

3 질량 2 kg인 공이 기준면에서 5 m 높이에 있다. 위치 에너지는?

① 196 J
② 490 J
③ 9.8 J
④ 19.6 J
⑤ 98 J

4 질량 2 kg인 공이 3 m/s의 속력으로 움직인다. 운동 에너지를 식과 함께 구하시오.

답

5 같은 두 위치를 비교하면서 기준면만 바꾸었다. 옳은 것은?

① 두 위치 사이의 위치 에너지 차는 같다.
② 공의 운동 에너지가 반드시 달라진다.
③ 공의 실제 위치가 이동한다.
④ 공의 질량이 달라진다.
⑤ 기준면을 바꾸어도 각 위치의 높이 값은 바뀌지 않는다.

6 질량 1 kg인 같은 공의 두 위치를 비교한다. 위 위치는 바닥에서 5 m, 아래 위치는 바닥에서 2 m이다. 다음 표를 완성하시오.

기준면	위 위치의 높이	아래 위치의 높이	두 위치의 위치 에너지 차
바닥	5 m	2 m	(가) J
바닥에서 1 m인 면	(나) m	(다) m	(라) J

7 높이와 속력이 같은 두 공을 비교한다. B의 질량이 A의 2배일 때, B의 에너지를 바르게 설명한 것은?

① 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 4배이다.
② 운동 에너지만 2배이다.
③ 위치 에너지만 2배이다.
④ 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 2배이다.
⑤ 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 같다.

8 질량과 속력은 같고, 기준면에서의 높이만 2배인 두 공을 비교한다. 위치 에너지와 운동 에너지는 각각 몇 배인가?

답

9 질량이 같은 공의 속력이 3 m/s에서 9 m/s로 커졌다. 운동 에너지는 몇 배인가?

① 27배
② 1배
③ 9배
④ 3배
⑤ 4배

---

10 A에 비해 B의 질량은 ½배, 속력은 2배이다. B의 운동 에너지는 A의 몇 배인가?

답

---

11 질량 500 g인 공이 기준면에서 2 m 높이에 있다. 위치 에너지는?

① 9.8 J
② 98 J
③ 9800 J
④ 19.6 J
⑤ 4.9 J

---

12 민수는 질량 2 kg, 속력 4 m/s인 공의 운동 에너지를 '½ × 2 × 4 × 2 = 8 J'로 구했다. 잘못된 부분을 고치고 바른 값을 쓰시오.

답

---

13 공이 기준면 높이를 지나며 움직이고 있다. 이 순간 반드시 옳은 것은?

① 운동 에너지가 0이다.
② 공의 질량이 0이다.
③ 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 0이다.
④ 공이 반드시 멈춘다.
⑤ 위치 에너지가 0이다.

---

14 질량 2 kg인 공의 무게는 19.6 N이다. 위치 에너지 식에 질량 대신 19.6을 넣어도 되는가? 까닭을 쓰시오.

답

2 운동 중 전환

Q4 올라가며 줄어든 운동 에너지는 어디로 갈까?

한줄답 — 공이 손을 떠난 뒤 올라갈 때, 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다.

① 높이가 커진다. → 위치 에너지가 증가한다.

② 속력이 작아진다. → 운동 에너지가 감소한다.

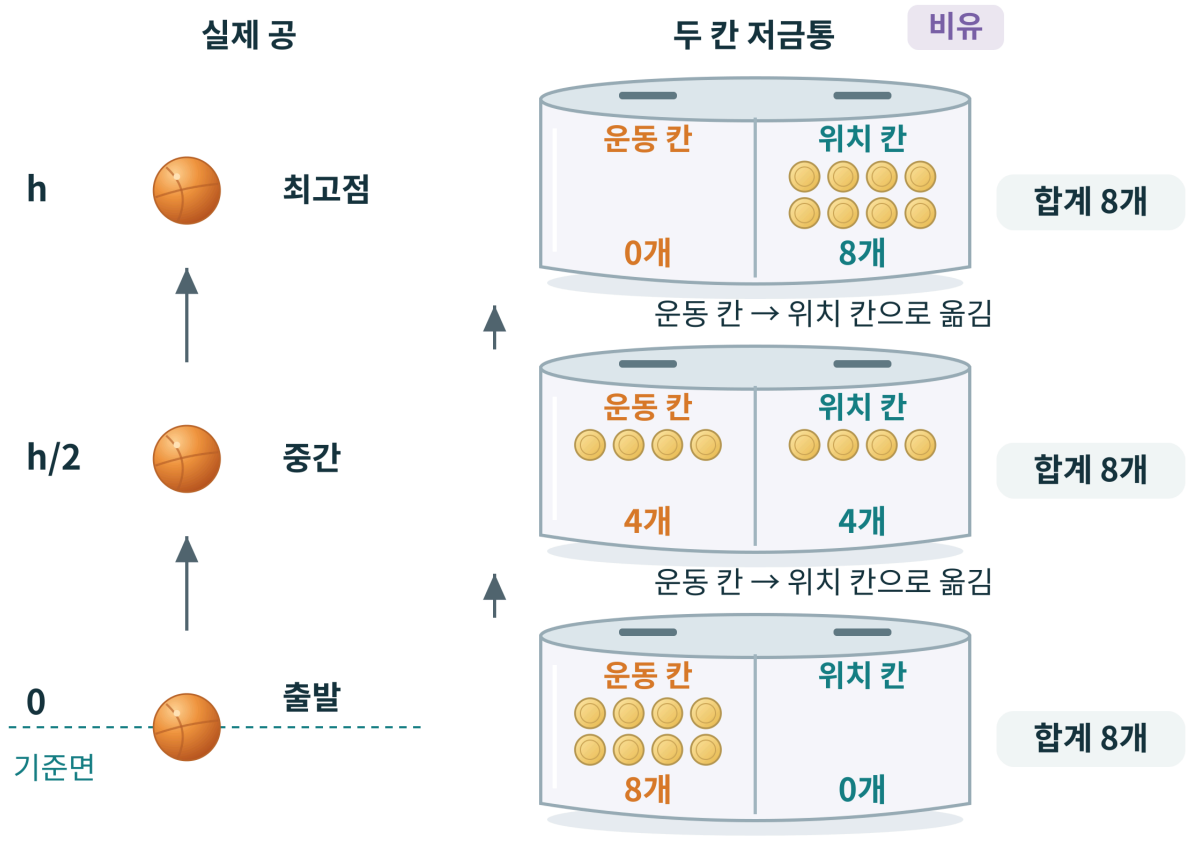
③ 공기 저항이 없으면, 감소한 운동 에너지의 양만큼 위치 에너지가 증가한다.

쉽게 생각하면 — 두 칸 저금통에서 동전 옮기기

동전 8개를 '운동 칸'에서 '위치 칸'으로 옮겨 보자. 각 칸의 동전 수는 달라져도 두 칸을 합친 수는 같다.

04 공이 올라가면 어느 칸이 늘어날까?

출발점이 기준면인 연직 던지기 · 공기 저항 없음



동전은 칸을 옮기지만, 에너지는 형태가 바뀐다(전환).

저금통 비유	실제 공의 에너지
운동 칸의 동전이 줄어든다.	올라가며 운동 에너지가 감소한다.
위치 칸의 동전이 늘어난다.	높아지며 위치 에너지가 증가한다.
동전을 밖에서 넣거나 빼지 않는다.	공기 저항이 없고, 손 같은 다른 물체가 공을 밀거나 잡지 않는다.
두 칸을 합친 동전 수가 같다.	역학적 에너지(두 에너지의 합)가 일정하다.

