

EBS 개념완성 · 물리학

내신 기초 · 실력 향상 집중

I 힘과 에너지

I-2

에너지와 열

내신 기초 · 실력 향상

2 에너지와 열



내신 기초 문제

01 그림은 수평면에서 질량이 2 kg 인 물체에 수평 방향으로 일정한 힘 10 N 을

작용하여 물체가 수평면의 점 p 에서 점 q 까지 운동하는 모습을 나타낸 것이다. p 와 q 사이의 거리는 3 m 이다.

물체가 p 에서 q 까지 운동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

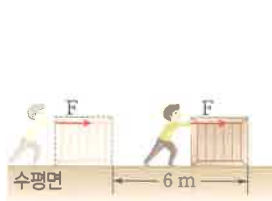
<보기>

- ㄱ. 물체의 가속도 크기는 5 m/s^2 이다.
- ㄴ. 10 N 의 힘이 물체에 한 일은 30 J 이다.
- ㄷ. 물체의 운동 에너지 증가량은 15 J 이다.

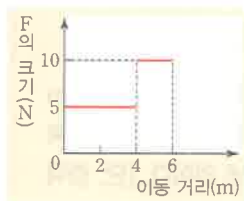
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0058

02 그림 (가)는 수평면에 정지해 있는 물체에 수평 방향으로 힘 F 를 작용하여 6 m 만큼 이동시키는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 F 의 크기를 물체의 이동 거리에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

물체가 6 m 를 이동하는 동안 사람이 물체에 한 일을 구하시오.

★중요

> 26700-0059

03 그림과 같이 질량이 1 kg 인 수레가 수평면의 점 p 를 2 m/s 의 속력으로 지나는 순간부터 수레에 크기가 4 N 인 일정한 힘을 운동 방향으로 작용하여 등가속도 운동한 수레가 점 q 를 속력 v 로 지난다. p 와 q 사이의 거리는 4 m 이다.



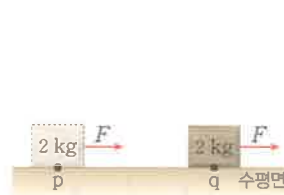
v 는? (단, 수레의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

- ① 4 m/s ② 5 m/s ③ 6 m/s ④ 7 m/s ⑤ 8 m/s

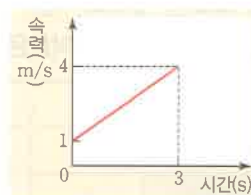
★중요

> 26700-0060

04 그림 (가)는 수평면에서 질량이 2 kg 인 물체에 크기가 F 로 일정한 힘이 수평 방향으로 작용하여 물체가 점 p 에서 점 q 까지 운동하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 p 에서 q 까지 운동하는 동안 물체의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. $F=6\text{ N}$ 이다.
- ㄴ. p 에서 q 까지 운동하는 동안 F 가 물체에 한 일은 15 J 이다.
- ㄷ. p 에서 q 까지 운동하는 동안 물체의 운동 에너지 증가량은 15 J 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0061

05 그림과 같이 질량이 3 kg 인 물체에 연결된 실을 연직 위 방향으로 당겨 물체를 일정한 속력 v 로 2 m 만큼 이동시켰다.

물체가 2 m 만큼 이동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 물체의 크기, 실의 질량 및 공기 저항은 무시한다.)



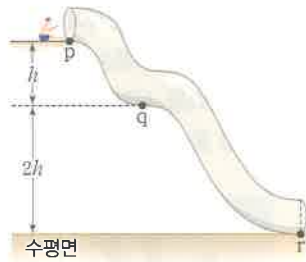
<보기>

- ㄱ. 실이 물체에 작용하는 힘의 크기는 30 N 이다.
- ㄴ. 물체에 작용하는 알짜힘이 물체에 한 일은 60 J 이다.
- ㄷ. 물체의 중력에 의한 위치 에너지는 일정하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0062

06 그림과 같이 사람이 높이가 $3h$ 인 미끄럼틀 위의 점 p에 정지해 있다. 이후 사람은 미끄럼틀을 타고 높이가 $2h$ 인 점 q, 수평면의 점 r를 차례로 지난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력에 의한 위치 에너지의 기준점은 수평면이고, 사람의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

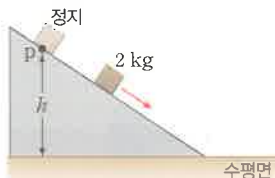
<보기>

- ㄱ. 사람이 p에서 q까지 내려가는 동안 알짜힘이 사람에게 한 일은 q에서 사람의 운동 에너지와 같다.
- ㄴ. 사람의 속력은 r에서 q에서의 3배이다.
- ㄷ. 사람의 중력에 의한 위치 에너지는 p에서 q에서의 $\frac{9}{4}$ 배이다.

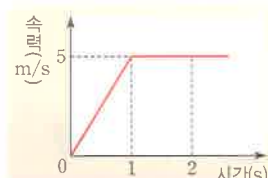
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0063

07 그림 (가)는 높이가 h 인 빗면상의 점 p에 질량이 2 kg 인 물체를 가만히 놓았더니 물체가 빗면을 따라 운동하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 물체를 놓은 순간부터 물체의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

<보기>

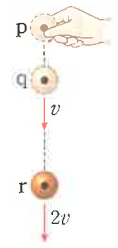
- ㄱ. 빗면에서 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 20 N 이다.
- ㄴ. p에서 수평면까지 운동하는 동안 알짜힘이 물체에 한 일은 25 J 이다.
- ㄷ. $h = \frac{5}{2}\text{ m}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0064

08 그림은 질량이 m 인 물체를 점 p에서 가만히 놓았을 때 연직 방향으로 낙하하는 물체가 점 q, r를 각각 속력 v , $2v$ 로 지나는 것을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.)



<보기>

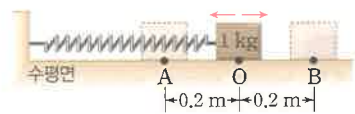
- ㄱ. p와 q 사이의 높이차는 $\frac{v^2}{2g}$ 이다.
- ㄴ. 중력이 물체에 한 일은 q에서 r까지가 p에서 q까지의 3배이다.
- ㄷ. q에서 r까지 물체가 이동하는 동안 물체의 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 $\frac{3}{2}mv^2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0065

09 그림은 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수가 100 N/m 인 용

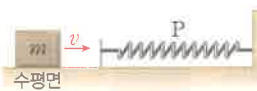


수철에 매달린 질량이 1 kg 인 물체가 평형점 O를 중심으로 0.2 m 의 진폭으로 점 A와 B 사이를 진동하고 있는 모습을 나타낸 것이다. (단, 용수철의 질량, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

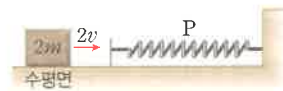
- (1) A에서 물체에 작용하는 탄성력의 크기를 구하시오.
- (2) O를 지나는 순간 물체의 속력을 구하시오.

> 26700-0066

10 그림 (가), (나)는 수평면에서 질량이 각각 m , $2m$ 인 물체가 용수철 P를 향해 각각 v , $2v$ 의 속력으로 등속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. (가), (나)에서 물체가 용수철과 접촉한 후 용수철이 최대 압축되는 길이는 각각 x_1 , x_2 이다.



(가)



(나)

$\frac{x_2}{x_1}$ 는? (단, 물체의 크기, 용수철의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

- ① $\sqrt{2}$ ② 2 ③ $2\sqrt{2}$ ④ 4 ⑤ 8



> 26700-0067

11 그림은 운동하는 컬링 스톤에 마찰력이 작용하여 스톤의 속력이 감소하는 것에 대해 학생 A, B, C가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

- ① A ② C ③ A, B ④ B, C ⑤ A, B, C

★중요

> 26700-0068

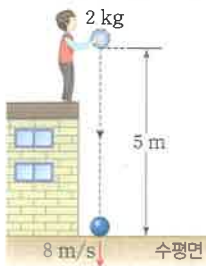
12 그림은 일정한 크기의 마찰력이 작용하는 수평면에서 질량이 m 인 물체가 수평면의 점 p를 v 의 속력으로 지난 후 점 q에서 정지한 모습을 나타낸 것이다. p와 q 사이의 거리는 L 이다. (단, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.)



