



대표 유형

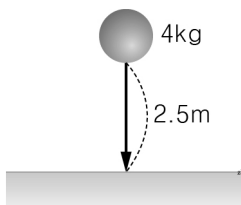
1. 그림과 같이 같은 높이에서 공 A는 자유 낙하시키고, 공 B는 위로 던져 올렸다. (단, 두 공 A와 B는 동일하고, 공기 저항은 무시한다.)



- (1) 두 공 A, B가 지면에 닿는 순간의 속력을 비교했을 때 어떻게 될지 적으시오.
- (2) (1)번에서 생각한 답이 나온 까닭을 다음 단어를 모두 사용하여 적으시오.

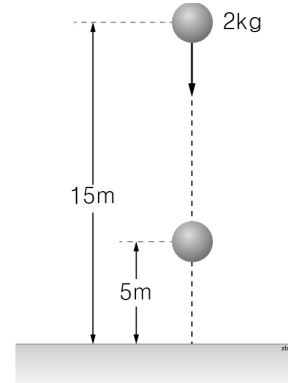
운동 에너지, 위치 에너지, 역학적 에너지

2. 그림과 같이 질량이 4kg인 물체를 2.5m 높이에서 자유낙하시키는 모습을 나타낸 것이다. 이 물체가 바닥에 닿는 순간의 운동에너지와 그 때의 속력을 각각 구하시오. (단, 공기의 저항 및 마찰은 무시하며, 풀이과정과 단위를 반드시 포함해야 함.)



- (1) 운동에너지(이유포함)
- (2) 이 물체가 바닥에 닿는 순간의 속력을 구하시오.

3. 다음 그림과 같이 15m높이에서 질량 2kg의 물체를 가만히 놓아 떨어뜨렸다. (단, 공기 저항은 무시한다.) 다음 물음에 답하시오.



- (1) 높이 5m인 지점을 지나는 순간 물체의 위치 에너지와 운동 에너지를 각각 구하시오. (단, 풀이 과정과 정답, 단위를 반드시 쓰시오.)

ㄱ. 위치에너지

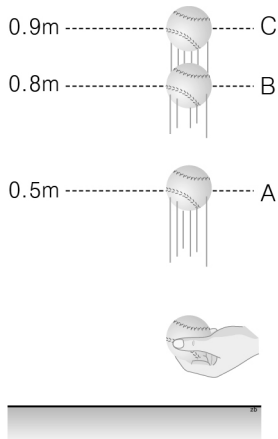
ㄴ. 운동에너지

- (2) 높이 5m인 지점에서의 역학적 에너지를 구하시오. (단, 풀이 과정과 정답, 단위를 반드시 쓰시오.)

4. 공을 v의 속력으로 지면에 수직 방향으로 위로 던져 올렸더니 최대를 올라간 높이가 1m였다.

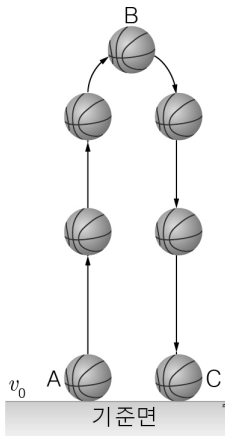
- (1) 만약, 물체가 최대를 올라간 높이를 4m가 되도록 하기 위해서는 위의 상황에 비해 역학적 에너지를 몇 배 증가시켜야 하는지 설명하시오. (단, 마찰과 공기저항은 없다고 가정한다.)
- (2) 물체가 도달하는 높이를 4m가 되도록 하기 위해서는 위의 상황과 비교했을 때 처음 운동 에너지와 속력을 각각 몇 배 증가시켜야 하는지 설명하시오. (단, 마찰과 공기저항은 없다고 가정한다.)

5. 다음 그림은 질량이  $1\text{kg}$ 인 공을 위로 던져 올린 모습을 나타낸 것이다. 다음 물음에 답하시오.



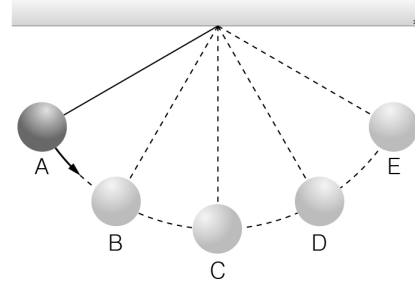
- (1) 공이 A지점에서 B, C 지점으로 이동하는 동안 위치 에너지와 운동 에너지는 각각 어떻게 변하는지 서술하시오.
- (2) 공이 A지점에서 B, C지점으로 이동하는 동안 역학적 에너지는 어떻게 변하는지 서술하시오.

6. 그림은 A지점에서 위로 던져 올린 공이 가장 높은 지점인 B를 지나서 C지점까지 운동하는 모습을 나타낸 것이다. (단, 마찰과 공기저항은 없다고 가정한다.)



- (1) A에서 B로 올라갈 때의 운동 에너지 변화, 위치 에너지 변화, 역학적 에너지 변화에 관해서 각각 설명하시오.
- (2) B에서 C로 내려갈 때의 운동 에너지 변화, 위치 에너지 변화, 역학적 에너지 변화에 관해서 각각 설명하시오.

