

메가 N제
일과 에너지 및 열효율

Infinite devotion to the assignment

04

열과 에너지 및 열효율

1 에너지의 전환과 보존

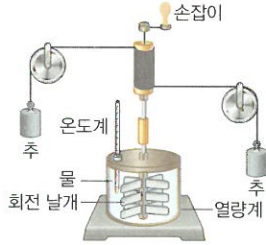
(1) **역학적 에너지와 열**: 추가 낙하하면서 회전 날개를 회전시키면 마찰에 의해 열이 발생한다. 이때 중력이 추에 한 일 W 와 발생한 열량 Q 사이에는 다음 관계가 성립한다.

$$\rightarrow W = JQ$$

• **열의 일당량**: 비례 상수 J 를 **열의 일당량**이라고 하며 $J = 4.2 \times 10^3 \text{ J/kcal}$ 이다. $\rightarrow 1 \text{ cal}$ 은 약 4.2 J의 일에 해당한다.

(2) **에너지 전환**: 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환될 수 있다.

(3) **에너지 보존 법칙**: 에너지가 전환될 때 에너지의 총량은 항상 일정하게 보존되는데, 이를 에너지 보존 법칙이라고 한다.



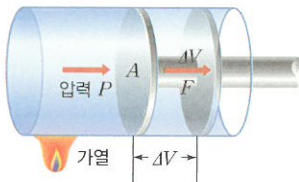
자료 1

2 열역학 법칙

(1) **열역학 제1법칙**: 열과 역학적 에너지를 포함한 **에너지 보존 법칙**으로, 기체가 열량 Q 를 흡수하여 외부에 W 만큼 일을 하면, 내부 에너지 증가량 ΔU 는 $\Delta U = Q - W$ 이다. **자료 2**

① **내부 에너지(U)**: 물체를 구성하는 입자들의 운동 에너지와 위치 에너지의 총합이다. 일정량의 기체에서 내부 에너지는 절대 온도에 비례한다.

② **외부에 한 일(W)**: 압력이 P 로 일정한 상태에서 기체가 팽창하여 부피가 ΔV 만큼 증가하면, 기체가 외부에 한 일 W 는 $W = P\Delta V$ 이다.



- 부피가 팽창하면 $W > 0$ 이므로 외부에 일을 한다.
- 부피가 감소하면 $W < 0$ 이므로 외부로부터 일을 받는다.

③ **압력-부피 그래프** 아래의 넓이는 기체와 외부에 한 일이다.

(2) 가역 현상과 비가역 현상

① **가역 현상**: 외부에 아무런 흔적을 남기지 않고 처음 상태로 되돌아갈 수 있는 현상

② **비가역 현상**: 한 번 변화가 일어나면 자발적으로 원래 상태로 되돌아가지 않는 현상

(3) **열역학 제2법칙**: 자연 현상의 방향성을 나타내는 법칙이다. 고립계에서는 반드시 계의 무질서도(엔트로피)가 증가하는 방향으로만 변화가 일어난다.

- ① 열은 저온에서 고온으로 자발적으로 이동할 수 없다.
- ② 일은 열로 100% 전환될 수 있지만, 열은 일로 100% 전환될 수 없다.

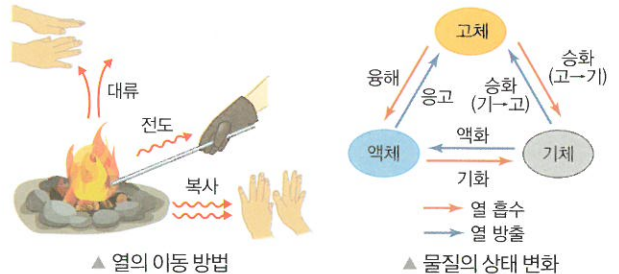
3 열의 이동과 상태 변화

(1) **열 전달**: 열이 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는 것 **자료 3**

전도	분자 운동이 활발한 높은 온도의 입자가 분자 운동이 활발하지 않은 낮은 온도의 입자와 충돌하여 열이 이동하는 현상이다.
대류	물질이 직접 이동하며 열이 이동하는 현상으로, 온도가 높아진 공기 입자들은 밀도가 작아져 위로 올라가면서 열을 전달한다.
복사	매질의 도움 없이 전자기파의 형태로 열이 직접 이동하는 현상으로, 태양 에너지는 복사의 형태로 지구에 전달된다.

(2) **물질의 상태 변화**: 물질의 상태가 한 상태에서 다른 상태로 변하는 현상 \rightarrow 물질의 상태가 변하는 동안에는 온도가 일정하게 유지된다.