이 비유는 여기까지만 맞다

① 동전은 한 칸에서 다른 칸으로 자리를 옮긴다. 하지만 여기서 공의 운동 에너지가 위치 에너지로 바뀌는 것은 **종류(형태)가 바뀌는 것**이다. 그래서 이 변화를 '이동'이 아니라 '전환'이라고 한다.

② 동전은 1개, 2개처럼 끊어서 옮기지만, 공의 에너지는 올라가는 동안 쉬지 않고 조금씩 바뀐다.

용어	쉬운 뜻
에너지 전환	한 형태의 에너지가 다른 형태로 바뀌는 것
역학적 에너지	이 편에서 다루는 공의 위치 에너지와 운동 에너지의 합

Q5 떨어질 때는 반대로 바뀔까?

한줄답 — 떨어질 때는 위치 에너지가 감소하고, 그만큼 운동 에너지가 증가한다.

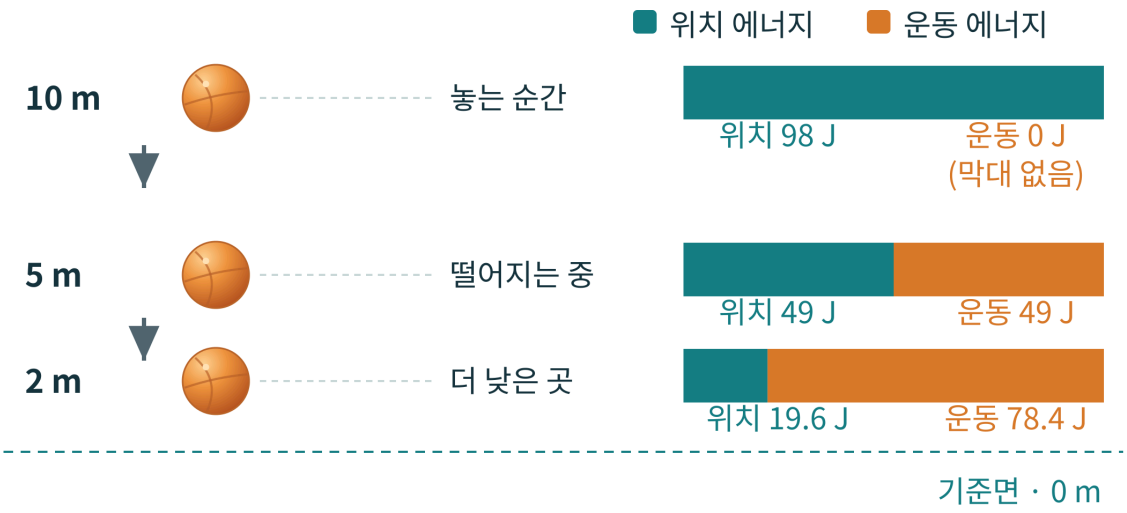
① 높이가 낮아진다. → 위치 에너지가 감소한다.

② 속력이 커진다. → 운동 에너지가 증가한다.

③ 위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

05 낮아지며 빨라지는 공

질량 1 kg · 10 m에서 가만히 놓음 · 공기 저항 없음



감소한 위치 에너지의 양 = 증가한 운동 에너지의 양

비교할 것	올라갈 때	내려올 때
높이	높아진다.	낮아진다.
속력	작아진다.	커진다.
위치 에너지	증가한다.	감소한다.
운동 에너지	감소한다.	증가한다.
전환 방향	운동 → 위치	위치 → 운동

같은 공이 같은 높이를 다시 지나면 두 에너지의 값도 처음 그 높이를 지날 때와 같다. 올라갈 때와 내려올 때의 속력은 같지만, 운동 방향은 반대이다.

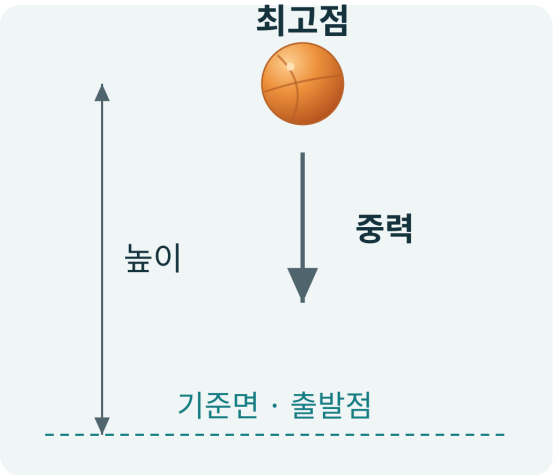
Q6 최고점에서 멈추면 모든 에너지가 0일까?

한줄답 — 연직으로 던진 공의 최고점에서는 운동 에너지가 0이고, 위치 에너지는 남아 있다.

최고점에서 확인할 것	판단
속력	순간적으로 0이다.
운동 에너지	속력이 0이므로 0이다.
기준면부터의 높이	출발점을 기준면으로 하면 0보다 크다.
위치 에너지	높이가 있으므로 0보다 크다.
역학적 에너지	위치 에너지와 같으며, 0이 아니다.

06 잠깐 멈춰도 위치 에너지는 남는다

연직 위로 던진 공 · 출발점이 기준면 · 공기 저항 없음



속력 0

운동 에너지 0

위치 에너지 있음

역학적 에너지는 0이 아니다.

중력은 계속 아래로 작용한다. 공은 곧 내려온다.

헷갈리지 말 것

- ✗ 멈췄으니 중력도 사라진다.
- ✓ 순간적으로 속력이 0이어도 중력은 아래로 작용한다. 공은 곧 내려온다.

실전 연결 ③ — 최고점에서 남은 에너지로 높이 구하기

대표 문제 질량 1 kg인 공을 기준면 높이에서 14 m/s의 속력으로 연직 위로 던졌다. 공기 저항이 없을 때 최고 높이를 구하시오.

순서	판단과 계산
① 출발 순간	위치 에너지 0 J, 운동 에너지 = ½ × 1 × 14^2 = 98 J
② 최고점	운동 에너지 0 J이므로 위치 에너지가 98 J
③ 높이 구하기	9.8 × 1 × 높이 = 98이므로 높이는 10 m

기억할 기준 — 처음의 운동 에너지가 최고점의 위치 에너지로 모두 바뀐다.

확인 문제 15-26

15 공을 연직 위로 던졌다. 공이 손을 떠난 뒤 올라가는 동안의 에너지 전환은? 공기 저항은 무시한다.

① 위치 에너지에서 운동 에너지로 전환된다.
② 운동 에너지에서 위치 에너지로 전환된다.
③ 운동 에너지가 모두 열에너지로 전환된다.
④ 위치 에너지가 모두 사라진다.
⑤ 운동 에너지가 계속 새로 생긴다.

16 공이 공기 저항 없이 떨어지는 동안 위치 에너지가 14.7 J 줄었다. 운동 에너지는 어떻게 변하는가?

답

17 공을 연직 위로 던졌다. 기준면보다 높은 최고점에 도달한 순간의 설명으로 옳은 것은? 공기 저항은 무시한다.

① 위치 에너지는 0이다.
② 모든 에너지가 사라진다.
③ 중력이 사라진다.
④ 운동 에너지는 0이다.
⑤ 그곳에 계속 멈춰 있다.

