

완자 · 역학과 에너지

내신만점 · 실력UP 집중

II 열과 에너지

1 열과 일

02

이상 기체 법칙

내신만점 · 실력UP

II-1-02 이상 기체 법칙



내신 만점 문제

A 비열과 잠열

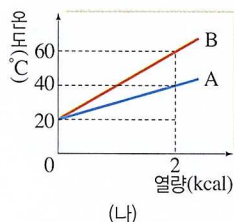
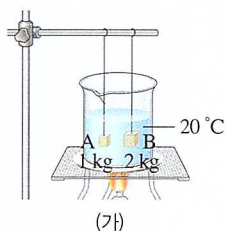
중요 01 표는 세 물질 A, B, C의 질량과 비열을 나타낸 것이다.

물질	A	B	C
질량(kg)	1	2	2
비열(kcal/kg·K)	0.1	1	0.7

세 물질이 같은 열량을 흡수했을 때 온도 변화량 T_A , T_B , T_C 를 옳게 비교한 것은?

- ① $T_A > T_B > T_C$ ② $T_A > T_C > T_B$
 ③ $T_B > T_A > T_C$ ④ $T_C > T_A > T_B$
 ⑤ $T_C > T_B > T_A$

02 그림 (가)는 20°C의 물에 물과 온도가 같은 물체 A와 B를 넣고 열을 가하는 모습을, (나)는 A, B가 흡수한 열량에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 1 kg, 2 kg이다.



A와 B의 비열을 각각 c_A , c_B 라고 할 때, $c_A : c_B$ 는?

- ① 1 : 1 ② 1 : 2 ③ 1 : 4
 ④ 2 : 1 ⑤ 4 : 1

서술형

03 구리와 알루미늄을 2 : 3의 질량비로 혼합한 합금의 비열은 얼마인지 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 구리의 비열은 0.09 kcal/kg·°C이고, 알루미늄의 비열은 0.2 kcal/kg·°C이다.)

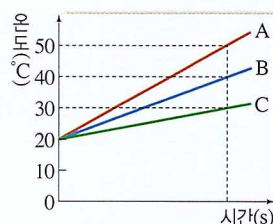
서술형

04 표는 질량과 온도가 서로 다른 물질 A, B, C, D에 같은 양의 열을 공급할 때 온도 변화를 나타낸 것이다.

물질	질량(kg)	처음 온도(°C)	나중 온도(°C)
A	0.1	10	30
B	0.15	15	35
C	0.2	10	20
D	0.3	15	30

A~D 중 서로 같은 종류의 물질을 쓰고, 그 까닭을 서술하시오. (단, 공급된 열은 외부로 손실되지 않고, 모두 온도 변화에만 사용된다.)

05 그림은 질량이 각각 100 g, 200 g, 200 g인 세 물질 A, B, C를 같은 열원으로 가열할 때의 시간에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다.



A, B, C의 열용량을 각각 C_A , C_B , C_C 라고 할 때, $C_A : C_B : C_C$ 는? (단, 세 물질의 처음 온도는 20°C로 같다.)

- ① 1 : 2 : 3 ② 2 : 3 : 6 ③ 3 : 2 : 1
 ④ 3 : 4 : 5 ⑤ 5 : 4 : 3

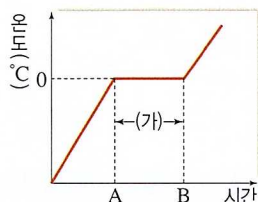
06 물의 비열은 금속이나 암석과 같은 물질에 비해 큰 편이다. 이 현상과 관련이 있는 것으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 한낮에는 해안가 근처 육지의 온도가 바다의 온도보다 높다.
 ㄴ. 외부에서 열을 흡수하더라도 몸의 온도가 크게 변하지 않아 체온을 유지하기가 쉽다.
 ㄷ. 상태 변화가 일어나는 동안 온도가 변하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림은 단열 용기에 얼음을 넣고 전열기를 사용해 계속 일정하게 가열하면서 측정한 얼음의 온도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



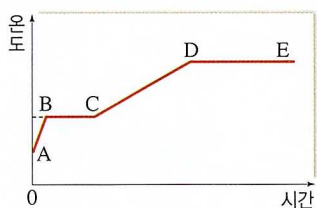
(가) 구간에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (가) 구간에서는 열의 이동이 없다.
- ㄴ. (가) 구간에서는 열을 흡수하지 않는다.
- ㄷ. 얼음의 양을 증가시키면 (가) 구간의 길이가 길어진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

중요 **08** 그림은 고체 상태인 물체에 단위 시간당 일정한 열량을 공급할 때 시간에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다.