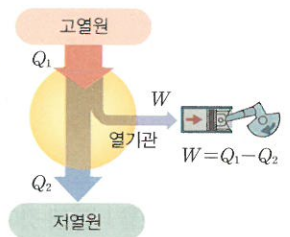
- ① **잠열**: 상태 변화가 일어나는 동안 출입하는 열로, 융해열, 응고열, 기화열, 액화열 등이 있다.
- ② **물의 잠열과 기상 현상**: 대기와 물이 순환하면서 태양 복사 에너지가 잠열의 상태로 흡수 또는 방출되는 과정에서 다양한 기상 현상이 일어난다.



4 열기관과 열효율 **자료 4**

(1) **열기관**: 열을 일로 전환하는 장치

(2) **열효율**: 열기관에 공급된 열량 중에서 일로 전환된 비율이다. 고열원에서 Q_1 의 열량을 받아 W 만큼 일을 하고 저열원으로 Q_2 의 열량을 방출하는 열기관의 열효율 e 는 다음과 같다.



$$e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

(3) **영구 기관**: 외부에서 에너지를 공급받지 않고 스스로 영구적으로 작동하면서 일을 하거나 에너지를 생산하는 가상의 장치

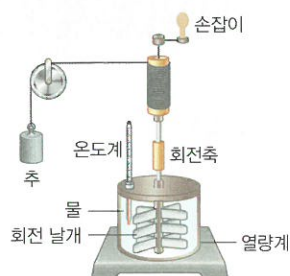
- ① **제1종 영구 기관**: 에너지의 공급 없이 에너지를 계속 생산하는 장치 \rightarrow 에너지 보존 법칙에 위배되므로 제작할 수 없다.
- ② **제2종 영구 기관**: 열을 모두 일로 전환할 수 있는 장치 \rightarrow 에너지 흐름의 방향성에 위배되므로 제작할 수 없다.

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 일과 열

비상, 천재

그림과 같이 추를 가만히 놓아 서서히 낙하하도록 장치한 후 물의 온도 변화를 측정한다. 추의 감소한 중력에 의한 위치 에너지는 모두 물의 온도를 높이는 데 사용되며, 표는 측정값 및 관련 상수를 나타낸 것이다.



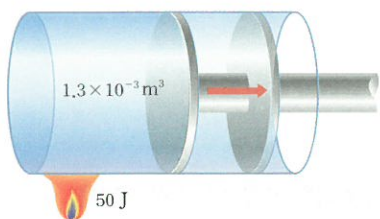
추의 질량	10 kg
추의 낙하 높이	2.1 m
물의 질량	100 g
물의 상승한 온도	0.5 °C
중력 가속도	10 m/s ²
물의 비열	1 cal/g·°C

- 133 이 실험을 통해 일과 열 사이의 전환을 정량적으로 설명할 수 있다. ○/×
- 134 감소한 추의 위치 에너지는 210 J이다. ○/×
- 135 마찰에 의해 발생한 열량은 50 cal이다. ○/×
- 136 열량 1 cal는 일 4.2 J에 해당한다. ○/×
- 137 열의 일당량은 4.2 cal/J이다. ○/×

자료 2 열역학 제1법칙

비상, 천재

그림과 같이 압력이 10^5 N/m^2 이고 부피가 $1.3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 인 기체에 열량 50 J을 가하였더니, 압력이 일정하게 유지되면서 팽창하여 기체의 부피가 $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 가 되었다.

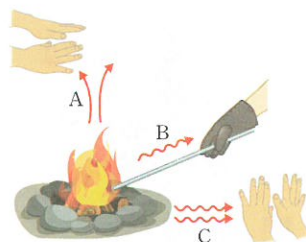


- 138 기체의 내부 에너지는 감소한다. ○/×
- 139 기체의 온도는 높아진다. ○/×
- 140 기체는 외부에 일을 한다. ○/×
- 141 기체가 외부에 한 일은 40 J이다. ○/×
- 142 기체의 내부 에너지 증가량은 20 J이다. ○/×

자료 3 열의 이동 방법

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 모닥불에서 발생한 열이 이동하는 것을 나타낸 것이다. A, B는 각각 공기, 철 막대를 통해 열이 이동하고, C는 전자기파 형태로 열이 이동한다.

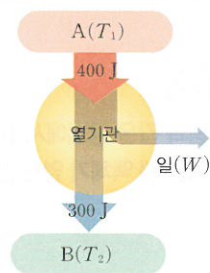


- 143 A는 대류이다. ○/×
- 144 A는 공기가 가열되면 밀도가 커지기 때문에 나타나는 현상이다. ○/×
- 145 B는 이웃한 입자들의 충돌에 의해 열이 이동한다. ○/×
- 146 C는 매개 물질이 필요하다. ○/×

자료 4 열기관과 열효율

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 열원 A에서 열량 400 J을 흡수하여 외부에 W만큼 일을 하고 열원 B로 열량 300 J을 방출하는 열기관을 나타낸 것이다. A와 B의 온도는 각각 T_1, T_2 로 일정하다.