- (1) 물체가 p에서 q까지 운동하는 동안 마찰력이 물체에 한 일을 구하시오.
(2) 마찰력의 크기를 구하시오.

> 26700-0069

13 그림과 같이 높이가 5 m인 지점에서 물체를 가만히 놓았더니 물체가 연직 아래 방향으로 직선 운동하여 수평면에 8 m/s의 속력으로 도달하였다. 물체를 가만히 놓은 순간부터 수평면에 도달하는 순간까지 물체의 역학적 에너지 감소량은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 물체의 크기는 무시한다.)



- ① 24 J ② 28 J ③ 32 J ④ 36 J ⑤ 40 J

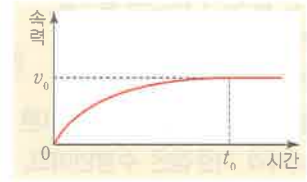
★중요

> 26700-0070

14 그림 (가)는 스카이다이버가 다이빙을 하여 연직 아래 방향으로 직선 운동하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 스카이다이버의 속력을 시간에 따라 나타낸 것으로, 시간 t_0 이후 v_0 의 속력으로 등속도 운동한다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

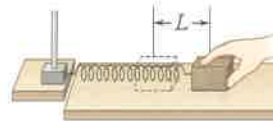
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 0부터 t_0 까지 낙하하는 동안 스카이다이버의 역학적 에너지는 감소한다.
ㄴ. 0부터 t_0 까지 스카이다이버의 가속도 크기는 증가한다.
ㄷ. t_0 이후 스카이다이버에 작용하는 공기 저항력의 크기는 중력의 크기보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0071

15 그림 (가)는 용수철 상수가 k 인 용수철에 연결되어 수평면에 놓인 물체를 L 만큼 당겨 정지시킨 모습을, (나)는 (가)에서 물체를 가만히 놓은 후 물체가 왕복 운동을 한 후 정지한 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)에서 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지는 $\frac{1}{2}kL^2$ 이다.
ㄴ. 왕복 운동을 하는 동안 물체에 작용하는 마찰력의 방향은 물체의 운동 방향과 반대이다.
ㄷ. (가) → (나) 과정에서 마찰력이 물체에 한 일은 0이다.

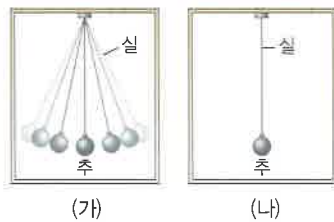
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0072

16 열과 관련된 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다.
- ② 고체가 액체나 기체로 상태가 변하려면 열에너지를 흡수해야 한다.
- ③ 0 °C의 얼음이 물로 상태가 변하는 동안에는 온도가 변하지 않는다.
- ④ 열이 전자기파의 형태로 전달되는 방식으로 태양 에너지가 지구에 도달하는 열의 전달 방식은 대류이다.
- ⑤ 바람, 구름, 비와 같은 기상 현상이 일어나려면 열에너지를 흡수하거나 방출하는 과정이 필요하다.

17 그림 (가)는 공기가 들어 있는 단열된 상자 안에서 왕복 운동을 하는 추의 모습을, (나)는 (가)에서 시간이 지나며 진폭이 줄어든 추가 정지한 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

【보기】

- ㄱ. (가) → (나) 과정은 비가역 과정이다.
- ㄴ. (가) → (나) 과정에서 상자 안의 온도는 높아진다.
- ㄷ. 공기 분자의 운동 에너지는 (가)에서 (나)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0074

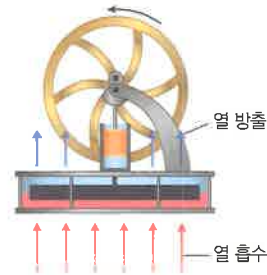
18 그림은 공기가 들어 있는 찌그러진 페트병의 마개를 닫고 따뜻한 물에 넣었더니 페트병이 원래 모양으로 돌아오는 것을 보고 학생들이 대화하는 모습을 나타낸 것이다.



제시한 의견이 옳지 않은 학생을 고르고, 옳게 고치시오.

> 26700-0075

19 그림은 열기관의 일종인 스텔링 기관의 원리와 스텔링 기관의 에너지 흐름을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

【보기】

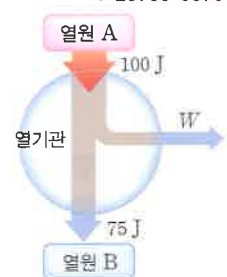
- ㄱ. 흡수한 열을 역학적 에너지로 전환하는 장치이다.
- ㄴ. 저열원에서 열을 흡수하고 고열원으로 열을 방출한다.
- ㄷ. 외부로 방출하는 열이 없는 열효율이 1인 스텔링 기관을 제작할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0076

20 그림은 열원 A에서 100 J의 열을 흡수하여 열원 B로 75 J의 열을 방출하는 동안 W의 일을 하는 열기관을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

【보기】

- ㄱ. 온도는 A가 B보다 높다.
- ㄴ. $W = 25$ J이다.
- ㄷ. 열기관의 열효율은 0.25이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

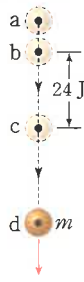


실력 향상 문제

서술형

> 26700-0077

01 그림은 질량이 m 인 물체를 점 a에 가만히 놓았을 때 물체가 0.2초의 일정한 시간 간격으로 점 b, c, d를 차례로 지나면서 등가속도 직선 운동하는 것을 나타낸 것이다. 물체가 b에서 c까지 운동하는 동안 감소한 물체의 중력에 의한 위치 에너지는 24 J이다. (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.)



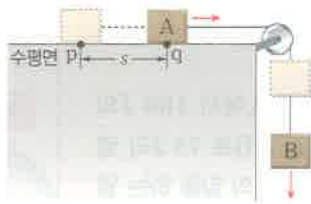
(1) 물체가 낙하하는 동안 물체에 작용하는 알짜힘이 한 일과 중력에 의한 위치 에너지, 운동 에너지의 변화 관계를 서술하시오.

(2) 물체의 질량 m 을 구하고, 그 근거를 서술하시오.

(3) 물체가 a에서 d까지 운동하는 동안 중력에 의한 위치 에너지 감소량을 구하고, 그 근거를 서술하시오.

> 26700-0078

02 그림과 같이 물체 A와 B를 실로 연결하고 A를 수평면의 점 p에 가만히 놓았더니, A와 B가 등가속도 직선 운동하여 점 q를 지난다. p와 q 사이의 거리는 s 이고, A가 q를 지나는 순간 운동 에너지는 A가 B의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기, 실의 질량 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

보기

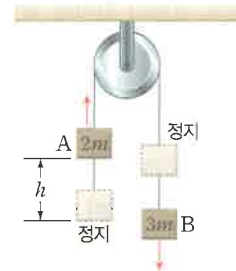
- ㄱ. 질량은 A가 B의 2배이다.
- ㄴ. p에서 q까지 운동하는 동안, A의 역학적 에너지는 증가한다.
- ㄷ. A가 q를 지나는 순간, B의 속력은 $\sqrt{\frac{1}{3}gs}$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요

> 26700-0079

03 그림과 같이 질량이 각각 $2m$, $3m$ 인 물체 A, B를 실로 연결하여 가만히 놓았더니 A, B가 각각 h 만큼 연직 방향으로 운동하였다.