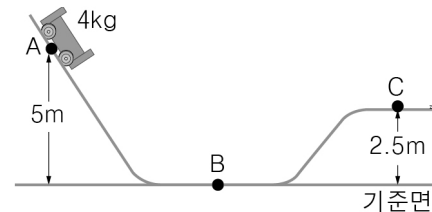
7. 그림과 같이 질량이  $2\text{kg}$ 인 물체를 A점에서 가만히 놓았더니 E점까지 올라갔다가 다시 내려갔다. C점은 높이가 가장 낮은 지점이며, A와 C점의 위치 에너지는 각각  $48\text{J}$ ,  $23\text{J}$ 이다. (단, 모든 마찰과 공기저항, 물체의 크기는 무시한다.)



다음 물음에 답하시오.

- (1) B~E 중 속력이 최소(가장 작음)인 지점을 쓰고, 그 지점에서의 속력을 구하시오.
- (2) C점에서 운동에너지를 풀이과정과 함께 구하시오.
- (3) A~E 중 속력이 최대(가장 큼)인 지점을 쓰고, 그 지점에서의 속력을 풀이과정과 함께 구하시오.

8. 그림은 질량  $4\text{kg}$ 인 수레가 정지 상태에서 A점을 출발하여 C점까지 운동하는 모습을 나타낸 것이다. (단, 마찰과 공기 저항은 무시)



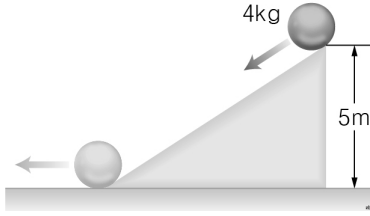
- (1) A점에서 수레의 역학적 에너지는 몇 J인지 구하시오. (단, 구하는 과정을 식으로 표현하여 서술할 것.)
- (2) B점에서 수레의 운동 에너지는 몇 J인지 구하고 그렇게 생각한 이유를 에너지의 전환으로 설명하시오.
- (3) B점을 지나는 수레의 속력이 처음의 2배가 되도록 하려면 A점의 높이를 처음의 몇 배로 높여야 하는지 설명하시오. (단, 다음에 제시하는 단어를 모두 사용할 것.)

<보기>

운동 에너지, 위치 에너지

- (4) C점에서 수레의 속력은 몇  $\text{m/s}$ 인지 구하시오. (단, 구하는 과정을 식으로 표현하여 서술할 것.)

9. 그림과 같이 질량  $4\text{kg}$ 인 물체가  $5\text{m}$  높이에서 빗면을 따라 미끄러질 때 마찰로 인해 발생한 열에너지가  $68\text{J}$ 이었다면, 지면에 도달하는 순간의 물체의 속력은? (풀이 과정에 계산식을 쓰고, 답에 단위를 포함하여 서술할 것.)

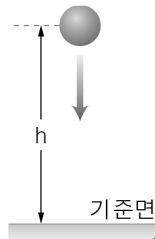


실전 문제

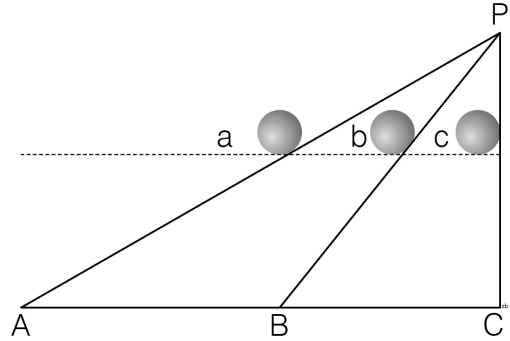
10. 물체의 운동에 관한 설명이다. 옳지 않은 것을 모두 골라 바르게 고쳐 서술하시오.

- ㄱ. 물체의 중력에 의한 위치에너지와 운동에너지의 합을 역학적 에너지라고 한다.
- ㄴ. 물체가 자유 낙하 운동을 할 때 중력에 의한 위치 에너지는 점점 감소한다.
- ㄷ. 공기와의 마찰이 없다면, 낙하하는 물체의 운동에너지는 일정하다.
- ㄹ. 던져 올린 물체는 올라가는 동안 운동 에너지가 점점 감소한다.
- ㅁ. 던져 올린 물체가 가장 높은 곳에 이르는 순간 운동 에너지는 최대이다.

11. 그림은 질량  $1\text{kg}$  물체를 높이  $h$ 인 곳에서 가만히 놓았을 때,  $4\text{초}$  후에 지면에 도달한 것을 나타낸 것이다. 높이  $\frac{1}{4}h$ 인 지점의 운동 에너지와 위치 에너지를 구하고, 이를 높이  $h$ 에서의 역학적 에너지와의 관계를 이용하여 서술하시오. (단, 중력가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 공기 저항은 무시한다)



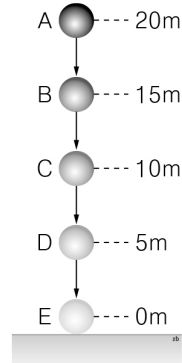
12. 다음 그림은 P에 있던 물체를 A, B, C를 향해 내려보내는 운동을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오. (단, 마찰이나 공기 저항은 무시한다.)



- (1) a, b, c 쇠구슬이 바닥면에 도착하는 순간 각각의 속력을 비교하시오.
- (2) (1)의 답의 이유에 대해 서술하시오.