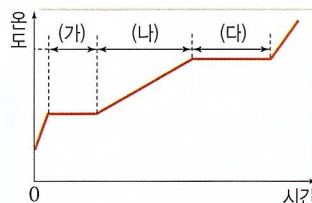
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 액체 상태일 때가 고체 상태일 때보다 비열이 크다.
- ㄴ. 기화열이 융해열보다 크다.
- ㄷ. DE 구간은 액체 상태이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림은 고체 상태인 물체에 일정한 열량을 공급하면서 가열할 때 물체의 온도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (가) 구간에서 흡수한 열량을 질량으로 나눈 값은 물체의 열용량과 같다.
- ㄴ. (나) 구간은 액체 상태이다.
- ㄷ. (다) 구간에서 흡수한 열량은 물질의 상태 변화에 사용된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 잠열을 이용하는 예로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 냉장고에서 냉매를 이용하여 온도를 낮춘다.
- ㄴ. 무더운 여름에 도로나 기차 선로에 물을 뿌린다.
- ㄷ. 노트북의 중앙 처리 장치에서 발생하는 열을 냉매를 이용하여 외부로 방출한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 이상 기체 법칙

11 이상 기체에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 분자의 크기가 무시할 정도로 작다.
- ㄴ. 분자 간의 인력이 작용하지 않는다.
- ㄷ. -273°C 에서 부피가 최대가 된다.

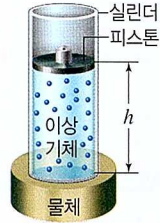
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 다음은 이상 기체의 압력, 온도, 부피의 관계를 알아보기 위한 사고 실험이다.

[실험 I]

(가) 그림과 같이 온도가 15°C 인 물체 위에 실린더를 놓고, 피스톤 위에 질량 1 kg 인 추를 1개 올려놓았을 때 높이 h 를 측정한다.

(나) 동일한 추를 2개, 3개, ... 씩 차례로 피스톤 위에 올려놓으면서 과정 (가)를 반복한다.

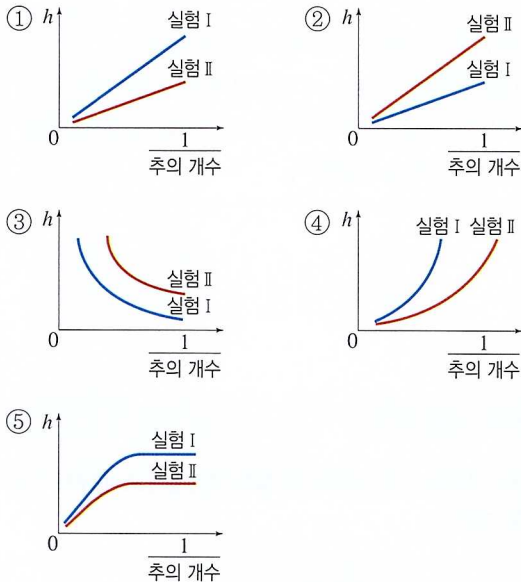


[실험 II]

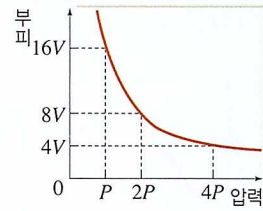
(가) 온도가 70°C 인 물체 위에 실린더를 놓고, 피스톤 위에 질량 1 kg 인 추를 1개 올려놓았을 때 높이 h 를 측정한다.