A, B가 가만히 놓인 순간부터 h 만큼 운동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기 및 실의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

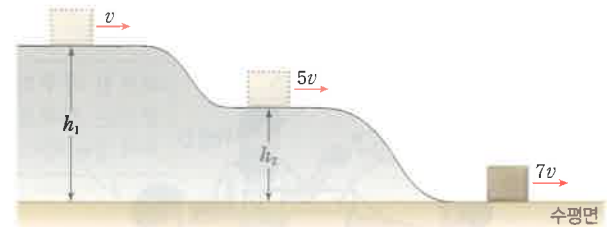
보기

- ㄱ. A가 운동하는 동안 실이 A를 당기는 힘의 크기는 $\frac{12}{5}mg$ 이다.
- ㄴ. B의 역학적 에너지는 감소한다.
- ㄷ. A의 운동 에너지 증가량은 $\frac{2}{5}mgh$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0080

04 그림과 같이 수평면으로부터 높이가 h_1 인 곳에서 속력 v 로 운동하던 물체가 경사면을 따라 운동하여 높이가 h_2 인 지점에서 $5v$ 의 속력, 수평면에서 $7v$ 의 속력으로 운동한다.



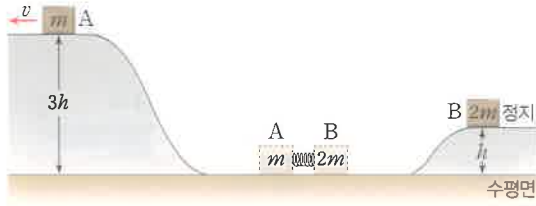
$\frac{h_1}{h_2}$ 은? (단, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

① $\frac{4}{3}$ ② $\frac{5}{3}$ ③ 2 ④ $\frac{7}{3}$ ⑤ $\frac{8}{3}$

★중요

> 26700-0081

05 그림과 같이 수평면에서 질량이 각각 m , $2m$ 인 물체 A, B를 압축된 용수철의 양 끝에 접촉하여 가만히 놓았더니 A, B가 경사면을 따라 운동한다. A는 높이가 $3h$ 인 평면에서 v 의 속력으로 운동하고, B는 높이가 h 인 지점에서 정지한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량 및 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

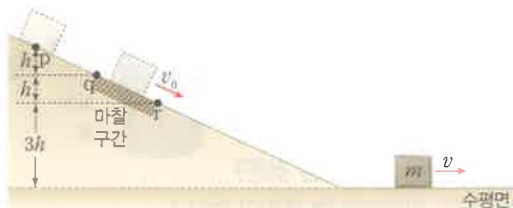
- ㄱ. A가 경사면을 따라 올라가는 동안 A의 역학적 에너지 감소량은 $3mgh$ 이다.
- ㄴ. A, B가 분리되는 동안 용수철로부터 받은 충격량의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 용수철에서 분리된 직후 B의 속력은 v 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 서술형

> 26700-0082

06 그림과 같이 질량이 m 인 물체를 빗면의 점 p에 가만히 놓았더니 물체가 빗면의 점 q, r를 지나 수평면에 도달한다. p와 q 사이, q와 r 사이의 높이차는 각각 h 로 같고, r의 높이는 $3h$ 이며, 물체는 q와 r 사이의 마찰 구간에서 등속도 운동을 한다. 물체의 속력은 마찰 구간과 수평면에서 각각 v_0 , v 이다. (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)



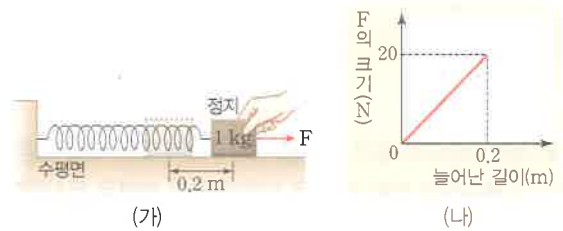
- (1) 마찰 구간에서 손실된 역학적 에너지를 구하여 m 과 v_0 을 이용하여 나타내고, 그 근거를 서술하시오.

- (2) $\frac{v}{v_0}$ 를 구하고, 그 근거를 서술하시오.

★중요

> 26700-0083

07 그림 (가)는 용수철에 연결된 질량 1 kg 인 물체를 수평면상의 평형 위치에서 힘 F 를 작용하며 0.2 m 만큼 당겨 정지시킨 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 물체를 당기는 동안 작용하는 F 의 크기를 용수철의 늘어난 길이에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량 및 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 용수철의 용수철 상수는 100 N/m 이다.
- ㄴ. (가)에서 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지는 2 J 이다.
- ㄷ. (가)에서 F 를 제거했을 때, 진동하는 물체의 속력의 최댓값은 2 m/s 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0084

08 그림 (가), (나)는 수평면에서 동일한 용수철에 질량이 각각 m , $2m$ 인 물체 A, B를 매달아 평형 위치로부터 각각 L , $2L$ 만큼 압축시켰다가 가만히 놓았을 때, A, B가 평형 위치를 각각 속력 v_A , v_B 로 지나는 모습을 나타낸 것이다.



$\frac{v_A}{v_B}$ 는? (단, 용수철의 질량, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ③ 1 ④ $\sqrt{2}$ ⑤ 2



> 26700-0085

09 그림 (가)는 수평면에서 물체 A가 정지해 있는 물체 B를 향해 속력 $2v$ 로 운동하는 모습을, (나)는 (가)의 A와 B가 충돌 후 A는 충돌 전과 반대 방향으로 속력 v 로 운동하고, B는 용수철을 원래 길이에서 x 만큼 압축한 순간 속력이 0이 된 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 m , $3m$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

<보기>

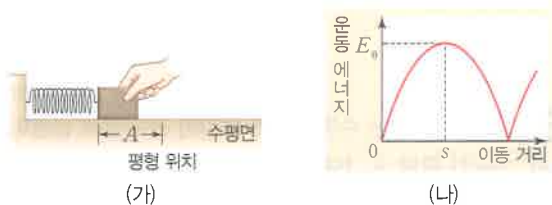
- ㄱ. A와 B가 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 충격량의 크기는 mv 이다.
- ㄴ. A와 충돌 직후 B의 속력은 v 이다.
- ㄷ. 용수철의 용수철 상수는 $\frac{mv^2}{x^2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0086

10 그림 (가)는 용수철에 물체를 연결한 후 용수철을 원래 길이에서 A 만큼 압축하여 정지시킨 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 물체를 가만히 놓았을 때 운동하는 물체의 운동 에너지를 물체의 이동 거리에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기 및 용수철의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. $s=A$ 이다.
- ㄴ. 용수철의 용수철 상수는 $\frac{2E_0}{A^2}$ 이다.
- ㄷ. 이동 거리가 $\frac{1}{2}s$ 일 때, 용수철의 탄성력에 의한 위치 에너지는 $\frac{1}{4}E_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0087

11 그림은 질량이 m 인 물체가 수평면에서 속력 v 로 운동하다가 마찰 구간을 지난 후 용수철을 원래 길이로부터 A 만큼 압축시켰을 때 물체의 속력이 0이 된 모습을 나타낸 것이다. 마찰 구간을 지나는 동안 물체의 운동 에너지 감소량은 용수철이 A 만큼 압축되었을 때 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지와 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량, 마찰 구간 외의 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. 마찰 구간을 지난 후부터 용수철에 접촉하기 전까지 물체의 속력은 $\frac{1}{2}v$ 이다.
- ㄴ. 물체가 용수철을 압축하는 동안 물체의 운동 에너지 감소량은 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지 증가량과 같다.
- ㄷ. 용수철의 용수철 상수는 $\frac{mv^2}{2A^2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0088

12 그림은 줄의 실험 장치를 나타낸 것으로 추가 등속도로 낙하하는 동안 열량계 속의 날개가 회전하며 물과 마찰하여 물의 온도가 올라간다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 열량계는 외부와의 열 출입이 없다.)