18 공을 기준면 높이에서 연직 위로 던졌다. 공기 저항이 없을 때 빈칸을 채우시오. 모든 값의 단위는 J이다.

위치	위치 에너지	운동 에너지	합
손을 떠난 직후	0	39.2	39.2
올라가는 중	19.6	(가)	(나)
최고점	(다)	0	(라)

19 연직 위로 던진 공이 올라갈 때와 내려올 때 같은 높이를 지난다. 공기 저항이 없을 때 옳은 것은?

① 운동 방향이 같다.
② 내려올 때의 속력이 더 크다.
③ 속력은 같고 운동 방향은 반대이다.
④ 내려올 때의 위치 에너지가 더 크다.
⑤ 올라갈 때의 속력이 더 크다.

20 질량 1 kg인 공을 바닥에서 7 m 높이에서 가만히 놓았다. 바닥을 기준면으로 하고 공기 저항은 무시한다. 3 m 높이를 지날 때 위치 에너지와 운동 에너지를 각각 구하시오.

답

21 질량 2 kg인 공을 기준면 높이에서 7 m/s의 속력으로 연직 위로 던졌다. 공기 저항이 없을 때 최고점의 높이는?

① 1.25 m
② 7 m
③ 5 m
④ 10 m
⑤ 2.5 m

22 ‘손으로 공을 밀어 올리는 동안에도 공의 역학적 에너지는 반드시 일정하다.’가 틀린 까닭을 쓰시오.

답

23 연직 위로 던진 공이 최고점에서 잠깐 멈춘다. 이 순간에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 중력은 여전히 아래로 작용한다.
② 질량이 0이 된다.
③ 기준면과 관계없이 위치 에너지가 0이다.
④ 중력이 0이 된다.
⑤ 운동 에너지가 가장 크다.

24 질량 0.5 kg인 공을 연직 위로 던졌더니 기준면에서 4 m 높은 최고점까지 올라갔다. 그 순간 위치 에너지와 운동 에너지를 각각 구하시오.

답

25 가만히 놓은 공이 공기 저항 없이 떨어진다. 바닥에 닿기 전까지의 변화로 옳은 것은?

① 위치 에너지 일정, 운동 에너지 증가
② 위치 에너지 증가, 운동 에너지 증가
③ 위치 에너지 감소, 운동 에너지 증가
④ 위치 에너지 감소, 운동 에너지 감소
⑤ 위치 에너지 증가, 운동 에너지 감소

26 공이 떨어지는 두 순간을 비교했다. 처음에는 위치 에너지 30 J, 운동 에너지 10 J이고, 나중에는 위치 에너지 10 J, 운동 에너지 30 J이다. 위치 에너지의 감소량, 운동 에너지의 증가량, 각 순간의 합을 쓰시오.

답

3 합과 조건

Q7 합이 일정하면 각각의 값도 일정할까?

한줄답 — 위치 에너지와 운동 에너지는 각각 변해도, 두 에너지의 합은 일정할 수 있다.

역학적 에너지(J) = 위치 에너지(J) + 운동 에너지(J)

질량 1 kg인 공을 기준면에서 10 m 높은 곳에서 가만히 놓았다고 하자. 공기 저항 없이 떨어지는 동안을 계산하면 다음과 같다.

기준면부터의 높이	위치 에너지	운동 에너지	역학적 에너지
10 m: 놓는 순간	98 J	0 J	98 J
8 m	78.4 J	19.6 J	98 J
5 m	49 J	49 J	98 J
2 m	19.6 J	78.4 J	98 J

용어	쉬운 뜻
역학적 에너지 보존 법칙	공기 저항이나 마찰이 없을 때, 운동하는 물체의 역학적 에너지는 일정하게 보존된다는 법칙. 이 편에서는 손이나 바닥처럼 다른 물체가 공에 닿지 않는 동안만 다룬다.

저금통으로 다시 보기

실제 공의 상황	저금통으로 빗대면	역학적 에너지의 합
손이 공을 밀어 올린다.	밖에서 동전을 넣는다.	늘어난다.
공이 공기 저항을 받는다.	동전이 밖으로 나간다.	줄어든다.
손을 떠난 뒤 공기 저항 없이 움직인다.	칸 사이에서만 동전을 옮긴다.	일정하다.

07 언제 합이 일정할까?

실제 상황과 저금통 비유를 같은 칸에서 비교한다.

위 줄: 실제 공

① 손을 떠난 공
공기 저항 없음

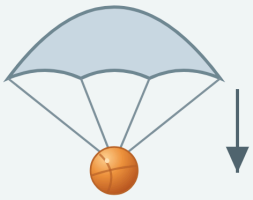


위로 날아감

② 손이 공을
밀어 올리는 중

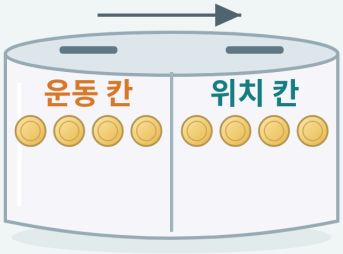


③ 낙하산을 단 공
공기 저항을 받음



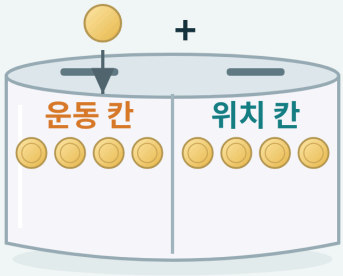
아래 줄: 저금통 비유

칸 사이 이동만



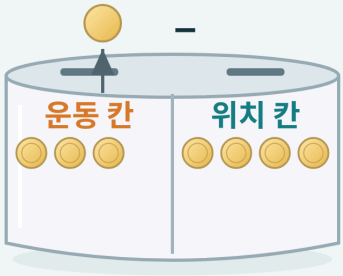
✓ 합 그대로

밖에서 넣음



합 늘어남

밖으로 나감



합 줄어듦

공기 저항이 없고 다른 물체도 닿지 않을 때만 두 에너지의 합이 일정하다.

이 세 상황 중에서는 공기 저항이 없고 다른 물체도 닿지 않는 경우에 합이 일정하다.

헷갈리지 말 것

- ✗ 역학적 에너지가 보존되면 운동 에너지도 변하지 않는다.
- ✓ 보존되는 것은 합이다. 위치 에너지와 운동 에너지는 서로 전환될 수 있다.