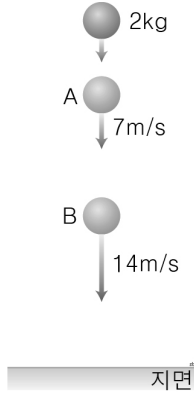
13. 그림은  $20\text{m}$  높이의 A점에서 정지해 있던 질량  $2\text{kg}$ 인 물체의 자유 낙하 운동을 나타낸 것이다.



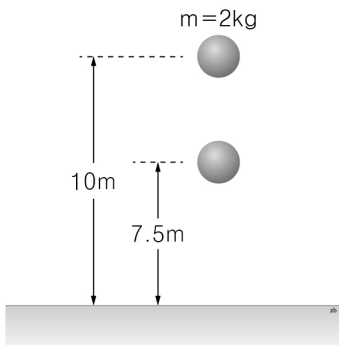
- (1) 역학적 에너지 보존법칙이 성립하기 위한 조건을 간단하게 서술하시오.
- (2) 위의 조건이 성립한다면, 위치 에너지와 운동 에너지 용어를 사용하여 E 지점에서의 물체의 속력을 구하는 과정을 설명하시오. (단, 중력 가속도 상수는  $9.8$ 이다.)

고난도

14. 그림은 질량이  $2\text{kg}$ 인 물체가 낙하하여 A, B 지점을 각각  $7\text{m/s}$ ,  $14\text{m/s}$ 의 속력으로 지나는 모습을 나타낸 것이다. A와 B 사이의 거리를 구하시오. (단, 공기와 마찰은 무시하며, 중력 가속도 상수는  $9.8$ 이다.)



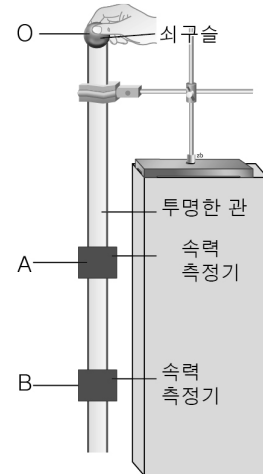
15.  $10\text{m}$  높이에서 정지해있던 질량이  $2\text{kg}$ 인 공이 떨어져 지상으로부터  $7.5\text{m}$  높이에 있을 때 ㉠위치에너지와 ㉡운동에너지, ㉢속력을 구하시오. (단, 공기의 저항과 마찰은 무시한다.)



16. 질량  $40\text{kg}$ 인 물체를 높이  $40\text{m}$ 에서 떨어뜨려 바닥에 닿는 순간의 속력이  $v(\text{m/s})$ 였다. 같은 물체를 바닥에 닿는 순간의 속력이  $\frac{1}{2}v(\text{m/s})$ 가 되게 하려면 얼마의 높이에서 물체를 떨어뜨리면 될까? 답을 적고 이유를 설명하시오.

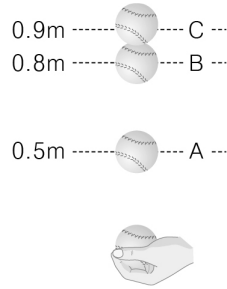
빈출

17. 다음 그림과 같이 속도 측정기를 투명한 관의 위쪽과 아래쪽에 설치하고 쇠구슬의 질량과 O, A, B 점의 높이를 측정하였다. 그 다음 쇠구슬을 관 안쪽으로 가만히 떨어뜨려 쇠구슬이 A점과 B점을 지날 때의 속력을 측정하였다. 물음에 답하시오. (단, 마찰과 공기 저항은 무시한다.)



- (1) A점의 속도 측정기를 조금 더 높은 곳으로 이동한다면 A점의 속도 측정기의 속력은 어떻게 변할지 서술하시오.
- (2) B점을 지나는 구슬의 속력을 높이는 방법에 대해 서술하시오.

18. 질량이 0.1kg인 공을 위로 던져 올린 모습을 분석하였더니 A와 B 위치에서 위치 에너지와 운동 에너지가 표와 같았다.



지면

위치	A	B
위치 에너지(J)	0.490	0.784
운동 에너지(J)	0.392	0.098

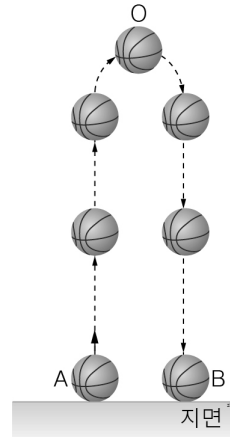
C위치에서 공의 속력이 0일 때 다음 물음에 답하시오.  
(단, 공기의 저항은 무시한다.)

- (1) C지점에서 위치 에너지( $E_p$ )와 운동 에너지( $E_k$ )의 크기를 각각 구하시오.
- (2) A, B, C에서 역학적 에너지의 크기를 구하고, 이로부터 알 수 있는 사실을 서술하시오.(단, <보기>에 주어진 용어를 모두 사용하여 설명하고, 답란에는 문장을 전부 기록할 것)

<보기>

A, B, C에서 역학적 에너지의 크기는 모두 J이다. 증가한  에너지의 양과 감소한  에너지의 양은 같다. 따라서 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지의 합은 일정하게 된다.

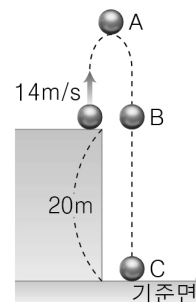
19. 그림은 위로 던져 올린 공의 운동을 나타낸 것이다.