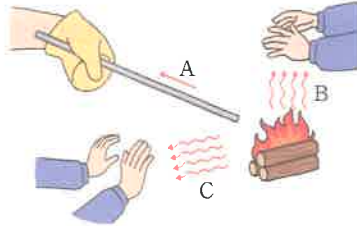
<보기>

- ㄱ. 추가 낙하하는 동안 추의 역학적 에너지 감소량은 추의 중력에 의한 위치 에너지 감소량과 같다.
- ㄴ. 추가 낙하하는 동안 물 분자의 운동 에너지는 감소한다.
- ㄷ. 추의 낙하 거리가 클수록 물의 온도 증가량은 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

> 26700-0089

13 그림은 모닥불에서 발생한 열이 전달되는 방식 A, B, C를 나타낸 것이다. A는 금속 막대의 분자 운동을 통해, B는 뜨거운 공기의 이동을 통해, C는 전자기파의 형태로 각각 열이 전달된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

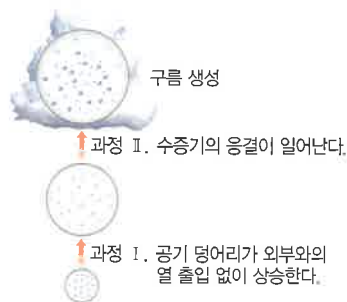
- ㄱ. A는 대류이다.
- ㄴ. 에어컨을 실내의 위쪽에 설치하는 것은 B의 원리를 이용한 것이다.
- ㄷ. 뜨거운 냄비를 옮길 때 두꺼운 장갑을 끼는 것은 C에 의한 열의 전달을 막기 위한 것이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형

> 26700-0090

14 그림은 공기 덩어리가 상승하면서 구름이 생성되는 과정을 나타낸 것이다.

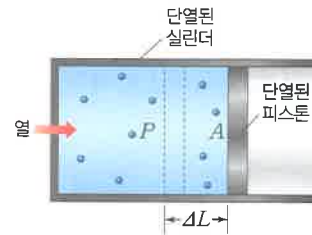


(1) 과정 I에서 공기 덩어리와 외부 사이의 일과 공기 덩어리의 온도 변화를 서술하시오.

(2) 과정 II에서 수증기와 외부 사이의 열 출입 과정과 응결 과정에서 수증기의 온도 변화를 서술하시오.

> 26700-0091

15 그림과 같이 단열된 실린더의 기체에 열을 공급하였더니 기체가 압력 P 를 일정하게 유지하며 단면적이 A 인 단열된 피스톤을 ΔL 만큼 밀어낸다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤이 이동하는 동안 실린더에 공급한 열 이외에 실린더와 외부와의 열의 출입, 피스톤과 실린더 사이의 마찰은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. 기체의 온도는 낮아진다.
- ㄴ. 기체가 피스톤에 작용하는 힘의 크기는 PA 이다.
- ㄷ. 기체가 외부에 한 일은 $PA\Delta L$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★중요

> 26700-0092

16 그림과 같이 열기관 A가 열기관 B에 연결되어 작동하고 있다. A는 고열원에서 Q 의 열을 흡수하여 외부에 일을 하고, B는 A에서 방출한 열을 공급받아 W 의 일을 한다. A, B의 열효율은 각각 $\frac{2}{5}$, $\frac{1}{3}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. B가 A에서 흡수한 열은 $\frac{3}{5}Q$ 이다.
- ㄴ. $W = \frac{1}{5}Q$ 이다.
- ㄷ. A, B가 연결된 열기관의 전체 열효율은 $\frac{3}{5}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답과 해설

내신 기초 문제 · 실력 향상 문제 해설
2 에너지와 열

2 에너지와 열

탐구 활동

본문 42쪽

1~2 해설 참조

1 추에는 중력과 용수철에 의한 탄성력만 작용하며 중력에 의한 위치 에너지, 탄성력에 의한 위치 에너지, 운동 에너지가 상호 전환된다.

모범 답안 용수철에 매달린 추를 놓은 순간부터 위로 올라갈수록 중력에 의한 위치 에너지가 증가하고, 탄성력에 의한 위치 에너지는 감소하며, 운동 에너지는 증가하다가 감소하면서 역학적 에너지가 보존된다. 중력에 의한 위치 에너지, 탄성력에 의한 위치 에너지, 운동 에너지가 서로 전환되며, 역학적 에너지는 0.2 J로 보존된다.

2 힘의 평형 위치는 추에 작용하는 중력과 용수철이 추에 작용하는 탄성력이 평형을 이루는 지점이다.

모범 답안 O는 용수철에 물체를 매달았을 때 추에 작용하는 중력과 용수철이 추에 작용하는 탄성력이 평형을 이루는 위치이다. 따라서 용수철에 추를 매달고 연직 방향으로 진동시킬 때, 추의 속력이 최대인 O 지점은 힘의 평형 위치이다.

수행평가 탐구 문제

본문 43쪽

01 (1) $\times$ (2) $\bigcirc$ (3) $\times$ **02** ① 1.2, ② 2 **03** 해설 참조

04 100 N/m **05** ① 1, ② 0.5, ③ 0.5

06 해설 참조

01 (1) 낙하하는 동안 구슬의 속력이 시간에 비례해서 증가하므로 가속도의 크기는 일정하다.

(2) 낙하하는 동안 구슬의 높이가 감소하므로 구슬의 중력에 의한 위치 에너지는 감소한다.

(3) 구슬의 운동 에너지는 $\frac{1}{2} \times \text{질량} \times (\text{속력})^2$ 이고 속력이 시간에 비례하므로 운동 에너지는 시간의 제곱에 비례한다.

02 0.4초 동안 구슬이 낙하한 거리 $s = \frac{1}{2} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (0.4 \text{ s})^2 = 0.8 \text{ m}$ 이므로 ① $= 2.0 - 0.8 = 1.2(\text{m})$ 이다. 또한 0.2초일 때 구슬의 속력 ② $= 10 \text{ m/s}^2 \times 0.2 \text{ s} = 2 \text{ m/s}$ 이다.

03 구슬이 낙하하는 동안 중력만이 작용하므로 중력이 구슬에 한 일만큼 구슬의 운동 에너지가 증가한다.

모범 답안 구슬이 낙하하는 동안 감소한 중력에 의한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 증가하므로 수평면을 기준으로 할 때 각 지점에서 구슬의 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지의 합인 역학적 에너지는 4 J로 일정하게 보존된다.

04 용수철이 0.1 m만큼 늘어난 지점이 평형 지점이다. 평형 지점에서 추에 작용하는 중력과 용수철이 추에 작용하는 탄성력이 평형을 이루므로 용수철 상수를 k 라 할 때 $k \times 0.1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2$ 에서 $k = 100 \text{ N/m}$ 이다.

05 중력에 의한 위치 에너지의 기준면이 B이고 O의 높이는 A의 높이의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 O에서 중력에 의한 위치 에너지 ①은 A에서의 $\frac{1}{2}$ 배인 1 J이다. 탄성력에 의한 위치 에너지는 용수철의 늘어난 길이의 제곱에 비례한다. O의 위치는 B에 비해 용수철의 늘어난 길이가 $\frac{1}{2}$ 배이므로 O에서의 탄성력에 의한 위치 에너지 ②은 B에서의 $\frac{1}{4}$ 배인 0.5 J이다. 추가 진동하는 동안 역학적 에너지는 보존되므로 O에서의 운동 에너지 ③은 전체 역학적 에너지 2 J과 중력에 의한 위치 에너지 ①, 탄성력에 의한 위치 에너지 ②의 합의 차와 같다. 따라서 ③ $= 2 \text{ J} - (\text{①} + \text{②}) = 0.5 \text{ J}$ 이므로 ① $= 1 \text{ J}$, ② $= 0.5 \text{ J}$, ③ $= 0.5 \text{ J}$ 이다.