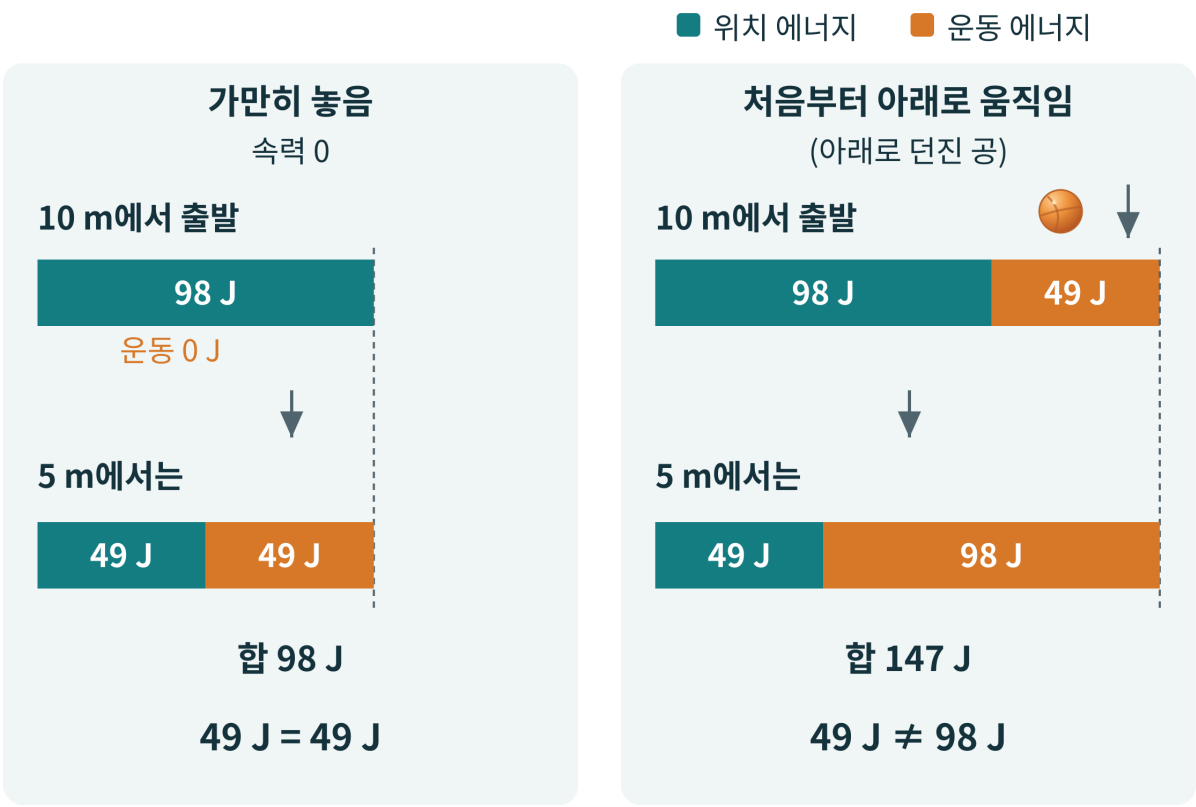
Q8 절반 높이에서는 두 에너지가 항상 같을까?

한줄답 — 항상 같지는 않다. 같은 기준면에서 재고, 출발 상태와 보존 조건을 확인해야 한다.

질량 1 kg인 공이 기준면 위 10 m 높이에서 내려오기 시작한다. 공기 저항은 없지만, **출발할 때의 운동 에너지**를 다르게 해 보자.

08 같은 절반 높이, 다른 출발 상태

질량 1 kg · 기준면 위 10 m에서 출발 · 공기 저항 없음



각 공의 합은 유지된다. 두 공의 합은 처음부터 서로 다르다.

비교할 것	가만히 놓은 공	처음부터 아래로 움직인 공(아래로 던진 공)
출발 높이	10 m	10 m
처음 위치 에너지	98 J	98 J
처음 운동 에너지	0 J	49 J
역학적 에너지	98 J	147 J
5 m에서 위치 에너지	49 J	49 J
5 m에서 운동 에너지	49 J	98 J
절반 높이에서 같은가?	같다.	같지 않다.

가만히 놓은 경우에는 처음 에너지가 전부 위치 에너지이다. 높이가 절반이 되면 위치 에너지도 처음의 절반이 되고, 나머지 절반은 운동 에너지이다.

처음부터 움직인 경우에는 처음 운동 에너지도 합에 넣어야 한다. 출발 높이만 반으로 나누면 이 에너지를 빠뜨리게 된다.

위로 던진 공이라면? 출발점을 기준면으로 잡았을 때, 최고 높이의 절반에서 두 에너지가 같다. 이때의 '절반'은 던진 순간의 높이가 아니라 **최고 높이의 절반**이다. 한눈정리 그림 12의 h/2가 바로 최고 높이의 절반이다.

실전 연결 ④ — 처음부터 움직였다면 합부터 구하기

대표 문제 질량 1 kg인 공이 기준면 위 6 m 높이에서 운동 에너지 19.6 J을 가진 채 아래로 움직이기 시작했다. 공기 저항이 없을 때 3 m 높이에서의 두 에너지를 구하시오.

순서	계산	결과
① 처음 위치 에너지	9.8 × 1 × 6	58.8 J
② 처음 두 에너지의 합	58.8 + 19.6	78.4 J
③ 3 m에서 위치 에너지	9.8 × 1 × 3	29.4 J
④ 3 m에서 운동 에너지	78.4 − 29.4	49 J

기억할 기준 — '절반 높이'라는 말보다 '처음에 어떤 상태였나'를 먼저 본다.

확인 문제 27–40

27 이 편에서 다루는 공의 역학적 에너지를 바르게 나타낸 것은?

① 위치 에너지 × 운동 에너지
② (위치 에너지 + 운동 에너지) ÷ 2
③ 높이 + 속력
④ 위치 에너지 + 운동 에너지
⑤ 위치 에너지 − 운동 에너지

28 두 칸 저금통 비유에서 '운동 칸'에 동전 6개, '위치 칸'에 동전 2개가 있었다. 운동 칸에서 위치 칸으로 동전 3개를 옮겼다. 각 칸과 전체의 동전 수를 쓰고, 이 비유가 나타내는 실제 에너지 변화를 쓰시오.

답

29 공의 운동을 계산한 결과이다. 이 자료에 대한 설명으로 옳은 것은?

순간	위치 에너지	운동 에너지
A	45 J	15 J
B	25 J	35 J
C	0 J	60 J

① 운동 에너지는 일정하다.

② 세 순간의 역학적 에너지가 같다.

③ 위치 에너지는 일정하다.

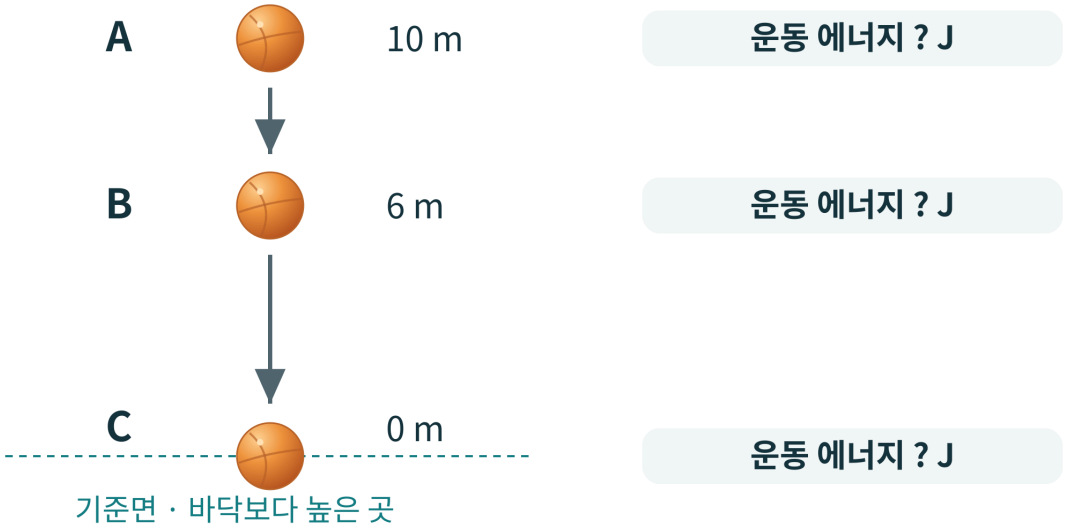
④ A에서 C까지 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다.