(나) 동일한 추를 2개, 3개, ... 씩 차례로 피스톤 위에 올려놓으면서 과정 (가)를 반복한다.

실험 결과를 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, 이상 기체의 온도는 항상 물체의 온도와 같고, 모든 마찰 및 대기압, 피스톤의 질량은 무시한다.)



13 그림은 이상 기체의 부피를 압력에 따라 나타낸 것이다.



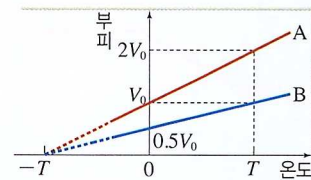
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 샤를 법칙을 나타내는 그래프이다.
- ㄴ. 압력이 $3P$ 일 때의 부피는 $\frac{16}{3}V$ 이다.
- ㄷ. 비행기가 하늘 높이 올라가면 비행기 안의 과자 봉지가 부풀어 오르는 것과 관련이 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 14 그림은 두 이상 기체 A와 B의 부피와 온도 사이의 관계를 나타낸 것으로 두 기체의 압력은 같고 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 압력이 일정할 때 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다.
- ㄴ. 기체의 몰수는 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. 열기구가 위로 떠오르는 현상을 설명할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 및 해설

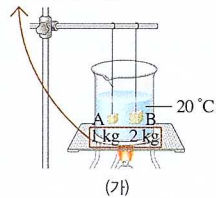
내신만점문제 · 실력UP문제
이상 기체 법칙

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

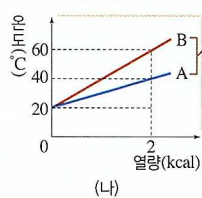
01 물체가 흡수한 열량을 Q , 물체의 비열, 질량, 온도 변화량을 각각 c , m , ΔT 라고 하면 $Q = cm\Delta T$ 에서 $\Delta T = \frac{Q}{cm}$ 이므로 온도 변화량은 물체의 비열과 질량의 곱에 반비례한다. A, B, C의 비열 $\times$ 질량을 비교하면 0.1 : 2 : 1.4이므로 온도 변화량은 A가 가장 크고, B가 가장 작다. 따라서 $T_A > T_C > T_B$ 이다.

02 품평 문제 분석

질량이 제시되었으므로 비열을 구할 수 있다.



온도 변화가 B가 A의 2배이다.



A와 B가 2 kcal의 열량을 흡수했을 때 A, B의 온도 변화량이 각각 20°C, 40°C이므로 A와 B가 얻은 열량은 $Q = cm\Delta T$ 에서 $Q_A = c_A \times 1 \text{ kg} \times 20^\circ\text{C}$, $Q_B = c_B \times 2 \text{ kg} \times 40^\circ\text{C}$ 이다. A, B가 흡수한 열량은 같으므로 $Q_A = Q_B$ 에서 $c_A : c_B = 4 : 1$ 이다.

03 두 개의 금속으로 이루어진 합금의 비열은 각 금속의 비열과 질량에 의해 결정된다.

모범 답안 고체 상태의 합금 5 kg의 온도를 1°C 높이면 구리 2 kg과 알루미늄 3 kg의 온도가 1°C 높아진다. 따라서 합금의 비열을 c 라고 하면, 합금이 얻은 열량 = 구리가 얻은 열량 + 알루미늄이 얻은 열량이므로 $c \times 5 \times 1 = (0.09 \times 2 \times 1) + (0.2 \times 3 \times 1)$ 에서 $c = 0.156 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 이다.

채점 기준	배점
합금을 이루고 있는 금속의 질량비를 고려하여 합금의 비열을 풀이 과정과 함께 옳게 구한 경우	100 %
합금의 비열만 옳게 쓴 경우	50 %

04 비열은 물질의 열적 특성을 나타내는 척도이므로 비열을 통해 물질을 구별할 수 있다.