06 **모범 답안** 추가 운동하는 동안 O를 기준으로 추에 작용하는 중력과 탄성력의 대소 관계가 바뀌므로 A와 B 사이에서는 추의 속력이 증가하다가 감소한다. 따라서 O에서 추의 속력과 운동 에너지가 최대이다.

내신 기초 문제

본문 44~47쪽

- 01 ③ 02 40 J 03 ③ 04 ④ 05 ① 06 ①
 07 ② 08 ⑤ 09 (1) 20 N (2) 2 m/s 10 ③
 11 ② 12 (1) $-\frac{1}{2}mv^2$ (2) $\frac{mv^2}{2L}$ 13 ④ 14 ①
 15 ③ 16 ④ 17 ③
 18 C, 페트병 내부의 공기는 외부에 일을 해. 19 ①
 20 ⑤

01 [정답 맞히기] ㄱ. 물체의 가속도 크기는 $\frac{10 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 5 \text{ m/s}^2$ 이다.
 ㄴ. 10 N의 힘이 물체에 한 일 $W = 10 \text{ N} \times 3 \text{ m} = 30 \text{ J}$ 이다.

[오답 피하기] ㄷ. 일·운동 에너지 정리에 따라 물체에 알짜힘이 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다. 따라서 물체의 운동 에너지 증가량은 30 J이다.

02 [정답 맞히기] (나)의 그래프가 이동 거리 축과 이루는 넓이가 사람이 물체에 한 일이다. 따라서 물체가 6 m의 거리를 이동하는 동안 사람이 물체에 한 일은 40 J이다.

03 [정답 맞히기] ③ 일·운동 에너지 정리에 따라 4 N의 힘이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다. 4 N의 힘이 물체에 한 일 $W = 4 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ J}$ 이고, 물체의 운동 에너지 변화량 $\Delta E_k = \frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times [v^2 - (2 \text{ m/s})^2] = 16 \text{ J}$ 이므로 $v = 6 \text{ m/s}$ 이다.

04 [정답 맞히기] ㄴ. (나)에서 그래프 아래의 넓이는 물체가 이동한 거리를 나타내므로 p에서 q까지의 거리는 $\frac{15}{2} \text{ m}$ 이다. 따라서 p에서 q까지 운동하는 동안 F 가 한 일 $W = Fs = 2 \text{ N} \times \frac{15}{2} \text{ m} = 15 \text{ J}$ 이다.

ㄷ. p에서 q까지 운동하는 동안 물체의 운동 에너지 증가량은 $\Delta E_k = \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times [(4 \text{ m/s})^2 - (1 \text{ m/s})^2] = 15 \text{ J}$ 이다.

[다른 풀이] ㄷ. p에서 q까지 운동하는 동안 물체의 운동 에너지 증가량은 알짜힘 F 가 물체에 한 일과 같은 15 J이다.

[오답 피하기] ㄱ. (나)에서 물체의 가속도의 크기 $a = \frac{3 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}^2$ 이다. 따라서 물체에 작용하는 힘의 크기 $F = ma = 2 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ N}$ 이다.

05 [정답 맞히기] ㄱ. 물체가 일정한 속력으로 운동하므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 실이 물체에 작용하는 힘의 크기는 물체에 작용하는 중력과 같은 30 N이다.

[오답 피하기] ㄴ. 물체에 작용하는 알짜힘이 0이므로 알짜힘이 물체에 한 일은 0이다.

ㄷ. 물체의 높이가 2 m만큼 증가하였으므로 물체의 중력에 의한 위치 에너지의 증가량 $\Delta E_p = 3 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ m} = 60 \text{ J}$ 이다. 따라서 물체의 중력에 의한 위치 에너지는 60 J만큼 증가한다.

06 [정답 맞히기] ㄱ. 일·운동 에너지 정리에 따라 사람이 p에서 q까지 내려가는 동안 알짜힘이 사람에게 한 일은 사람의 운동 에너지 증가량, 즉 q에서 사람의 운동 에너지와 같다.

[오답 피하기] ㄴ. 사람이 내려가는 동안 중력에 의한 위치 에너지의 감소량은 사람의 운동 에너지 증가량과 같다. 따라서 사람의 운동 에너지는 r에서 q에서의 3배이고, 사람의 속력은 r에서 q에서의 $\sqrt{3}$ 배이다.

ㄷ. 사람의 중력에 의한 위치 에너지는 기준점으로부터 높이에 비례한다. 따라서 사람의 중력에 의한 위치 에너지는 p에서 q에서의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

07 [정답 맞히기] ㄴ. p에서 수평면에 도달할 때까지 물체가 운동한 거리 $s = \frac{1}{2} \times 1 \times 5 = \frac{5}{2} \text{ (m)}$ 이다. 따라서 이 동안 알짜힘이 물체에 한 일 $W = 10 \text{ N} \times \frac{5}{2} \text{ m} = 25 \text{ J}$ 이다.

[오답 피하기] ㄱ. 빗면에서 물체의 가속도 크기가 5 m/s^2 이다. 따라서 빗면에서 물체에 작용하는 알짜힘의 크기 $F = 2 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N}$ 이다.

ㄷ. 물체가 p에서 수평면에 도달할 때까지 증가한 운동 에너지만큼 중력에 의한 위치 에너지가 감소한다. 따라서

$\Delta E_k = -\Delta E_p = 2 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times h = 25 \text{ J}$ 에서 $h = \frac{5}{4} \text{ m}$ 이다.

08 [정답 맞히기] ㄱ. p와 q 사이의 높이차를 h 라 할 때 p에서 q까지 낙하하는 동안 물체의 중력에 의한 위치 에너지 감소량과 운동 에너지 증가량이 같으므로 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 의 관계가 성립한다. 따라서 p와 q 사이의 높이차 $h = \frac{v^2}{2g}$ 이다.

ㄴ. 중력이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 증가량과 같다. 따라서 q에서 r까지 중력이 물체에 한 일은 $\frac{1}{2}m[(2v)^2 - v^2] = \frac{3}{2}mv^2$, p에서 q까지 중력이 물체에 한 일은 $\frac{1}{2}m(v^2 - 0) = \frac{1}{2}mv^2$ 이므로 중력이 물체에 한 일은 q에서 r까지가 p에서 q까지의 3배이다.

ㄷ. q에서 r까지 운동하는 동안 물체의 운동 에너지 증가량은 물체의 중력에 의한 위치 에너지 감소량과 같다. 따라서 q에서 r까지 물체가 이동하는 동안 물체의 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 $\frac{3}{2}mv^2$ 이다.

09 [정답맞히기] (1) A에서 물체에 작용하는 탄성력의 크기 $F = 100 \text{ N/m} \times 0.2 \text{ m} = 20 \text{ N}$ 이다.

(2) O를 지나는 순간 물체의 속력을 v 라 할 때, 역학적 에너지 보존에 의해 A(또는 B)에서 탄성력에 의한 위치 에너지와 O를 지나는 순간 물체의 운동 에너지가 같으므로 $\frac{1}{2} \times 100 \text{ N/m} \times (0.2 \text{ m})^2 = \frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times v^2$ 에서 $v = 2 \text{ m/s}$ 이다.

10 [정답맞히기] ③ (가), (나)에서 물체의 운동 에너지는 용수철이 최대로 압축될 때까지 용수철의 탄성력에 의한 위치 에너지로 저장된다. 따라서 P의 용수철 상수를 k 라 할 때, (가)에서 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx_1^2$, (나)에서 $\frac{1}{2}(2m)(2v)^2 = \frac{1}{2}kx_2^2$ 의 관계가 성립하므로 $\frac{x_2}{x_1} = 2\sqrt{2}$ 이다.