⑤ C에서는 모든 에너지가 0이다.

30 그림 9에서 질량 1 kg인 공을 기준면 위 10 m 높이에서 가만히 놓았다. 기준면은 바닥보다 높은 곳에 정했고, 공기 저항은 없다. A·B·C의 운동 에너지를 각각 쓰시오. C는 공이 기준면을 지나는 순간이다.

09 **세 위치의 운동 에너지 구하기**

질량 1 kg · A에서 가만히 놓음 · 공기 저항 없음



C는 바닥에 닿는 순간이 아니라 기준면을 지나는 순간이다.

답

31 공을 기준면 위 8 m 높이에서 가만히 놓았다. 공기 저항이 없을 때 위치 에너지와 운동 에너지가 같아지는 높이는?

① 0 m
② 8 m
③ 6 m
④ 4 m
⑤ 2 m

---

32 질량 1 kg인 공이 기준면 위 10 m 높이에서 이미 운동 에너지 49 J을 가진 채 아래로 움직이기 시작했다. 공기 저항이 없을 때 5 m 높이에서 두 에너지를 각각 구하시오.

답

---

33 공을 기준면 높이에서 연직 위로 던졌더니 최고 높이가 10 m였다. 공기 저항이 없을 때 옳은 것은?

① 출발 순간에 두 에너지가 같다.
② 5 m 높이에서 두 에너지가 같다.
③ 최고점에서 운동 에너지가 가장 크다.
④ 최고점에서 위치 에너지가 가장 작다.
⑤ 내려올 때는 5 m에서 두 에너지가 같지 않다.

---

34 A에 비해 B의 질량은 2배, 속력도 2배이다. 두 공의 높이는 같다. B의 위치 에너지와 운동 에너지는 A의 각각 몇 배인가?

답

---

35 공의 역학적 에너지가 일정하다고 볼 수 있는 구간은?

① 공을 손으로 받아 멈추게 하는 동안
② 손으로 공을 밀어 속력을 키우는 동안
③ 손을 떠난 공이 공기 저항 없이 올라갔다 내려오는 동안
④ 강한 공기 저항을 받으며 떨어지는 동안
⑤ 공이 바닥에 부딪혀 찌그러지는 동안

---

36 지우는 “최고점에서는 속력이 0이니까 역학적 에너지도 0이야.”라고 말했다. 공을 연직 위로 던졌고 최고점은 기준면보다 높다. 지우의 말을 두 에너지의 이름을 써서 고치시오.

답

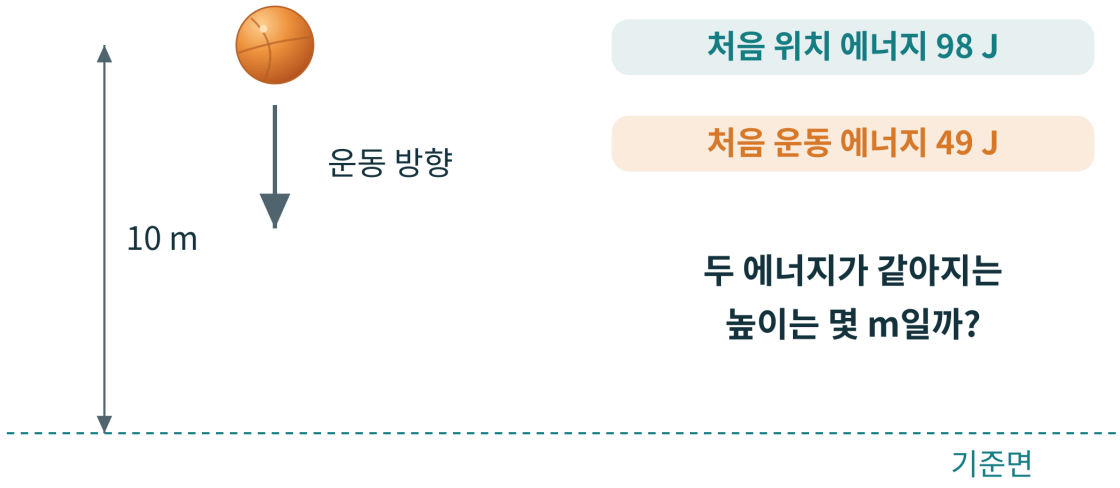
37 공기 저항 없이 떨어지는 공의 두 순간을 비교한다. 기준면 A로 계산할 때 역학적 에너지가 보존되었다. 기준면만 B로 바꾸어 두 순간을 다시 계산하면?

① 두 순간의 역학적 에너지는 여전히 서로 같다.
② 역학적 에너지가 보존되지 않게 된다.
③ 각 순간의 위치 에너지는 반드시 전과 같다.
④ 역학적 에너지의 값 자체가 반드시 전과 같다.
⑤ 운동 에너지가 기준면 변경 때문에 달라진다.

38 그림 10은 32번의 공을 나타낸다. 두 에너지가 같을 때 각각 몇 J인가? 그때의 높이는 기준면에서 몇 m인가?

10 처음 운동 에너지도 합에 넣기

질량 1 kg · 아래로 움직이며 출발 · 공기 저항 없음



높이는 기준면에서부터 잰다.

답

39 공이 올라가는 동안 운동 에너지가 20 J에서 8 J로 줄었다. 공기 저항이 없을 때 옳은 것은?

① 나중 운동 에너지는 12 J이다.
② 운동 에너지가 8 J 감소했다.
③ 위치 에너지가 8 J 증가했다.
④ 역학적 에너지가 12 J 감소했다.
⑤ 위치 에너지가 12 J 증가했다.

---

40 “가만히 놓은 공은 출발 높이의 절반에서 위치 에너지와 운동 에너지가 같다.” 이 말이 맞으려면 무엇이 필요한지 두 가지를 쓰시오.

(1) 출발 높이와 절반 높이는 무엇에서부터 재야 하는가?

(2) 공이 떨어지는 동안 어떤 조건이어야 하는가?

답

선택 확장

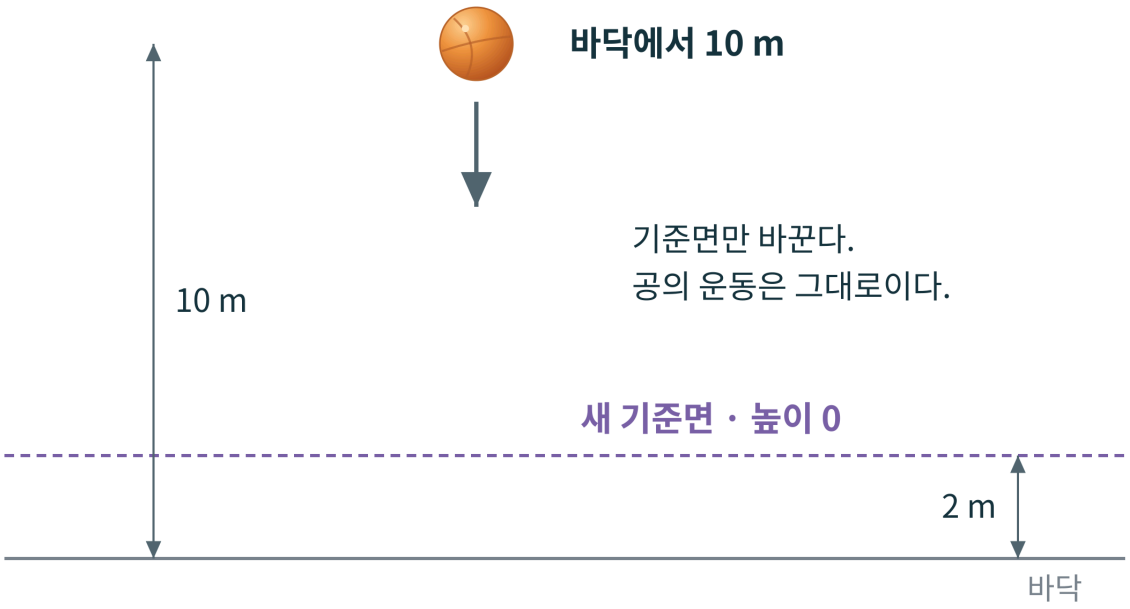
선택 1 A와 B의 위치 에너지는 같다. 질량은 B가 A의 2배이다. 같은 기준면에서 잰 B의 높이는 A의 몇 배인가? 두 공의 운동 에너지도 같다면 B의 속력까지 A의 ½배라고 말할 수 있는가? 까닭을 쓰시오.