다음 각 경우 공이 운동하는 동안 역학적 에너지 전환을 설명하시오.(단, 공기의 저항이나 마찰은 무시한다.)

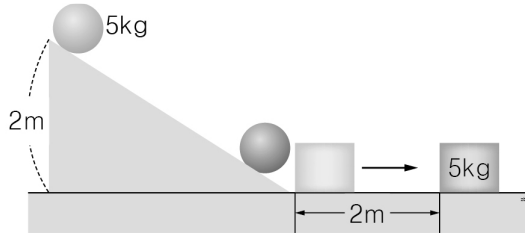
- (1) 공이 A에서 O로 운동할 때
- (2) 공이 O에서 B로 운동할 때

20. 그림은 질량 2kg인 물체를 기준면으로부터 20m 높이에서 연직 위 방향으로 14m/s의 속력으로 던져 최고 높이인 A지점에 도달한 후 자유 낙하 운동하여 바닥에 닿는 순간이 C 지점에 도달한 모습이다. (단, B지점의 기준면으로부터 높이는 20m이며, 공기 저항과 모든 마찰은 무시한다.)



- 1) A 지점의 기준면으로부터 높이는?
- 2) B 지점의 속력은?
- 3) C 지점의 운동 에너지는?

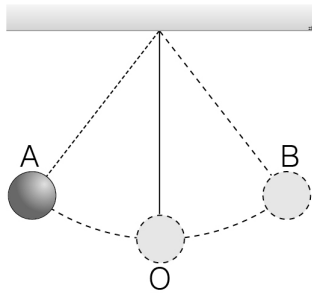
21. 그림은 질량  $5\text{kg}$ 인 공이 높이  $2\text{m}$  높이에서 굴러 내려와 나무도막에 부딪친 후  $2\text{m}$ 를 이동하였다.



이 공이 나무도막에 충돌 직전의 운동에너지와 나무도막과 지면의 마찰력을 구하고 구하는 과정을 서술하여라.(단, 공은 바닥에 도달 후 나무도막에 충돌하였으며 빗면의 마찰력은 무시한다.)

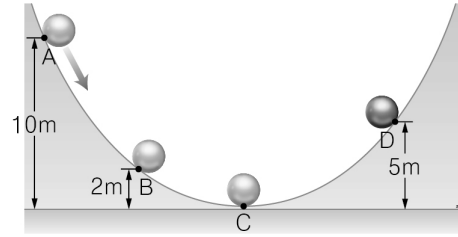
1. 서술형으로 풀어서 작성할 것
2. 각각의 계산과정을 답과 함께 쓸 것

22. 다음 그림은 진자의 운동을 나타낸 것이다. (단, 마찰이나 공기의 저항은 무시한다.)



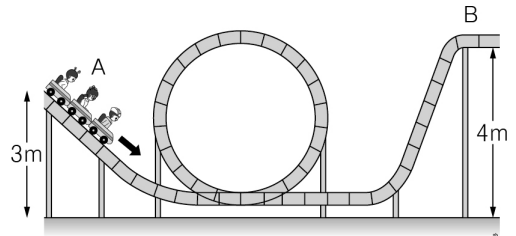
- (1) A점의 높이가 O점으로부터  $1\text{m}$ 라면 B점의 높이는 O점으로부터 몇  $\text{m}$ 인지 구하시오.
- (2) A, B, O 지점의 위치에너지를 구하시오. (단, 높이의 기준면은 O점 진자의 질량은  $5\text{kg}$ , 질량이  $1\text{kg}$ 인 물체에 작용하는 중력은  $10\text{N}$ 이다.)

23. 그림은 원형 곡면의 한쪽 끝 A점에서 가만히 놓은 공이 곡면을 따라 이동하는 모습을 나타낸 것이다.



D점에서의 운동에너지가  $75\text{J}$ 일 때, B점에서의 위치 에너지를 계산하시오. (공기저항과 마찰은 무시함)

24. 출발점이 A, 도착점이 B인 롤러코스터의 모습을 나타낸 것이다.



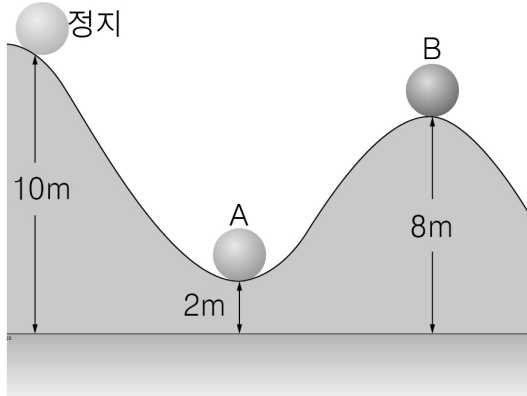
A에서 출발한 롤러코스터가 B에 도달할 수 있는지 쓰고, 그 까닭을 <조건>에 맞게 서술하시오.

<조건>

- 공기 저항과 마찰은 무시하며, 롤러코스터에는 중력만이 작용한다.
- ‘롤러코스터 + 탑승객’의 질량은  $10\text{kg}$ 라고 가정한다.
- 까닭을 설명할 때, 적합한 식을 제시하여 설명한다.



25. 그림은 10m 높이에 공을 가만히 놓아 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A와 B에서의 속력비를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 마찰과 공기 저항은 무시한다.)