11 [정답맞히기] C. 마찰력에 의해 감소한 스톤의 운동 에너지, 즉 역학적 에너지는 열에너지로 전환된다.

[오답 피하기] A. 스톤의 속력이 감소하므로 마찰력의 방향은 스톤의 운동 방향과 반대이다.

B. 마찰력과 스톤의 운동 방향이 반대이고, 스톤의 운동 에너지가 감소하고 있으므로 마찰력이 스톤에 한 일은 (-)이다.

12 [정답맞히기] (1) 물체에 작용하는 마찰력이 알짜힘이고, 알짜힘이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다. 따라서 마찰력이 물체에 한 일 $W = \Delta E_k = -\frac{1}{2}mv^2$ 이다.

(2) 마찰력의 크기를 F 라 할 때 마찰력이 물체에 한 일 $W = -FL = -\frac{1}{2}mv^2$ 이므로 $F = \frac{mv^2}{2L}$ 이다.

18 EBS 개념완성 물리학

13 [정답맞히기] ④ 물체를 가만히 놓은 순간 물체의 역학적 에너지는 물체의 중력에 의한 위치 에너지 $E_1 = mgh = 2 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ m} = 100 \text{ J}$ 이고, 물체가 수평면에 도달하는 순간 물체의 운동 에너지 $E_2 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (8 \text{ m/s})^2 = 64 \text{ J}$ 이다. 따라서 물체를 가만히 놓은 순간부터 수평면에 도달하는 순간까지 물체의 역학적 에너지 감소량은 $E_1 - E_2 = 36 \text{ J}$ 이다.

14 [정답맞히기] ㄱ. 스카이다이버가 낙하하는 동안 속력이 일정하게 증가하지 않고, 공기 저항에 의해 속력이 증가하다가 일정하게 되므로 낙하하는 동안 역학적 에너지는 감소한다.

[오답 피하기] ㄴ. (나)의 속력-시간 그래프에서 그래프의 기울기는 스카이다이버의 가속도이다. 0부터 t_0 까지 스카이다이버의 가속도 크기는 감소한다.

ㄷ. t_0 이후 스카이다이버의 속력이 일정하므로 스카이다이버에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 t_0 이후 스카이다이버에 작용하는 공기 저항력의 크기는 스카이다이버에 작용하는 중력의 크기와 같다.

15 [정답맞히기] ㄱ. (가)에서 용수철의 늘어난 길이가 L 이므로 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지 $E_p = \frac{1}{2}kL^2$ 이다.

ㄴ. 왕복 운동을 하는 동안 물체의 운동 에너지가 감소하므로 물체에 작용하는 마찰력의 방향은 물체의 운동 방향과 반대이다.

[오답 피하기] ㄷ. (가) → (나) 과정에서 마찰력이 물체에 한 일은 물체의 역학적 에너지 변화량과 같다. 따라서 (가) → (나) 과정에서 마찰력이 물체에 한 일은 $-\frac{1}{2}kL^2$ 이다.

16 [정답맞히기] ④ 열이 전자기파의 형태로 전달되는 방식으로 태양 에너지가 지구에 도달하는 열의 전달 방식은 복사이다.

17 [정답맞히기] ㄱ. (가) → (나) 과정은 가능하지만, (나) → (가) 과정은 저절로 일어나기가 불가능한 과정이다. 따라서 (가) → (나) 과정은 비가역 과정이다.

ㄴ. (가) → (나) 과정에서 감소한 추의 역학적 에너지만큼 상자 내부의 열에너지가 증가한다. 따라서 (가) → (나) 과정에서 상자 안의 온도는 높아진다.

[오답 피하기] ㄷ. 공기 분자의 운동 에너지는 공기의 온도가 높을수록 크다. 따라서 공기 분자의 운동 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

18 [정답 맞히기] 펌프 내부의 공기는 물에서 열에너지를 흡수한다. 이 열에너지 중 일부는 펌프 내부 공기의 내부 에너지 증가에 사용되고, 나머지는 부피를 증가시키며 외부에 일을 하는 데 사용된다.

19 [정답 맞히기] ㄱ. 스텔링 기관은 흡수한 열을 이용해 외부에 일을 하는 장치로 흡수한 열을 역학적 에너지로 전환하는 장치이다.

[오답 피하기] ㄴ. 스텔링 기관은 고열원에서 열을 흡수하고 저열원으로 열을 방출한다.

ㄷ. 열역학 제2법칙에 따라 스텔링 기관에서 열을 역학적 에너지로 전환할 때 열의 일부가 외부로 방출된다. 따라서 외부로 방출하는 열이 없는 열효율이 1인 스텔링 기관은 제작할 수 없다.

20 [정답 맞히기] ㄱ. 열기관은 고열원에서 열을 흡수하여 저열원으로 열을 방출한다. 따라서 A는 고열원, B는 저열원이므로 온도는 A가 B보다 높다.

ㄴ. 열기관이 고열원에서 흡수한 열량은 외부에 한 일과 저열원으로 방출한 열량의 합과 같다. 따라서 열기관이 한 일 $W=100\text{ J}-75\text{ J}=25\text{ J}$ 이다.

ㄷ. 열기관의 열효율 $e=\frac{\text{외부에 한 일}}{\text{흡수한 열량}}$ 이므로 $e=\frac{25\text{ J}}{100\text{ J}}=0.25$ 이다.

실력 향상 문제

본문 48~51쪽

- 01 해설 참조 02 ③ 03 ⑤ 04 ③ 05 ②
 06 해설 참조 07 ⑤ 08 ② 09 ② 10 ⑤
 11 ④ 12 ③ 13 ② 14 해설 참조 15 ④
 16 ⑤

서술형

01

(1) [모범 답안] 물체가 낙하하는 동안 작용하는 알짜힘이 중력이고, 역학적 에너지 보존에 의해 알짜힘인 중력이 한 일은 물체의 중력에 의한 위치 에너지의 감소량과 같고 물체의 운동 에너지 증가량과 같다.

채점 기준	배점
알짜힘과 중력의 관계, 알짜힘이 한 일과 역학적 에너지 보존의 관계에 대한 서술이 옳은 경우	100 %
역학적 에너지 보존에 대한 서술만 옳은 경우	50 %
알짜힘과 중력의 관계에 대한 서술만 옳은 경우	30 %

(2) [모범 답안] 물체가 b, c를 지날 때의 속력이 각각 2 m/s, 4 m/s이다. 물체가 b에서 c까지 운동하는 동안 중력에 의한 위치 에너지의 감소량은 운동 에너지 증가량과 같으므로 $24\text{ J}=\frac{1}{2}m[(4\text{ m/s})^2-(2\text{ m/s})^2]$ 이므로 물체의 질량 $m=4\text{ kg}$ 이다.

채점 기준	배점
물체의 중력에 의한 위치 에너지의 감소량과 운동 에너지 증가량의 관계를 이용하여 물체의 질량을 구하는 과정에 대한 서술이 옳은 경우	100 %
물체의 중력에 의한 위치 에너지의 감소량과 운동 에너지 증가량의 관계에 대한 서술만 옳은 경우	50 %
물체의 속력을 구하는 과정에 대한 서술만 옳은 경우	30 %

(3) [모범 답안] 물체가 d를 지나는 순간의 속력은 6 m/s이고, d를 지나는 순간의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}\times 4\text{ kg}\times (6\text{ m/s})^2=72\text{ J}$ 이다. 물체가 a에서 d까지 운동하는 동안 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 d에서의 운동 에너지와 같은 72 J이다.

[다른 답안] 물체가 d를 지나는 순간의 속력은 6 m/s이고, 물체가 a에서 d까지 이동하는 데 걸린 시간이 0.6초이므로 a와 d 사이의 높이는 1.8 m이다. 따라서 물체가 a에서 d까지 운동하는 동안 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 $4\text{ kg}\times 10\text{ m/s}^2\times 1.8\text{ m}=72\text{ J}$ 이다.