답

선택 2 질량 1 kg인 공을 바닥에서 10 m 높이에서 가만히 놓았다. 공기 저항은 없다. 바닥에서 2 m인 면을 새로운 기준면으로 정했다. 두 에너지가 같아지는 위치는 **새 기준면에서 몇 m, 바닥에서 몇 m**인가? 그림 11을 보고 구하시오.

11 높이의 0을 다시 정하면

질량 1 kg · 가만히 놓음 · 공기 저항 없음



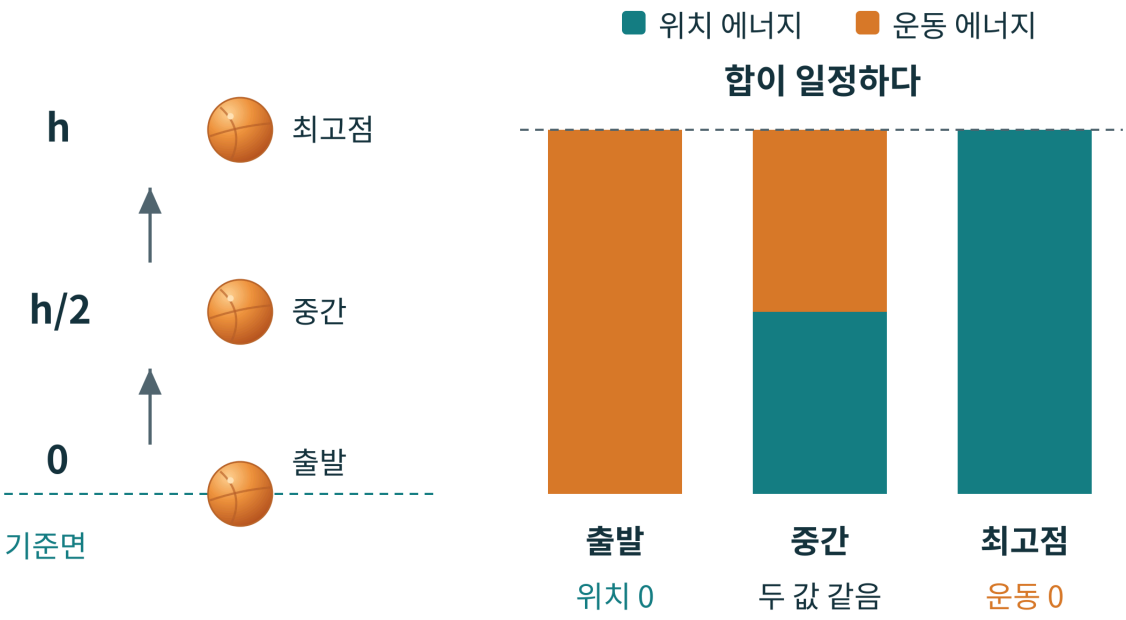
새 기준면부터 잰 출발 높이를 먼저 구한다.

답

한눈에 정리

12 공의 세 위치와 두 에너지의 합

연직 던지기 · 출발점이 기준면 · 공기 저항 없음



각 막대 전체가 역학적 에너지이다.

공을 **연직 위로 던지고**, 손을 떠난 출발점을 기준면으로 잡았다. 공기 저항은 없다. 최고 높이를 h라고 하면 중간 높이 h/2에서 두 에너지가 같다.

판단할 것	확인할 기준
위치 에너지	질량과 기준면부터의 높이. 9.8 × 질량 × 높이 = **9.8mh**
운동 에너지	질량과 속력. ½ × 질량 × 속력^2 = **½mv^2**
역학적 에너지	위치 에너지와 운동 에너지의 합
올라갈 때	운동 에너지 감소량 = 위치 에너지 증가량
내려올 때	위치 에너지 감소량 = 운동 에너지 증가량
최고점	연직 던지기에서는 운동 에너지 0. 기준면보다 높으면 위치 에너지는 있다.
절반 높이	기준면·출발 상태·보존 조건을 먼저 확인한다.

기호의 뜻 — m은 질량(kg), h는 기준면부터의 높이(m), v는 속력(m/s)이다.

자주 하는 실수

✗ 잘못 생각하기	✓ 바로잡기
정지해 있으면 에너지가 없다.	운동 에너지가 0이라는 뜻이다. 위치 에너지는 따로 본다.
기준면을 바꾸면 공이 실제로 움직인다.	높이를 읽는 기준만 바뀐다.
속력 2배면 운동 에너지도 2배이다.	속력을 제곱하므로 운동 에너지는 4배이다.
보존되면 두 에너지가 각각 일정하다.	각각의 값은 변해도 합은 일정하다.
절반 높이면 언제나 두 에너지가 같다.	처음 운동 에너지와 높이의 기준을 확인한다.
나중의 값과 변화한 양은 같다.	변화한 양은 처음 값과 나중 값의 차이다.

정답·해설

빠른 정답

번호	정답	번호	정답
1	②	21	⑤
2	kg · N · J · m/s	22	손이 공에 일을 해 주어 공의 역학적 에너지가 증가하기 때문이다.
3	⑤	23	①
4	9 J	24	위치 에너지 19.6 J · 운동 에너지 0 J
5	①	25	③
6	(가) 29.4 · (나) 4 · (다) 1 · (라) 29.4	26	감소량 20 J · 증가량 20 J · 합은 두 순간 모두 40 J
7	④	27	④
8	위치 에너지 2배 · 운동 에너지 1배	28	운동 칸 3개 · 위치 칸 5개 · 전체 8개. 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되어도 합은 같다.
9	③	29	②
10	2배	30	A 0 J · B 39.2 J · C 98 J
11	①	31	④
12	속력의 제곱은 4 × 4이다. 운동 에너지는 16 J이다.	32	위치 에너지 49 J · 운동 에너지 98 J
13	⑤	33	②
14	안 된다. 9.8 × 질량 × 높이 식에는 질량 2 kg을 넣는다.	34	위치 에너지 2배 · 운동 에너지 8배
15	②	35	③
16	14.7 J 증가한다.	36	최고점에서 운동 에너지는 0이지만 위치 에너지는 있으므로 역학적 에너지는 0이 아니다.
17	④	37	①
18	(가) 19.6 · (나) 39.2 · (다) 39.2 · (라) 39.2	38	각각 73.5 J · 높이 7.5 m
19	③	39	⑤

번호	정답	번호	정답
20	위치 에너지 29.4 J · 운동 에너지 39.2 J	**40**	(1) 같은 기준면에서 잰다. (2) 공기 저항이 없고, 바닥 등 다른 물체에 닿기 전이어야 한다.