## 정답 및 해설



## 대표 유형

1)

## 모범 답안

- (1) B의 속력이 A보다 빠르다.  
 (2) A의 역학적 에너지는 처음 높이에 해당하는 위치 에너지 값이고, B의 역학적 에너지는 처음 높이에 해당하는 위치 에너지와 속력이  $v$ 일 때 운동 에너지의 합이기 때문에 B의 역학적 에너지가 더 크다. 그러므로 지면에서 운동 에너지는 B가 더 크기 때문에 속력은 B가 더 빠르다.

## 핵심 단어

역학적 에너지, 자유 낙하, 위로 던져 올린 공

## 모범 답안 check list

- ☐ 두 물체의 지면에서 속력을 올바르게 비교  
☐ 두 물체의 속력을 역학적 에너지와 연관 지어 서술

## 개념 plus+

- A와 B의 역학적 에너지

	A	B
처음 위치 에너지	처음 높이가 같으므로 위치 에너지는 $A = B$	
처음 운동 에너지	0	$\frac{1}{2}mv^2$
역학적 에너지	위치 에너지와 운동 에너지의 합 $A < B$	
지면에서 운동 에너지	처음 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가 $A < B$	

지면에서 속력은 운동 에너지가 큰 B가 A보다 빠르다.

2)

## 모범 답안

- (1) 위치 에너지는  $9.8 \times 4\text{kg} \times 2.5\text{m} = 98\text{J}$ 이며, 역학적 에너지 보존의 법칙에 의해 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되므로 지면에서 운동 에너지는 98J이다.  
 (2)  $98\text{J} = \frac{1}{2} \times 4\text{kg} \times v^2$ 이므로 속력은  $7\text{m/s}$ 이다.

## 핵심 단어

자유 낙하, 역학적 에너지 전환

## 모범 답안 check list

- ☐ 물체의 역학적 에너지를 올바르게 계산  
☐ 지면에서 속력을 운동 에너지를 통해 계산

## 개념 plus+

- 물체의 역학적 에너지

	운동 에너지	위치 에너지
처음 높이	0	$9.8 \times 4\text{kg} \times 2.5\text{m} = 98\text{J}$
	역학적 에너지: 98J	
지면	98J	0
	역학적 에너지: 98J	
지면에서 속력	$98\text{J} = \frac{1}{2} \times 4\text{kg} \times v^2$ 이므로 $v = 7\text{m/s}$	

3)

## 모범 답안

- (1) ㄱ. 위치 에너지는  $2\text{kg} \times 9.8 \times 5\text{m} = 98\text{J}$ 이다.

ㄴ. 운동 에너지는 감소한 위치 에너지와 같으므로

 $2\text{kg} \times 9.8 \times 10\text{m} = 196\text{J}$ 이다.(2) 역학적 에너지는 운동 에너지와 위치 에너지의 합이므로  $196\text{J} + 98\text{J} = 294\text{J}$ 이다.

## 핵심 단어

자유 낙하, 역학적 에너지 전환

## 모범 답안 check list

- ☐ 물체의 위치 에너지를 올바르게 계산  
☐ 위치 에너지 변화를 통해 운동 에너지 계산

## 개념 plus+

- 자유 낙하 운동하는 물체의 역학적 에너지

위치 에너지가 운동 에너지로 전환된다.

구분	위치 에너지	운동 에너지	역학적 에너지 (일정)
최고점	9.8mh	0	9.8mh
중간( $h_1$ )	9.8mh <sub>1</sub>	$\frac{1}{2}mv_1^2$	$= 9.8mh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2$
지면	0	$\frac{1}{2}mv^2$	$= \frac{1}{2}mv^2$

4)

## 모범 답안

(1) 최고점에서 위치 에너지는 역학적 에너지와 같다. 위치 에너지는 높이와 비례하므로 최대로 올라간 높이가 4배라면 역학적 에너지도 4배이다.

(2) 역학적 에너지는 처음 운동 에너지와 같고, 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례한다. 그러므로 속력이 2배로 증가하여 운동 에너지가 4배가 되면 최고로 올라간 높이는 4배가 된다.

## 핵심 단어

최고점, 속력, 위치 에너지, 운동 에너지

## 모범 답안 check list

- ☐ 위치 에너지는 높이에 비례함을 이용해 서술  
☐ 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례함을 이용해 서술

## 개념 plus+

- 운동 에너지

계산식	$\frac{1}{2} \times (\text{질량}) \times (\text{속력})^2 = \frac{1}{2}mv^2$	
질량, 속력과 관계		
	질량과 비례	속력 제곱과 비례

- 위치 에너지

계산식	$9.8 \times (\text{질량}) \times (\text{높이}) = 9.8mh$	
질량, 높이와 관계		
	질량과 비례	높이와 비례

5)

## 모범 답안

- (1) 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되므로 위치 에너지는





증가하고, 운동 에너지는 감소한다.

(2) 역학적 에너지는 운동 에너지와 위치 에너지의 총합으로 마찰이나 공기 저항이 없다면 일정하게 보존된다.