채점 기준	배점
물체의 속력과 운동 에너지의 관계 및 물체가 낙하하는 동안 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지의 관계를 이용하는 과정의 서술이 옳은 경우 [다른 기준] 등가속도 직선 운동을 이용하여 a와 d 사이의 높이차를 구하고, 이를 이용하여 물체의 중력에 의한 위치 에너지를 구하는 과정의 서술이 모두 옳은 경우	100 %
물체의 운동 에너지와 중력에 의한 위치 에너지의 관계에 대한 서술만 옳은 경우 [다른 기준] 등가속도 직선 운동을 이용하여 a와 d 사이의 높이차를 구하는 과정에 대한 서술만 옳은 경우	50 %
물체의 속력과 운동 에너지를 구하는 과정만 옳은 경우 [다른 기준] d에서 물체의 속력과 등가속도 직선 운동에 대한 서술만 옳은 경우	30 %

02 [정답 맞히기] ㄱ. A가 q를 지나는 순간 A, B의 속력은 같다. 따라서 이 순간 운동 에너지는 A가 B의 2배이므로 질량은 A가 B의 2배이다.

ㄴ. p에서 q까지 운동하는 동안 A의 중력에 의한 위치 에너지 변화는 없지만 운동 에너지가 증가하므로 이 동안 A의 역학적 에너지는 증가한다.

[오답 피하기] ㄷ. A, B의 질량을 각각 $2m$, m 이라 할 때, A가 q를 지나는 순간 A와 B의 운동 에너지의 합은 B의 감소한 중력에 의한 위치 에너지 mgs 와 같다. 따라서 A가 q를 지나는 순간 A와 B의 속력을 v 라 할 때 $\frac{1}{2}(2m+m)v^2 = mgs$ 의 관계에서 $v = \sqrt{\frac{2}{3}gs}$ 이다.

03 [정답 맞히기] ㄱ. A, B가 운동하는 동안 A, B의 가속도 크기를 a 라 할 때, 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 $(3m-2m)g = (2m+3m)a$ 에서 $a = \frac{1}{5}g$ 이다. 실이 A를 당기는 힘과 A에 작용하는 중력의 차이가 A에 작용하는 알짜힘으로 작용한다. 따라서 실이 A를 당기는 힘의 크기를 T 라 하고 A에 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 $T - 2mg = 2ma = \frac{2}{5}mg$ 이므로 실이 A를 당기는 힘의 크기 $T = \frac{12}{5}mg$ 이다.

ㄴ. A와 B는 중력에 의해서만 운동하므로 A와 B의 역학적 에너지의 합은 보존된다. 또한 A가 운동하는 동안 A의 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지가 모두 증가하므로 A의

역학적 에너지는 증가한다. 따라서 A와 B의 역학적 에너지의 합이 보존되므로 B가 운동하는 동안 B의 역학적 에너지는 감소한다.

ㄷ. A의 운동 에너지 증가량은 A에 작용하는 알짜힘이 한 일과 같다. A에 작용하는 알짜힘은 연직 위 방향으로 $\frac{2}{5}mg$ 이고, A가 연직 위 방향으로 h 만큼 운동하므로 알짜힘이 A에 한 일, 즉 A의 운동 에너지 증가량은 $\frac{2}{5}mgh$ 이다.

04 [정답 맞히기] ③ 물체의 질량을 m 이라 할 때 역학적 에너지 보존 법칙에 따라 물체가 운동하는 동안 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 물체의 운동 에너지 증가량과 같다. 따라서 $mgh_1 = \frac{1}{2}m[(7v)^2 - v^2] = 24mv^2$ 에서 $h_1 = \frac{24v^2}{g}$ 이고, $mgh_2 = \frac{1}{2}m[(7v)^2 - (5v)^2] = 12mv^2$ 에서 $h_2 = \frac{12v^2}{g}$ 이므로 $\frac{h_1}{h_2} = 2$ 이다.

05 [정답 맞히기] ㄷ. 용수철에서 분리된 직후의 속력은 A가 B의 2배이다. 분리된 직후 A, B의 속력을 각각 $2v'$, v' 라 할 때, 경사면을 따라 올라가는 동안 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면 다음과 같다.

$$[A] \frac{1}{2}m(2v')^2 = 3mgh + \frac{1}{2}mv'^2 \cdots ①$$

$$[B] \frac{1}{2}(2m)v'^2 = 2mgh \cdots ②$$

식 ①, ②를 연립하면 분리된 직후 B의 속력 $v' = v$ 이다.

[오답 피하기] ㄱ. A가 경사면을 따라 올라가는 동안 A의 역학적 에너지는 보존된다. 따라서 A가 경사면을 따라 올라가는 동안 A의 중력에 의한 위치 에너지 증가량 $3mgh$ 만큼 운동 에너지가 감소한다.

ㄴ. A, B가 용수철에서 분리되는 동안 용수철이 A와 B에 작용하는 충격량의 크기는 같고 방향은 반대이다.

사술형

06

(1) **[모범 답안]** 마찰 구간에서 물체의 속력이 v_0 이므로 물체가 마찰이 없는 구간에서 h 만큼 내려오는 동안 물체의 감소한 중력에 의한 위치 에너지가 $\frac{1}{2}mv_0^2$ 이다. 또한 마찰 구간에서 물체가 등속도 운동을 하므로 마찰 구간에서 손실된 역학적 에너지는 마찰 구간에서 감소한

중력에 의한 위치 에너지와 같다. 따라서 마찰 구간에서 손실된 역학적 에너지는 $\frac{1}{2}mv_0^2$ 이다.

채점 기준	배점
마찰 구간에서 감소한 역학적 에너지 및 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지의 관계에 대한 서술이 옳은 경우	100 %
물체의 중력에 의한 위치 에너지와 운동 에너지의 관계에 대한 서술만 옳은 경우	50 %
마찰 구간에서 감소한 역학적 에너지에 대한 서술만 옳은 경우	30 %

(2) **모범 답안** 수평면에 도달했을 때 물체의 운동 에너지는 마찰 구간을 제외하고 $4h$ 만큼의 높이에 의한 중력에 의한 위치 에너지의 감소량과 같다. 따라서 중력 가속도를 g 라 할 때 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 \dots \textcircled{1}$, $mg(4h) = \frac{1}{2}mv^2 \dots \textcircled{2}$ 의 관계가 성립하므로 식 $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$ 에 의해 $\frac{v}{v_0} = 2$ 이다.

채점 기준	배점
역학적 에너지 보존과 마찰 구간에서의 역학적 에너지 손실 관계를 적용해 수평면에서 운동 에너지를 구하여 속력을 비교하는 과정이 옳은 경우	100 %
수평면에서 운동 에너지를 구하는 과정과 속력을 비교하는 과정 중 일부만 옳은 경우	50 %
역학적 에너지 보존에 대한 관계의 적용 과정만 옳은 경우	30 %

07 [정답 맞추기] ㄱ. 용수철이 0.2 m만큼 늘어난 지점에서 20 N의 힘을 작용할 때 물체가 정지해 있으므로, 이때 용수철이 물체에 작용하는 탄성력의 크기는 20 N이다. 따라서 용수철의 용수철 상수 $k = \frac{20 \text{ N}}{0.2 \text{ m}} = 100 \text{ N/m}$ 이다.

ㄴ. (가)에서 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지 $E_p = \frac{1}{2} \times 100 \text{ N/m} \times (0.2 \text{ m})^2 = 2 \text{ J}$ 이다.