선택 문제	정답
선택 1	높이 ½배. 속력은 ½배라고 할 수 없다.
선택 2	새 기준면에서 4 m, 바닥에서 6 m

풀이와 오답 점검

번호	정답·풀이·오답인 이유
1	**정답 ②** ② 높이가 있으므로 위치 에너지가 있다. ①·④ 정지해 있어 운동 에너지는 0이다. ③ 위치 에너지가 있으므로 모든 에너지가 0은 아니다. ⑤ 기준면보다 높으므로 위치 에너지가 0이 아니다.
2	**kg · N · J · m/s** 질량과 무게의 단위를 구별한다. 위치 에너지와 운동 에너지의 단위는 모두 J이다.
3	**정답 ⑤** $9.8 \times 2 \times 5 = 98$ J이다. ③은 질량과 높이를 곱하지 않은 값, ④는 높이를 곱하지 않은 값이다. ①은 질량 2를 한 번 더 곱한 값($9.8 \times 2 \times 2 \times 5$)이다. ②는 높이 5를 제곱한 값($9.8 \times 2 \times 5^2$)이다.
4	**9 J** $\frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9$ J이다. 속력 3을 제곱한 뒤 나머지를 곱한다. **채점 기준:** 질량·속력의 대입식과 9 J을 모두 쓰면 정답.
5	**정답 ①** ① 같은 두 위치 사이의 높이 차는 그대로이다. ③ 기준면을 바꾸어도 공을 실제로 옮긴 것은 아니다. ④ 질량은 바뀌지 않는다. ⑤ 기준면을 바꾸면 높이의 값이 달라진다. ② 속력이 바뀌지 않아 운동 에너지는 그대로이다.
6	**(가) 29.4 · (나) 4 · (다) 1 · (라) 29.4** 바닥 기준의 높이 차는 $5 - 2 = 3$ m이다. 새 기준면에서도 $4 - 1 = 3$ m이므로 위치 에너지 차는 모두 $9.8 \times 1 \times 3 = 29.4$ J이다.
7	**정답 ④** ④ 두 식 모두 질량에 비례한다. ②·③ 한 에너지만 두 배가 되는 것이 아니다. ① 질량을 제곱하지 않는다. ⑤ 질량이 달라지므로 두 에너지 모두 달라진다.
8	**위치 에너지 2배 · 운동 에너지 1배** 위치 에너지는 높이에 비례한다. 운동 에너지 식에는 높이가 없으며, 이 비교에서는 질량과 속력이 같다.
9	**정답 ③** 속력은 3배이므로 운동 에너지는 $3^2 = 9$배이다. ②·④는 제곱 관계를 반영하지 못했다. ⑤는 속력 2배일 때의 비율이며, ①은 3배를 세 번 곱한 값이다.
10	**2배** 질량의 효과 ½와 속력의 효과 2^2을 곱하면 $\frac{1}{2} \times 4 = 2$배이다. **식:** $\frac{1}{2} \times (m/2) \times (2v)^2 = 2 \times (\frac{1}{2}mv^2)$.
11	**정답 ①** 500 g = 0.5 kg으로 바꾸면 $9.8 \times 0.5 \times 2 = 9.8$ J이다. ⑤는 높이 2를 빠뜨린 값, ④는 질량을 1 kg으로 넣은 값이다. ②는 500 g을 5 kg으로, ③은 500 kg으로 잘못 넣은 값이다.
12	**속력의 제곱은 4 × 4이다. 운동 에너지는 16 J이다.** 제곱은 같은 수를 두 번 곱하는 것이다. $\frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 = 16$ J이다. **채점 기준:** $4^2 = 4 \times 4$라는 수정과 16 J을 포함.
13	**정답 ⑤** ⑤ 기준면에서는 높이가 0이므로 위치 에너지가 0이다. ①·③ 움직이고 있으므로 운동 에너지가 있다. ② 질량이 사라지지 않는다. ④ 기준면은 높이의 기준일 뿐, 공을 멈추게 하지 않는다.

번호	정답·풀이·오답인 이유
14	**안 된다. 9.8 × 질량 × 높이 식에는 질량 2 kg을 넣는다.** 19.6 N은 무게이다. 위치 에너지를 무게 × 높이로 구할 수도 있지만, 그때는 9.8을 다시 곱하지 않는다. **채점 기준:** 질량과 무게를 구별하고 9.8을 중복하여 곱하면 안 된다는 뜻이 드러나면 정답.
15	**정답 ②** ② 올라가며 속력이 작아지고 높이가 커지므로 운동 에너지가 위치 에너지로 전환된다. ①은 내려올 때이다. ③·④·⑤는 이 조건의 에너지 전환이 아니다.
16	**14.7 J 증가한다.** 감소한 위치 에너지의 양만큼 운동 에너지가 증가한다. 처음 운동 에너지의 값은 주어지지 않았으므로 나중 운동 에너지 자체가 14.7 J이라고 단정하지 않는다.
17	**정답 ④** ④ 연직 위로 던진 공은 최고점에서 순간적으로 속력이 0이다. ① 높이가 있으므로 위치 에너지는 0이 아니다. ③ 중력은 계속 작용한다. ② 위치 에너지가 남아 있다. ⑤ 잠깐 멈춘 뒤 내려온다.
18	**(가) 19.6 · (나) 39.2 · (다) 39.2 · (라) 39.2** 두 에너지의 합은 39.2 J이다. 중간에서는 39.2 − 19.6 = 19.6 J이 운동 에너지이며, 최고점에서는 합 전체가 위치 에너지이다.
19	**정답 ③** ③ 같은 기준면에서 높이가 같으므로 위치 에너지가 같다. 합도 같으므로 운동 에너지가 같고, 같은 공이므로 속력도 같다. ②·⑤는 속력이 다르다고 보아 틀리다. ① 위·아래로 운동 방향이 다르다. ④ 같은 높이이므로 위치 에너지는 같다.
20	**위치 에너지 29.4 J · 운동 에너지 39.2 J** 처음 합은 9.8 × 1 × 7 = 68.6 J이다. 3 m에서 위치 에너지는 29.4 J, 운동 에너지는 68.6 − 29.4 = 39.2 J이다.
21	**정답 ⑤** 처음 운동 에너지는 ½ × 2 × 7^2 = 49 J이다. 최고점의 위치 에너지가 49 J이므로 높이는 49 ÷ (9.8 × 2) = 2.5 m이다. ①·②·③·④는 최고점에서 위치 에너지 49 J을 만족하지 않는다.
22	**손이 공에 일을 해 주어 공의 역학적 에너지가 증가하기 때문이다.** 이 편에서 보존을 적용하는 구간은 공이 손을 떠난 뒤부터 다시 손이나 바닥에 닿기 전까지이다. 손이 밀어 주는 동안을 같은 조건으로 묶으면 안 된다. **채점 기준:** 손이 공에 일을 함(에너지를 줌)을 쓰면 정답.
23	**정답 ①** ① 속력이 0인 순간에도 중력이 아래로 작용한다. ②·④ 중력이나 질량이 사라지는 것이 아니다. ⑤ 운동 에너지는 0이다. ③ 잠깐 멈춘다는 사실이 위치 에너지 0을 뜻하지는 않는다.
24	**위치 에너지 19.6 J · 운동 에너지 0 J** 위치 에너지는 9.8 × 0.5 × 4 = 19.6 J이다. 연직 던지기의 최고점에서는 속력이 0이므로 운동 에너지는 0 J이다.
25	**정답 ③** ③ 높이가 낮아지는 만큼 위치 에너지는 감소하고, 속력이 커져 운동 에너지는 증가한다. ①·②·④·⑤는 두 에너지 중 적어도 하나의 변화 방향을 잘못 나타냈다.
26	**감소량 20 J · 증가량 20 J · 합은 두 순간 모두 40 J** 각 순간의 값과 변화한 양을 구별한다. 30 − 10 = 20 J이고, 두 순간의 합은 각각 30 + 10 = 40 J이다.