#### 핵심 단어

위로 던져 올린 공, 역학적 에너지 전환

#### 모범 답안 check list

- ☐ 위치 에너지와 운동 에너지의 변화를 올바르게 서술
- ☐ 역학적 에너지 보존에 대해 서술

#### 개념 plus+

- 위로 던져 올린 물체

	운동 에너지	위치 에너지
지면	$\frac{1}{2}mv^2$	0
최고점(h)	0	$mgh = \frac{1}{2}mv^2$
역학적 에너지	속력이 감소하고, 높이가 높아진다. → 운동 에너지가 위치 에너지로 전환 역학적 에너지는 일정	

6)

#### 모범 답안

(1) 운동 에너지가 위치 에너지로 전환되어 운동 에너지가 감소하고, 위치 에너지가 증가한다. 역학적 에너지는 일정하다.

(2) 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되어 위치 에너지가 감소하고, 운동 에너지가 증가한다. 역학적 에너지는 일정하다.

#### 핵심 단어

자유 낙하, 위로 던져 올린 공, 역학적 에너지 전환

#### 모범 답안 check list

- ☐ 위치 에너지와 운동 에너지의 변화를 올바르게 서술
- ☐ 역학적 에너지 보존에 대해 서술

#### 개념 plus+

- 공의 역학적 에너지 전환

	연직 위로 던져 올린 공 (A→B)	자유 낙하 운동하는 공 (B→C)
운동	속력 감소, 높이 증가	높이 감소, 속력 증가
에너지 변화	운동 에너지 감소, 위치 에너지 증가 운동 에너지가 위치 에너지로 전환	위치 에너지 감소, 운동 에너지 증가 위치 에너지가 운동 에너지로 전환
역학적 에너지	운동 에너지와 위치 에너지의 합은 일정	

7)

#### 모범 답안

(1) 속력이 가장 작은 지점은 E지점이다. E지점에서 물체는 정지하므로 속력은 0m/s이다.

(2) A지점에서 C지점으로 운동하는 동안 감소한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가한다. 그러므로 C지점에서 운동 에너지는  $E_{A\text{위치}} - E_{C\text{위치}} = 48\text{J} - 23\text{J} = 25\text{J}$ 이다.

(3) 높이가 가장 낮은 C지점에서 운동 에너지가 최대이다.

C지점에서 운동 에너지는  $25\text{J} = \frac{1}{2} \times 2\text{kg} \times v^2$ 이므로 C지점에서 속력은  $v = 5\text{m/s}$ 이다.

#### 핵심 단어

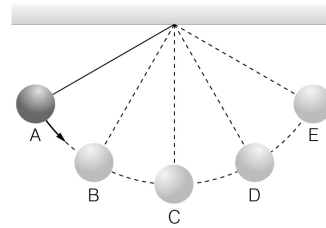
진자 운동

#### 모범 답안 check list

- ☐ 진자 운동에서 역학적 에너지를 올바르게 분석
- ☐ C의 속력을 구하는 과정을 올바르게 서술

#### 개념 plus+

- 진자 운동에서의 역학적 에너지 전환



구분	내려가는 구간		올라가는 구간	
구간	A→C, E→C		C→E, C→A	
역학적 에너지 전환	위치 에너지 → 운동 에너지		운동 에너지 → 위치 에너지	
역학적 에너지	일정			
위치 에너지	최대	A, E	최소	C
운동 에너지	최대	C	최소	A, E

8)

#### 모범 답안

(1) A지점에서 역학적 에너지는 위치 에너지와 같다. 그러므로 A지점의 역학적 에너지는  $9.8\text{m/s}^2 \times 4\text{kg} \times 5\text{m} = 196\text{J}$ 이다.

(2) 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되므로 B점에서 운동 에너지와 A점에서 위치 에너지가 같다. 그러므로 B점에서 운동 에너지는 196J이다.

(3) 운동 에너지는 속력의 제곱에 비례하므로 속력이 2배가 되려면 운동 에너지가 4배가 되어야한다. 지면에서 운동 에너지는 처음 위치 에너지와 같고, 위치 에너지는 높이에 비례하므로 높이가 4배가 되면 지면에서 속력이 2배가 된다.

4) C지점에서 운동 에너지는 감소한 위치 에너지와 같으므로  $9.8\text{m/s}^2 \times 4\text{kg} \times 2.5\text{m} = \frac{1}{2} \times 4\text{kg} \times v^2$ 이다. 그러므로 C지점에서 속력은  $v = 7\text{m/s}$ 이다.

#### 핵심 단어

속력, 운동 에너지, 위치 에너지, 역학적 에너지 전환

#### 모범 답안 check list

- ☐ 지면에서 속력과 처음 높이의 관계를 올바르게 서술
- ☐ 역학적 에너지 전환을 이용하여 C지점에서 속력을 계산

#### 개념 plus+

- 수레의 역학적 에너지

	A	B	C
역학적 에너지	$196\text{J} = \text{A점의 위치 에너지} = \text{C점의 운동 에너지}$		
위치 에너지	196J	0	$9.8 \times 4\text{kg} \times 2.5\text{m} = 98\text{J}$
운동 에너지	0	196J	$196\text{J} - 98\text{J} = 98\text{J}$
속력	0	$7\sqrt{2}\text{m/s}$	7m/s

9)

#### 모범 답안

이 물체의 역학적 에너지는  $4\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 5\text{m} = 196\text{J}$ 이다. 역학적 에너지의 일부가 마찰로 열에너지로 전환된다. 그러므로 지면에서 물체의 역학적 에너지는  $196\text{J} - 68\text{J} = 128\text{J}$ 이

다. 지면에서 운동 에너지는  $\frac{1}{2} \times 4\text{kg} \times v^2 = 128\text{J}$ 이므로 물체의 속력은  $v = 8\text{m/s}$ 이다.