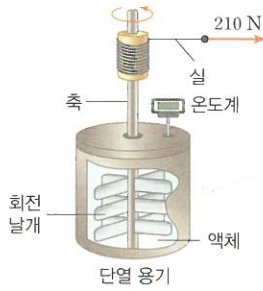
- 147 열기관은 열을 일로 전환하는 장치이다. ○/×
- 148 $T_1 > T_2$ 이다. ○/×
- 149 $W = 100 \text{ J}$ 이다. ○/×
- 150 이 열기관의 열효율은 75 %이다. ○/×
- 151 열효율이 100 %인 열기관을 제작할 수 있다. ○/×

1 에너지 전환과 보존

☆ 고빈출

152

그림과 같이 장치하고 실을 수평 방향으로 크기가 210 N인 힘으로 0.8 m만큼 잡아당겼더니, 힘이 한 일이 모두 액체의 온도 변화에 사용되어 액체의 온도가 상승하였다.



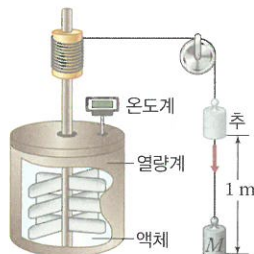
이때 회전 날개와 액체 사이의 마찰로 인해 발생한 열량은? (단, 열의 일당량은 4.2 J/cal이다.)

- ① 40 cal ② 50 cal ③ 68 cal
- ④ 168 cal ⑤ 210 cal

153

난이도 상

그림과 같은 장치에서 질량이 M 인 추가 일정한 속력으로 1 m만큼 낙하했을 때 액체가 얻은 열량이 70 cal이다.



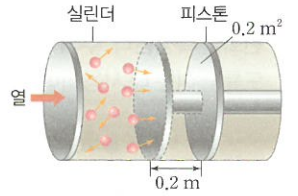
M 은? (단, 중력 가속도는 9.8 m/s^2 이고, 열의 일당량은 4.2 J/cal이다. 추의 중력에 의한 위치 에너지 변화량은 모두 액체의 온도 변화에만 사용되고, 실의 질량은 무시한다.)

- ① 20 kg ② 30 kg ③ 40 kg
- ④ 50 kg ⑤ 60 kg

2 열역학 법칙

154

그림은 실린더 내부의 일정량의 이상 기체에 압력을 일정하게 유지하면서 열을 가했더니 기체가 팽창하여 피스톤이 0.2 m 이동한 것을 나타낸 것이다. 기체의 압력은 100 N/m^2 이고, 피스톤의 단면적은 0.2 m^2 이다.



기체가 한 일은? (단, 피스톤의 마찰은 무시한다.)

- ① 1 J ② 2 J ③ 3 J
- ④ 4 J ⑤ 5 J

155

기체의 내부 에너지에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 기체 입자의 운동 에너지와 위치 에너지의 총합이다.
- ㄴ. 일정량의 기체에서 내부 에너지는 온도에 비례한다.
- ㄷ. 기체가 열을 흡수하면 내부 에너지는 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

156

열역학 제2법칙에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

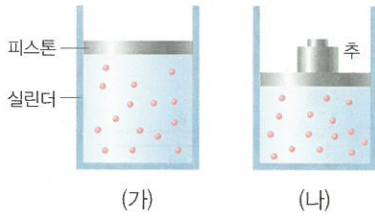
보기

- ㄱ. 모든 자연 현상은 무질서도가 증가하는 방향으로 일어난다.
- ㄴ. 기체가 흡수한 열량은 내부 에너지 증가량과 외부에 한 일의 합이다.
- ㄷ. 열은 고온에서 저온으로 자발적으로 이동한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

157

그림 (가)는 피스톤으로 밀폐된 실린더에 일정량의 기체가 들어 있는 것을, (나)는 (가)의 피스톤 위에 추를 올려놓았을 때 기체의 부피가 감소한 상태로 피스톤이 정지해 있는 것을 나타낸 것이다.



(가)에서 (나)로 변하는 동안, 기체의 상태 변화에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, (가), (나)에서 기체의 온도는 같다.)