ㄷ. (가)에서 F를 제거했을 때 진동하는 물체의 속력이 최대일 때는 물체가 평형 지점을 지날 때이고, 이때 물체의 운동 에너지는 역학적 에너지와 같은 2 J이다. 물체의 속력의 최댓값을 v_0 이라 할 때 $E_k = \frac{1}{2} \times 1 \text{ kg} \times v_0^2 = 2 \text{ J}$ 에서 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 이다.

08 [정답 맞추기] ② 역학적 에너지 보존 법칙에 따라 A, B가 평형 위치를 지날 때의 운동 에너지는 용수철이 각각 L , $2L$

만큼 압축되어 있을 때 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지와 같다. 용수철 상수를 k 라 할 때 $\frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}mv_A^2$,

$\frac{1}{2}k(2L)^2 = \frac{1}{2}(2m)v_B^2$ 의 관계가 성립하므로 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 이다.

09 [정답 맞추기] ㄴ. 운동량 보존 법칙에 따라 A와 B의 충돌 전과 후 A, B의 운동량의 합은 보존된다. 충돌 직후 B의 속력을 v_B 라 할 때 $2mv = -mv + 3mv_B$ 의 관계가 성립하므로 $v_B = v$ 이다. 따라서 A와 충돌 직후 B의 속력은 v 이다.

[오답 피하기] ㄱ. B와 충돌하는 동안 A의 운동량 변화량의 크기가 $\Delta p_A = m(2v + v) = 3mv$ 이다. 따라서 B와 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같은 $3mv$ 이다.

ㄷ. B가 용수철에 접촉한 순간부터 용수철이 최대 x 만큼 압축되는 동안 B의 운동 에너지는 용수철의 탄성력에 의한 위치 에너지로 저장된다. 따라서 용수철의 용수철 상수를 k 라 할 때 $\frac{1}{2}(3m)v^2 = \frac{1}{2}kx^2$ 의 관계가 성립하므로 용수철의 용수철 상수 $k = \frac{3mv^2}{x^2}$ 이다.

10 [정답 맞추기] ㄱ. 물체의 운동 에너지는 평형 위치를 지날 때 최대이다. 따라서 (가)에서 물체를 가만히 놓아 물체의 운동 에너지가 최대일 때의 이동 거리 $s = A$ 이다.

ㄴ. 물체의 운동 에너지의 최댓값 E_0 은 용수철이 A 만큼 압축되었을 때 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지와 같다. 따라서 용수철의 용수철 상수를 k 라 할 때 $E_0 = \frac{1}{2}kA^2$ 이므로 $k = \frac{2E_0}{A^2}$ 이다.

ㄷ. 이동 거리가 $\frac{1}{2}s$ 일 때 용수철의 압축된 길이가 $\frac{1}{2}A$ 이므로, 이때 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지는 용수철의 압축된 길이가 A 일 때의 $\frac{1}{4}$ 배인 $\frac{1}{4}E_0$ 이다.

11 [정답 맞추기] ㄴ. 물체가 용수철을 압축하는 동안 물체에는 탄성력만 작용하여 역학적 에너지가 보존되므로 물체의 운동 에너지 감소량은 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지의 증가량과 같다.

ㄷ. 용수철에 접촉하기 전 물체의 운동 에너지가 $\frac{1}{4}mv^2$ 이고 용수철을 최대 A 만큼 압축하는 동안 물체의 운동 에너지가

용수철에 탄성력에 의한 위치 에너지로 전환되므로, 용수철의 용수철 상수를 k 라 할 때 $\frac{1}{4}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2$ 의 관계가 성립한다.

따라서 용수철의 용수철 상수 $k = \frac{mv^2}{2A}$ 이다.

[오답 피하기] ㄱ. 마찰 구간을 지나는 동안 물체의 운동 에너지 감소량은 용수철이 A 만큼 압축되었을 때 용수철에 저장된 탄성력에 의한 위치 에너지와 같으므로 마찰 구간을 지나기 전 물체의 운동 에너지는 마찰 구간을 지난 후의 2배이다. 따라서 마찰 구간을 지나면서 물체의 운동 에너지가 $\frac{1}{2}$ 배로 감소하였으므로 마찰 구간을 지난 후부터 용수철에 접촉하기 전까지 물체의 속력은 $\frac{\sqrt{2}}{2}v$ 이다.

12 [정답 맞히기] ㄱ. 추가 낙하하는 동안 추의 속력이 일정하므로 추의 역학적 에너지 감소량은 중력에 의한 위치 에너지 감소량과 같다.

ㄴ. 추의 낙하 거리가 클수록 추의 역학적 에너지 감소량이 크고, 물이 흡수하는 열에너지의 양이 커지므로 물의 온도 증가량은 커진다.

[오답 피하기] ㄴ. 추가 낙하하는 동안 물의 온도가 올라가므로 물 분자의 운동 에너지는 증가한다.

13 [정답 맞히기] ㄴ. 에어컨을 실내의 위쪽에 설치하는 것은 차가운 공기가 아래쪽으로 이동하는 원리를 이용하는 것이므로 대류(B)의 원리를 이용한 것이다.

[오답 피하기] ㄱ. A, B, C는 각각 전도, 대류, 복사이다.

ㄴ. 뜨거운 냄비를 옮길 때 두꺼운 장갑을 끼는 것은 전도(A)에 의한 열의 전달을 막기 위한 것이다.

서술형

14

(1) **[모범 답안]** 열역학 제1법칙에 의해 공기 덩어리는 팽창하며 외부에 일을 하고, 내부 에너지가 감소하며 온도가 낮아진다.

채점 기준	배점
열역학 제1법칙과 공기가 외부에 한 일, 내부 에너지의 감소와 온도 변화에 대한 서술이 옳은 경우	100 %
공기가 외부에 한 일, 내부 에너지의 감소와 온도 변화에 대한 서술 중 일부만 옳은 경우	50 %
열역학 제1법칙에 대한 서술만 옳은 경우	30 %

(2) **[모범 답안]** 수증기가 응결하는 과정에서 외부로 열을 방출하며, 상태 변화에 따른 열의 방출로 온도 변화가 일어나지 않는다.

채점 기준	배점
수증기의 응결 과정에서의 열 출입 과정과 온도 변화에 대한 서술이 옳은 경우	100 %
수증기의 응결 과정에서 외부와의 열 출입 과정에 대한 서술만 옳은 경우	50 %
수증기의 응결 과정에서 온도 변화에 대한 서술만 옳은 경우	30 %

15 [정답 맞히기] ㄴ. 기체의 압력 $P = \frac{F}{A}$ (F : 단면에 작용하는 힘의 크기)이므로 기체가 피스톤에 작용하는 힘의 크기 $F = PA$ 이다.

ㄴ. 기체가 외부에 한 일은 압력(P)과 부피의 증가량($A\Delta L$)의 곱인 $PA\Delta L$ 이다.

[오답 피하기] ㄱ. 기체에 열을 공급하여 일정한 압력으로 부피가 증가하고 있으므로 기체의 온도는 높아진다.

16 [정답 맞히기] ㄱ. A의 열효율이 $\frac{2}{5}$ 이므로 A는 외부에 $\frac{2}{5}Q$ 의 일을 하고, B로 $\frac{3}{5}Q$ 의 열을 방출한다. 따라서 B가 A에서 흡수한 열은 $\frac{3}{5}Q$ 이다.

ㄴ. B의 열효율 $e_B = \frac{1}{3} = \frac{W}{\frac{3}{5}Q}$ 이므로 $W = \frac{1}{5}Q$ 이다.

ㄴ. 열기관은 Q 의 열을 흡수하고 A, B에서 각각 $W_A = \frac{2}{5}Q$, $W_B = \frac{1}{5}Q$ 의 일을 하고 저열원으로 $\frac{2}{5}Q$ 의 열을 방출하므로

A, B가 연결된 열기관의 전체 열효율 $e = \frac{\frac{2}{5}Q + \frac{1}{5}Q}{Q} = \frac{3}{5}$ 이다.