#### 핵심 단어

역학적 에너지 손실, 마찰

#### 모범 답안 check list

- ☐ 지면에서의 역학적 에너지를 올바르게 계산
- ☐ 물체의 속력을 올바르게 계산

#### 개념 plus+

마찰이나 공기 저항이 존재할 때 역학적 에너지는 보존되지 않는다. 물체가 운동하는 동안 마찰에 의해 열에너지로 전환 되어 역학적 에너지의 일부분이 손실된다.

처음 역학적 에너지( $4\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 5\text{m} = 196\text{J}$ )는 바닥에서의 물체의 역학적 에너지와 빗면에서의 손실된 에너지( $68\text{J}$ )의 합과 같다.

바닥에서 물체의 역학적 에너지는  $196\text{J} - 68\text{J} = 128\text{J}$ 이고, 지면에서 운동 에너지는 역학적 에너지와 같으므로 물체의 운동 에너지는  $\frac{1}{2} \times 4\text{kg} \times v^2 = 128\text{J}$ 이다. 그러므로 물체의 속력은  $v = 8\text{m/s}$ 이다.



#### 실전 문제

10)

#### 모범 답안

ㄷ : 공기와 마찰이 없다면 낙하하는 물체의 운동에너지는 증가한다. ㄹ : 던져 올린 물체가 가장 높은 곳에 이르는 순간 위치에너지가 최대이다.

#### 해설

낙하하는 물체는 위치에너지가 운동에너지로 전환되고, 던져 올린 물체는 운동에너지가 위치에너지로 전환된다. 두 경우 모두 최고점에서 위치에너지가 최대이고, 최저점에서 운동에너지가 최대이다.

11)

#### 모범 답안

역학적 에너지는 보존되므로 지면에 도달 했을 때 운동에너지  $\frac{1}{2} \times 1 \times 40^2 = 800\text{J}$ 와 높이  $h$ 에서 위치에너지가 같다. 높이가  $\frac{1}{4}h$ 가 되면 위치에너지가  $200\text{J}$ 이 되고 감소한 위치에너지만큼 운동에너지가 증가해 운동에너지는  $600\text{J}$ 이 된다.

#### 해설

지면에서 속력이  $40\text{m/s}$ 이므로

운동 에너지는  $\frac{1}{2} \times 1 \times 40^2 = 800\text{J}$ 이다.

그러므로 높이  $h$ 에서 위치에너지는  $mgh = 800\text{J}$ ,  $h = 80\text{m}$ 이다.  $20\text{m}$ 에서 위치 에너지는  $mg \times 20 = 200\text{J}$ , 운동 에너지는  $800\text{J} - 200\text{J} = 600\text{J}$ 이다.

12)

#### 모범 답안

- (1) 세 쇠구슬의 속력은 같다.
- (2) 세 쇠구슬은 내려가면서 위치에너지가 운동에너지로 전환된다. 바닥면에서 속력의 제곱은 질량에는 관계없고, 높이에 비례하므로 바닥면에서 세 쇠구슬의 속력은 같다.

#### 해설

위치에너지가 전부 운동에너지로 전환될 때

$m \times g \times h = \frac{1}{2} m \times v^2$ 이므로  $v^2 = 2gh$ 이다. 그러므로 내려온 높이가 같다면 바닥면에서 속력이 같다.

13)

#### 모범 답안

- (1) 공기저항이 없다.
- (2) 역학적 에너지가 보존되므로 A지점 위치에너지 = E지점의 운동에너지  $9.8 \times 2\text{kg} \times 20\text{m} = \frac{1}{2} \times 2\text{kg} \times (v \text{ m/s})^2$  이므로 속도  $v$ 는  $\sqrt{392}\text{m/s} = 14\sqrt{2}\text{m/s}$ 이다.

#### 해설

역학적 에너지 보존 법칙에 따라 A지점의 위치에너지와 E지점의 운동에너지는 동일하다.

14)

#### 모범 답안

7.5m

#### 해설

A에서의 운동에너지가  $\frac{1}{2} \times 2 \times 7^2\text{J} = 49\text{J}$ , B에서의 운동에너지가  $\frac{1}{2} \times 2 \times 14^2 = 196\text{J}$ 이다. 운동에너지 차이가 위치에너지의 변화량이므로  $196 - 49\text{J} = 147\text{J}$ ,  $9.8 \times 2\text{kg} \times h = 147\text{J}$ , A와 B사이의 거리는  $h = 7.5\text{m}$ 이다.

15)

#### 모범 답안

㉠ 147J, ㉡ 49J, ㉢ 7m/s

#### 해설

10m 높이에 정지해있던 질량이  $2\text{kg}$  공은 위치 에너지를 가지며, 이는 역학적 에너지이다. 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 공은 낙하하며 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되고 역학적 에너지는 보존된다. 10m지점에서 공의 위치 에너지는  $9.8 \times 2 \times 10 = 196\text{J}$ 이고, 7.5m지점에서 공의 위치 에너지는  $9.8 \times 2 \times 7.5 = 147\text{J}$ 이며, 49J은 운동 에너지로 전환되게 된다. 운동 에너지는  $\frac{1}{2}mv^2 = 147\text{J}$ 식에 의해 계산할 수 있으므로 공의 속력은  $7\text{m/s}$ 가 된다.