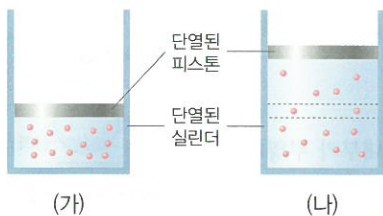
보기

- ㄱ. 압력이 증가한다.
- ㄴ. 외부로 열을 방출한다.
- ㄷ. 기체의 내부 에너지가 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

158 서술형

그림 (가)는 일정량의 기체가 들어 있는 실린더에 피스톤이 정지해 있는 모습을, (나)는 (가)의 기체에 열량 50 cal를 서서히 가하였더니 피스톤이 이동하여 정지한 모습을 나타낸 것이다. (가) → (나) 과정에서 기체가 외부에 한 일은 84 J이고, 열의 일당량은 4.2 J/cal이며, 피스톤의 마찰은 무시한다.



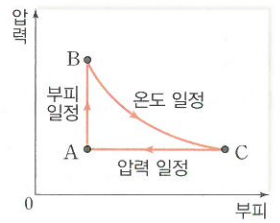
- (1) 기체에 가한 열량이 몇 J인지 풀이 과정과 함께 구하시오.

- (2) 기체의 내부 에너지 변화량을 풀이 과정과 함께 구하시오.

✔ 최다 오답

159 서술형

그림은 일정량의 이상 기체가 상태 A → B → C → A를 따라 순환하는 동안 기체의 압력과 부피를 나타낸 것이다. A → B 과정과 B → C 과정에서 기체가 흡수한 열량은 각각 Q_1, Q_2 이다.



- (1) B → C 과정에서 기체가 외부에 한 일에 대해 서술하시오.

- (2) C → A 과정에서 기체의 내부 에너지 변화량에 대해 서술하시오.

✔ 고빈출

160

그림은 열역학 제2법칙에 대해 학생 A, B, C가 대화하는 것을 나타낸 것이다.

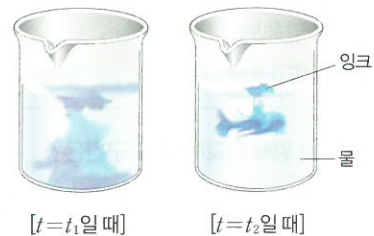


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B
- ④ B, C ⑤ A, B, C

161 서술형

그림은 물에 잉크 방울을 떨어뜨리고 시간 t 가 각각 $t=t_1, t=t_2$ 만큼 경과한 후의 모습을 나타낸 것이다.



t_1 과 t_2 의 대소를 비교하고, 근거를 제시하시오.

STEP 2 학교 기출 문제로 내신 대비하기

3 열의 이동과 상태 변화

162

다음은 열의 이동과 관련해 실생활에서 경험하는 현상들이다.

- A: 얼음을 알루미늄 포일로 싸는 것보다 담요로 싸면 잘 녹지 않는다.
- B: 방에 난로를 피우면 난로에서 먼 곳에 있는 공기도 따뜻해진다.

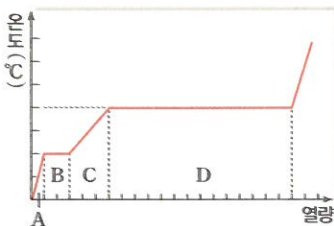
A, B와 관계있는 열의 이동 방법은?

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| <u>A</u> | <u>B</u> | <u>A</u> | <u>B</u> |
| ① 전도 | 대류 | ② 전도 | 복사 |
| ③ 대류 | 전도 | ④ 대류 | 복사 |
| ⑤ 복사 | 전도 | | |

163

다음은 일정량의 얼음을 가열하면서 온도 변화를 관찰한 그래프와 분석 결과이다.

[열량에 따른 온도]



[분석 결과]

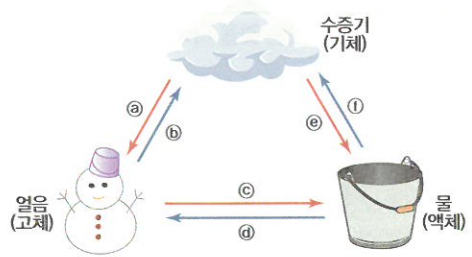
- (가): 비열은 물이 얼음보다 크다.
- (나): 기화열이 용해열보다 크다.

(가), (나)의 결과를 얻기 위해 비교해야 할 구간은?

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| <u>(가)</u> | <u>(나)</u> | <u>(가)</u> | <u>(나)</u> |
| ① A, C | B, D | ② A, D | B, C |
| ③ B, C | A, D | ④ B, D | A, C |
| ⑤ C, D | A, B | | |

☆ 고빈출 164

그림은 물의 상태 변화를 나타낸 것이다.



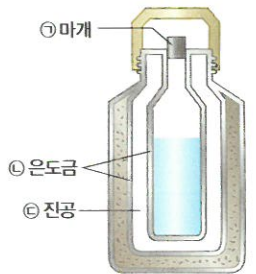
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㉑. ㉑와 ㉒는 승화이다.
 - ㉒. ㉓에서 열을 흡수한다.
 - ㉔. ㉕에서 온도가 증가한다.