번호	정답·풀이·오답인 이유
27	**정답 ④** ④ 역학적 에너지는 위치 에너지와 운동 에너지의 합이다. ⑤는 차, ①은 곱, ②는 평균이다. ③ 두 에너지는 모두 J 단위이지만 높이와 속력은 서로 다른 물리량이므로 이렇게 더하지 않는다.
28	**운동 칸 3개 · 위치 칸 5개 · 전체 8개. 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되어도 합은 같다.** 동전을 밖에서 넣거나 빼지 않는 상황을 에너지가 전환되는 상황에 대응시킨 것이다. 실제 에너지가 동전이라는 뜻은 아니다. **채점 기준:** 세 수와 두 에너지의 전환·합의 일정함을 포함.
29	**정답 ②** ② 세 순간 모두 합이 60 J이다. ①·③ 각각의 값은 변한다. ④ A에서 C까지 위치 에너지가 감소하고 운동 에너지가 증가한다. ⑤ C에도 운동 에너지 60 J이 있다.
30	**A 0 J · B 39.2 J · C 98 J** 처음 역학적 에너지는 98 J이다. A는 출발 순간이므로 운동 에너지 0 J이다. B의 위치 에너지는 58.8 J이므로 운동 에너지는 39.2 J이다. C에서는 기준면부터의 높이가 0이므로 위치 에너지는 0 J, 운동 에너지는 98 J이다.
31	**정답 ④** ④ 출발할 때 운동 에너지가 0이므로 8 m의 절반인 4 m에서 각각 전체의 절반이 된다. ①·②·③·⑤는 위치 에너지와 운동 에너지를 같은 양으로 나누는 높이가 아니다.
32	**위치 에너지 49 J · 운동 에너지 98 J** 처음 위치 에너지는 98 J, 합은 98 + 49 = 147 J이다. 5 m에서는 위치 에너지 49 J, 운동 에너지 147 − 49 = 98 J이다. 출발 높이의 절반이라고 언제나 두 에너지가 같은 것은 아니다.
33	**정답 ②** ② 최고점에서 운동 에너지가 0이므로 5 m에서는 위치 에너지가 합의 절반이고 운동 에너지가 나머지 절반이다. ④ 최고점에서는 위치 에너지가 가장 크다. ① 기준면에서 위치 에너지는 0이다. ③ 최고점에서 운동 에너지는 0이다. ⑤ 같은 높이에서는 내려올 때도 두 에너지가 같다.
34	**위치 에너지 2배 · 운동 에너지 8배** 위치 에너지는 2배이다. 운동 에너지는 질량의 효과 2와 속력의 효과 2^2을 곱해 8배이다. **식:** $\frac{1}{2} \times (2m) \times (2v)^2 = 8 \times (\frac{1}{2}mv^2)$.
35	**정답 ③** ③ 손을 떠난 공이 공기 저항 없이 움직이며 다른 물체와 닿지 않는 구간이다. ①·②·⑤는 다른 물체가 공에 힘을 가하며 에너지를 주거나 받을 수 있다. ④는 공기 저항으로 공의 역학적 에너지가 줄어들 수 있다. (그림 7)
36	**최고점에서 운동 에너지는 0이지만 위치 에너지는 있으므로 역학적 에너지는 0이 아니다.** 역학적 에너지는 두 에너지의 합이다. 한 에너지가 0이라고 합도 0인 것은 아니다. **채점 기준:** 운동 에너지 0, 위치 에너지 있음, 역학적 에너지 0 아님을 모두 포함.
37	**정답 ①** ① 기준면을 바꾸면 모든 순간의 위치 에너지가 똑같은 양만큼 커지거나 작아진다. 그래서 두 순간의 합은 여전히 서로 같다. ③·④ 각 순간의 합 자체는 달라질 수 있다. ②·⑤ 기준면 변경은 실제 운동이나 보존 여부를 바꾸지 않는다.
38	**각각 73.5 J · 높이 7.5 m** 합은 98 + 49 = 147 J이다. 두 에너지가 같으면 각각 147 ÷ 2 = 73.5 J이다. 높이는 73.5 ÷ (9.8 × 1) = 7.5 m이다.

번호	정답·풀이·오답인 이유
39	**정답 ⑤** ⑤ 감소한 운동 에너지 12 J만큼 위치 에너지가 증가한다. ②·③은 나중 운동 에너지의 값과 감소량을 혼동했다. ① 나중 운동 에너지는 8 J이다. ④ 역학적 에너지가 12 J 줄어든 것이 아니다.
40	**(1) 같은 기준면에서 잰다. (2) 공기 저항이 없고, 바닥 등 다른 물체에 닿기 전이어야 한다.** 출발할 때의 운동 에너지가 0이고 역학적 에너지가 보존되어야 한다. 높이도 같은 기준면으로 재야 위치 에너지를 비교할 수 있다. **채점 기준:** (1) 같은 기준면을 쓰면 정답. (2) 공기 저항 없음과 다른 물체에 닿기 전이라는 조건을 모두 쓰면 정답.
선택 1	**높이 ½배. 속력은 ½배라고 할 수 없다.** 위치 에너지는 질량 × 높이에 비례하므로 질량이 2배이면 높이는 ½배이다. 운동 에너지는 질량 × 속력^{2}에 비례한다. 질량 2배와 속력 ½배를 함께 넣으면 운동 에너지는 $2 \times (\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{2}$배로, 같아지지 않는다. 같아지려면 속력의 제곱이 ½배여야 한다. **채점 기준:** 높이 ½배, 속력 ½배일 때 운동 에너지가 ½배라는 반박을 포함. 속력의 정확한 비율은 요구하지 않는다.
선택 2	**새 기준면에서 4 m, 바닥에서 6 m.** 출발 높이는 새 기준면에서 $10 - 2 = 8$ m이다. 처음 역학적 에너지는 $9.8 \times 1 \times 8 = 78.4$ J이다. 두 에너지가 같으면 각각 39.2 J이므로 새 기준면에서의 높이는 $39.2 \div 9.8 = 4$ m이다. 바닥에서는 $4 + 2 = 6$ m이다. 기준면을 바꾸어도 공의 실제 운동이 바뀌는 것은 아니다. 위치 에너지의 값이 달라져 두 에너지의 값이 같아지는 위치가 달라진 것이다.

다음 편에서 이어질 질문

추를 한쪽으로 들어 올렸다 놓으면 왜 반대쪽에서도 처음 높이까지 올라갈까? 다음 편에서는 진자의 움직임과 실험 자료로 역학적 에너지 보존의 조건을 확인한다.