16)

#### 모범 답안

10m에서 떨어뜨린다. 운동에너지는  $\frac{1}{2} \times m \times v^2$ 으로 속력의 제곱에 비례하므로  $\frac{1}{2}$ 배로 만들기 위해서는  $\frac{1}{4}$ 배 해주어야 한다.

#### 해설

$9.8 \times 40 \times 40 = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ 이므로

$9.8 \times 40 \times 10 = \frac{1}{2} \times m \times (\frac{1}{2}v^2)$ 이다.

17)

#### 모범 답안

- (1) A점의 위치가 높아지면 A점에서 속력은 줄어든다.
- (2) O점의 위치를 더 높인다.

#### 해설

역학적 에너지는 보존되므로 A점의 위치에너지가 변하면 그



만큼 A점의 운동에너지도 변한다. A점의 위치가 높아지면 위치에너지도 증가하므로 운동에너지는 감소한다. 따라서 속력도 감소한다. (2) B점에서는 물체의 위치에너지가 감소한 만큼 운동에너지로 전환되므로 처음 위치에너지가 크다면 전환되는 운동에너지가 늘어나 속력이 높아진다.

18)

**모범 답안**

(1) 0.882J, 0J

(2) A, B, C에서 역학적 에너지의 크기는 모두 0.882J이다. 증가한 위치 에너지의 양과 감소한 운동 에너지의 양은 같다. 따라서 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지의 합은 일정하게 유지된다.

**해설**

위치 에너지는 중력가속도와 질량과 높이의 곱으로 나타내므로  $9.8 \times 0.1 \times 0.9 = 0.882\text{J}$ 이고, 역학적 에너지 보존 법칙에 따라 운동에너지는 0이다.

19)

**모범 답안**

(1) 운동 에너지 → 위치 에너지

(2) 위치 에너지 → 운동 에너지

**해설**

공이 위로 올라갈 때는 운동 에너지가 감소하고 위치 에너지가 증가한다. 공이 아래로 내려갈 때는 위치 에너지가 감소하고 운동 에너지가 증가한다.

20)

**모범 답안**

(1) 30m, (2) 14m/s, (3) 588J

**해설**

B지점에서 14m/s의 속력으로 공을 던지면

$$\frac{1}{2} \times 2\text{kg} \times 14^2\text{m/s} = 9.8 \times 2\text{kg} \times h, h = 10\text{m}$$

기준면으로부터 공의 높이는 30m이다.

B지점에서 공의 속력은 증가한 운동에너지가 감소한 위치에너지와 같으므로 14m/s이고,

C지점의 운동에너지는  $9.8 \times 2\text{kg} \times 30\text{m} = 588\text{J}$ 이다.

21)

**모범 답안**

충돌 직전 운동에너지는 최고 높이에서 위치 에너지와 같고 이는 마찰력이 한 일과 같으므로  $9.8 \times 2 \times 5 = \text{마찰력} \times 2$ 이다. 따라서 마찰력은 49N이다.

**해설**

역학적 에너지는 보존되므로 감소한 위치 에너지는 증가한 운동에너지와 같고 이는 마찰력이 한 일로 전환된다.

22)

**모범 답안**

(1) 1m, (2) A: 50J, B: 50J, O: 0J

**해설**

진자 운동하는 물체는 최고점에서 모두 위치에너지로 최저점에서 모두 운동에너지로 전환된다. 이 때 최고점은 A, B 양쪽 끝이 된다.

23)

**모범 답안**

30J

**해설**

A점 높이의 절반인 D점의 위치에너지는 A점의 절반이고 줄어든 만큼의 위치에너지는 운동에너지로 전환되었으므로 D점의 위치에너지도 75J이 된다. 따라서 이 물체의 역학적 에너지는 150J이다. 이 때 B점의 위치에너지는 A점의  $\frac{1}{5}$ 이므로 30J이 된다.

24)

**모범 답안**

롤러코스터가 가진 위치에너지는  $9.8 \times 10\text{kg} \times 3\text{m} = 294\text{J}$ 이고, 4m 높이 까지 올라가기 위해 필요한 에너지는  $9.8 \times 10\text{kg} \times 4\text{m} = 392\text{J}$ 이다. 역학적 에너지는 보존되므로 3m 높이에서 출발한 롤러코스터는 같은 높이까지 밖에 올라가지 못하므로 B에 도달할 수 없다.

**해설**

역학적 에너지는 보존되므로 3m 높이에서 출발한 롤러코스터는 같은 높이까지 밖에 올라가지 못하므로 B에 도달할 수 없다.

롤러코스터가 가진 위치에너지는  $9.8 \times 10\text{kg} \times 3\text{m} = 294\text{J}$ 이고, 4m 높이 까지 올라가기 위해 필요한 에너지는  $9.8 \times 10\text{kg} \times 4\text{m} = 392\text{J}$ 이다.

25)

**모범 답안**

A와 B의 운동에너지 비가 4:1이므로, 속력의 비는 2:1이다.

**해설**

물체의 운동에너지 비는 속력의 제곱에 비례한다. A와 B에서 운동에너지의 비는  $(10-2)\text{m} : (10-2)\text{m} = 4 : 1$ 이다.