- ① ㉑ ② ㉒ ③ ㉑, ㉒ ④ ㉑, ㉔ ⑤ ㉒, ㉔

165 서술형

그림은 보온병에 사용되는 주요 기술을 나타낸 것이다.



- (1) ㉑에 사용하는 적절한 소재에 대해 서술하시오.
- (2) ㉒, ㉓은 어떤 열의 이동 방법을 차단하기 위한 기술인지 서술하시오.

166 서술형

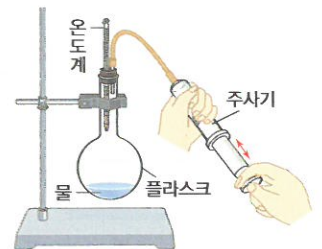
다음은 구름이 만들어지는 원리를 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

그림과 같이 장치하고 ㉑ 주사기의 피스톤을 손으로 갑자기 당긴다.

[실험 결과]

㉑ 플라스크 내부가 뿌옇게 흐려졌다.

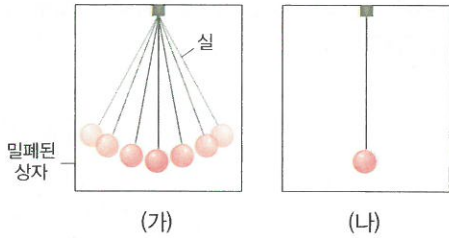


- (1) ㉑에서 플라스크 내부 기체의 온도 변화에 대해 서술하시오.
- (2) ㉑에서 일어나는 물질의 상태 변화의 명칭을 쓰고, 그 까닭을 서술하시오.

★고빈출

167 서술형

그림 (가)는 기체가 채워진 밀폐된 상자 안에서 실에 매달린 추가 진동하는 모습을, (나)는 (가)에서 충분한 시간이 지난 후 추가 정지한 모습을 나타낸 것이다.



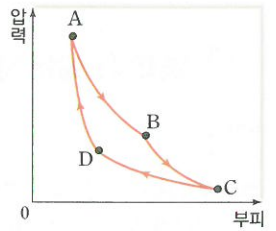
(1) (가)에서 (나)로 변하는 까닭을 열역학 제1법칙으로 서술하시오.

(2) (나)에서 시간이 지나도 추가 저절로 다시 진동하지 못하는 까닭을 열역학 제2법칙으로 서술하시오.

169

난이도

그림은 어떤 열기관에서 일정량의 이상 기체가 상태 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 를 따라 순환하는 동안 기체의 압력과 부피를 나타낸 것이고, 표는 각 과정에서 기체가 흡수 또는 방출하는 열량을 나타낸 것이다.



과정	흡수 또는 방출하는 열량(J)
$A \rightarrow B$	120
$B \rightarrow C$	0
$C \rightarrow D$	90
$D \rightarrow A$	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $A \rightarrow B$ 과정에서 기체는 열을 흡수한다.
- ㄴ. $B \rightarrow C$ 과정에서 기체의 내부 에너지는 일정하다.
- ㄷ. 열기관의 열효율은 0.2이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

170

다음은 어떤 발명가가 고안한 장치에 대한 설명이다.

그림과 같이 구슬과 원통을 배치하면 구슬이 떨어지면서 영원히 원통을 회전시키는 장치를 만들 수 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 외부에서 에너지를 공급하지 않고도 계속 일을 할 수 있는 장치이다.
- ㄴ. 실제로 제작이 가능한 장치이다.
- ㄷ. 열역학 제1법칙에 위배된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

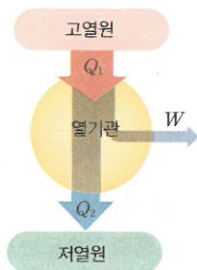
4 열기관과 열효율

★고빈출

168

그림은 고열원에서 Q_1 의 열량을 흡수하여 W 의 일을 하고 저열원으로 Q_2 의 열량을 방출하는 열기관을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?



보기

- ㄱ. $W = Q_1 + Q_2$ 이다.
- ㄴ. 열기관의 열효율은 $\frac{W}{Q_1}$ 이다.
- ㄷ. $Q_2 = 0$ 인 열기관을 만들 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

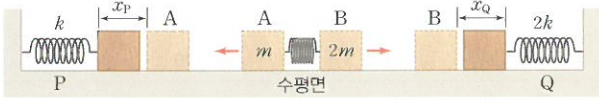
STEP 3

단원 종합 문제로 만점 도전하기

03 역학적 에너지 보존

171

그림은 마찰이 없는 수평면에서 용수철의 양 끝에 접촉되어 용수철을 압축시킨 물체 A, B를 가만히 놓았더니 A, B가 용수철 P, Q에 각각 충돌한 후 용수철을 최대 압축시킨 것을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 $m, 2m$ 이고, P, Q의 용수철 상수는 각각 $k, 2k$ 이다.



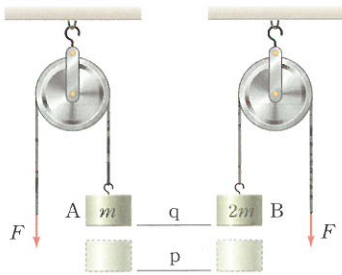
P, Q의 최대 압축 길이를 각각 x_p, x_q 라고 할 때, $\frac{x_p}{x_q}$ 는? (단, 물체의 크기, 용수철의 질량, 공기 저항은 무시한다.)

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

★ 고빈출

172

그림은 물체 A, B가 각각 크기가 F 인 힘을 받으며 기준선 p에서 기준선 q까지 속력이 증가하는 등가속도 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 $m, 2m$ 이다.



A, B가 p에서 q까지 운동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기, 실의 질량, 공기 저항과 모든 마찰은 무시한다.)

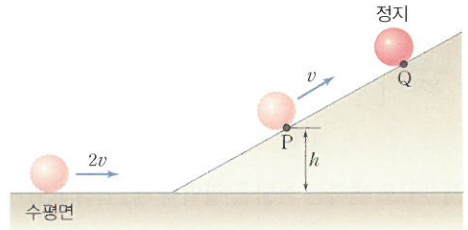
보기

- ㄱ. A의 역학적 에너지는 증가한다.
- ㄴ. 물체의 중력에 의한 위치 에너지 증가량은 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 크기가 F 인 힘이 한 일은 A에서 B에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

173

그림은 수평면에서 속력 $2v$ 로 운동하던 물체가 빗면의 점 P를 지난 후 점 Q에서 정지한 순간의 모습을 나타낸 것이다. P의 높이는 h 이고, P에서 물체의 속력은 v 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기, 공기 저항과 마찰은 무시한다.)

보기

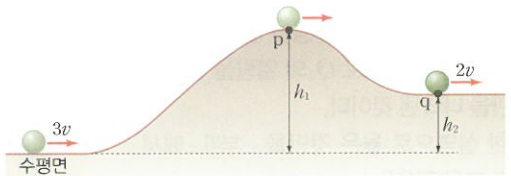
- ㄱ. P에서 물체에 작용하는 알짜힘의 방향은 운동 방향과 같다.
- ㄴ. 물체의 역학적 에너지는 P에서 Q에서보다 크다.
- ㄷ. Q의 높이는 $\frac{4}{3}h$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

✓ 최다오답

174

그림은 수평면에서 $3v$ 의 속력으로 운동하는 물체가 높이가 h_1 인 점 p를 지난 후 높이가 h_2 인 점 q를 지나고 있는 것을 나타낸 것이다. p에서 중력에 의한 위치 에너지는 운동 에너지의 2배이고, q에서 속력은 $2v$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기, 공기 저항과 마찰은 무시한다.)

보기

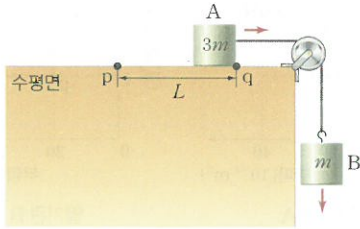
- ㄱ. p에서 속력은 $\sqrt{3}v$ 이다.
- ㄴ. $h_1 = \frac{4}{3}h_2$ 이다.
- ㄷ. q에서 중력에 의한 위치 에너지는 운동 에너지의 $\frac{5}{4}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

175

난이도 **상**

그림은 물체 A, B를 실로 연결한 후 A를 수평면의 점 p에 가만히 놓았더니 등가속도 운동을 하여 A가 점 q를 지나는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 $3m, m$ 이고, p와 q 사이의 거리는 L 이다.



A가 p에서 q까지 운동하는 동안, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기, 실의 질량, 공기 저항과 모든 마찰은 무시한다.)

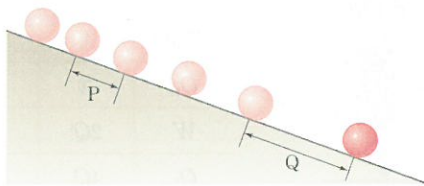
보기

- ㄱ. A를 p에 가만히 놓은 순간부터 A가 q를 지날 때까지 걸린 시간은 $\sqrt{\frac{8L}{g}}$ 이다.
- ㄴ. B의 역학적 에너지는 일정하다.
- ㄷ. A가 q를 지나는 순간 B의 속력은 $\sqrt{\frac{gL}{2}}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

176

그림은 경사면에서 등가속도 운동을 하는 물체의 위치를 일정한 시간 간격으로 나타낸 것이다. 구간 P, Q에서 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 같다.



물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기, 공기 저항과 마찰은 무시한다.)

보기

- ㄱ. P에서 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 운동 에너지 증가량보다 크다.
- ㄴ. 중력이 물체에 한 일은 P에서가 Q에서보다 작다.
- ㄷ. 운동 에너지의 증가량은 P에서와 Q에서가 같다.

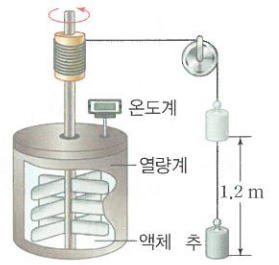
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 열과 에너지 및 열효율

성고빈출

177

그림과 같은 줄의 실험 장치에 질량이 4.2 kg인 추를 매달고 높이가 1.2 m인 지점에서 가만히 놓았더니 추가 일정한 속력으로 운동하였다. 이때 열량계 속의 날개가 회전하여 액체의 온도가 올라간다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 열의 일당량은 4.2 J/cal 이다. 추의 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 모두 물의 온도 변화에만 사용되고, 실의 질량은 무시한다.)

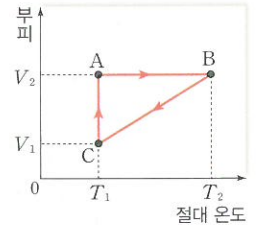
보기

- ㄱ. 추가 낙하하는 동안 추의 역학적 에너지 감소량은 추의 중력에 의한 위치 에너지 감소량과 같다.
- ㄴ. 추가 낙하하는 동안 액체 입자의 운동 에너지는 감소한다.
- ㄷ. 추가 낙하했을 때 액체가 흡수한 열량은 12 cal이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

178

그림은 일정량의 이상 기체의 상태가 A → B → C → A를 따라 변할 때, 기체의 부피를 절대 온도에 따라 나타낸 것이다. B → C 과정은 원점을 통과하는 직선상에 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

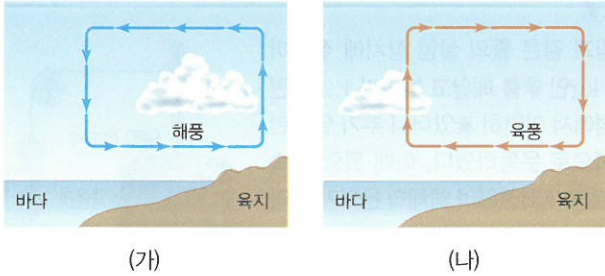
보기

- ㄱ. A → B 과정에서 기체는 외부에 일을 한다.
- ㄴ. B → C 과정에서 기체는 외부에 열을 방출한다.
- ㄷ. C → A 과정에서 기체는 내부 에너지는 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

179

그림 (가), (나)는 해풍과 육풍이 부는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

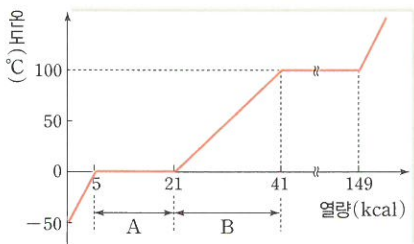
보기

- ㄱ. (가), (나)는 대류로 설명할 수 있다.
- ㄴ. 낮에는 육지에서 상승 기류가 발생한다.
- ㄷ. 밤에는 육지에서 바다 쪽으로 바람이 분다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

180

그림은 일정량의 얼음을 가열하기 시작한 후, 공급한 열량에 따른 온도를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

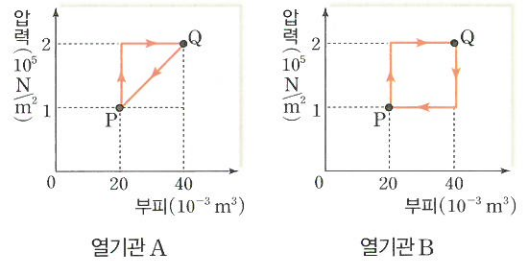
- ㄱ. A 구간에는 얼음과 물이 섞여 있다.
- ㄴ. B 구간에서 물의 내부 에너지는 증가한다.
- ㄷ. 물의 기화열은 얼음의 용해열보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

181

난이도 상

그림은 열기관 A, B 내부에 들어 있는 일정량의 단원자 분자 이상 기체의 상태 변화를 압력과 부피의 관계로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

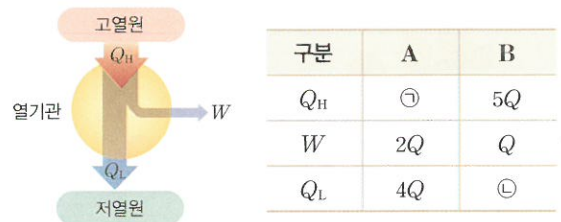
- ㄱ. P에서 Q까지 외부로부터 흡수한 열량은 A와 B가 같다.
- ㄴ. Q에서 P까지 외부에 방출한 열량은 A와 B가 같다.
- ㄷ. 열효율은 A가 B의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

심고빈출

182

그림은 고열원으로부터 Q_H 의 열을 흡수하여 W 의 일을 하고 저열원으로 Q_L 의 열을 방출하는 열기관을 나타낸 것이다. 표는 열기관 A, B에서의 Q_H, W, Q_L 을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

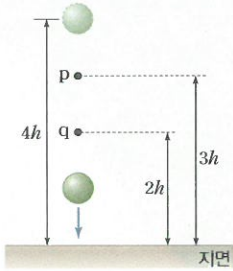
- ㄱ. ㉠은 ㉡의 $\frac{3}{2}$ 배이다.
- ㄴ. 열효율은 A가 B의 $\frac{5}{3}$ 배이다.
- ㄷ. 열기관은 일을 열에너지로 전환한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형 문제

183

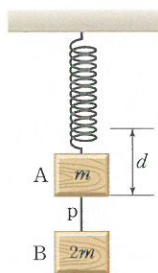
그림은 높이가 $4h$ 인 지점에서 가만히 놓은 물체가 등가속도 운동을 하여 경로상의 점 p, q를 지나는 것을 나타낸 것이다. p, q는 지면으로부터의 높이가 각각 $3h, 2h$ 인 지점이다. p에서 중력에 의한 위치 에너지는 E_p 이고, q에서 운동 에너지는 K_q 이다.



$\frac{E_p}{K_q}$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 공기 저항은 무시한다.)

184

그림은 물체 A, B를 실 p로 연결하여 용수철에 매달았더니 용수철이 원래 길이로부터 d 만큼 늘어난 상태로 A, B가 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 $m, 2m$ 이다. p를 끊었을 때, A가 위로 올라가는 동안 최대 속력은 v 이다. (단, 물체의 크기, 용수철과 실의 질량, 공기 저항은 무시한다.)

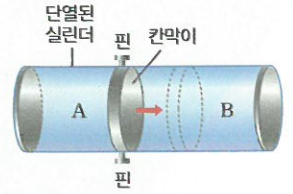


(1) p를 끊은 순간부터 A의 속력이 v 가 되는 지점까지 A가 올라간 높이를 풀이 과정과 함께 구하시오.

(2) v 를 풀이 과정과 함께 구하시오.

185

그림은 핀으로 고정된 단열 칸막이에 의해 두 부분 A와 B로 나누어진 단열된 실린더에 이상 기체가 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 핀을 제거하였더니 칸막이는 B의 부피가 감소하는 방향으로 움직이다가 정지하였다.



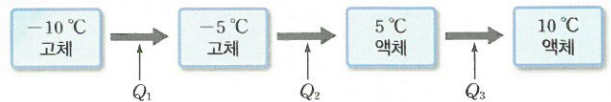
(1) 핀을 제거하기 전 A와 B의 압력을 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

(2) 핀을 제거한 후 B의 온도 변화에 대해 서술하시오.

186

나이다 상

그림은 -10°C 의 고체 상태에 있는 어떤 물질을 10°C 의 액체 상태로 변화시키는 과정에서 열량 Q_1, Q_2, Q_3 이 각각 공급된 것을 나타낸 것이다. 0°C 에서 상태 변화가 일어나며 $Q_3 > Q_1$ 이다.

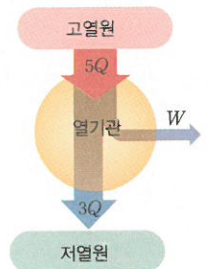


(1) 고체일 때와 액체일 때 비열을 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

(2) 상태 변화가 일어나는 동안 공급한 열량을 풀이 과정과 함께 구하시오.

187

그림은 한 번 순환 과정에서 고열원으로부터 $5Q$ 의 열을 흡수하여 외부에 W 의 일을 하고 저열원으로 $3Q$ 의 열을 방출하는 열기관을 모식적으로 나타낸 것이다.



(1) 이 열기관이 100번 순환하는 동안 외부에 하는 일을 풀이 과정과 함께 구하시오.

(2) 이 열기관의 열효율을 풀이 과정과 함께 구하시오.