모범 답안 A와 C, $Q = cm\Delta T$ 에서 물질이 받은 열량 Q 가 같으므로 질량과 온도 변화량의 곱 $m\Delta T$ 가 같으면 비열 c 가 같으므로 서로 같은 종류의 물질로 볼 수 있다. 질량과 온도 변화량의 곱은 A가 $0.1 \times (30 - 10) = 2$, B가 $0.15 \times (35 - 15) = 3$, C가 $0.2 \times (20 - 10) = 2$, D가 $0.3 \times (30 - 15) = 4.5$ 이므로 A와 C의 비열이 같다.

채점 기준	배점
비열이 같은 것을 옳게 고르고, 그 까닭을 옳게 서술한 경우	100 %
비열이 같은 것만 옳게 고른 경우	40 %

05 A, B, C를 같은 열원으로 가열하였으므로 걸린 시간이 같으면 A, B, C에 공급된 열량도 같다.

A가 20°C에서 50°C가 되는 동안 공급된 열량
= B가 20°C에서 40°C가 되는 동안 공급된 열량
= C가 20°C에서 30°C가 되는 동안 공급된 열량

열용량은 $C = \frac{Q}{\Delta T}$ 이므로 $C_A : C_B : C_C = \frac{Q}{\Delta T_A} : \frac{Q}{\Delta T_B} : \frac{Q}{\Delta T_C} = \frac{1}{\Delta T_A} : \frac{1}{\Delta T_B} : \frac{1}{\Delta T_C} = \frac{1}{30^\circ\text{C}} : \frac{1}{20^\circ\text{C}} : \frac{1}{10^\circ\text{C}} = 2 : 3 : 6$ 이다.

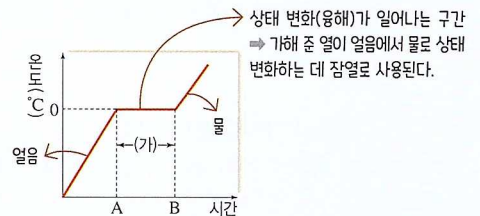
06 ㄱ. 낮에는 비열이 작은 육지의 온도가 더 빨리 올라가고 밤에는 육지의 온도가 더 빨리 낮아져 바다와 육지 사이에 온도차가 생긴다.

ㄴ. 우리 몸의 70 % 정도는 물로 되어 있다. 물은 비열이 커서 외부 온도에 따른 몸의 온도 변화가 적으므로 체온을 유지하기가 쉽다.

바로알기 ㄷ. 상태 변화가 일어나는 동안 온도가 변하지 않는 까닭은 흡수 또는 방출된 열이 상태 변화를 일으키는 데 사용되기 때문이다. 이것은 기화열이나 용해열과 관계가 있으며 비열과 직접적인 관계는 없다.

07 품평 문제 분석

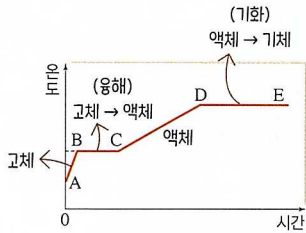
- 열을 가열하면 열이 상태 변화에 사용되어 온도가 변하지 않는 구간이 생긴다.
- 물질의 상태 변화에 사용되는 열을 잠열 또는 숨은열이라고 한다.



ㄷ. 상태 변화에 필요한 에너지 $Q = mL$ 에서 열음의 양을 증가시키면 열음의 질량 m 이 증가하여 Q 가 증가하므로 상태 변화에 필요한 열의 양이 많아진다. 따라서 상태 변화가 일어나는 시간, 즉 (가) 구간의 길이가 길어진다.

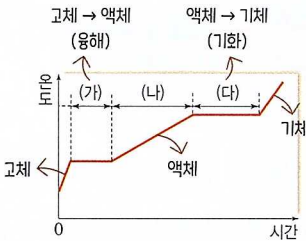
바로알기 ㄱ, ㄴ. (가) 구간은 상태 변화가 일어나는 구간으로, 흡수된 열이 상태 변화를 일으키는 데 사용된다. 따라서 열의 이동이 없는 열평형 상태가 아니다.

08 — 꼼꼼 문제 분석



- ㄱ. 온도 변화가 AB 구간(고체 상태)이 CD 구간(액체 상태)보다 더 잘 일어나므로 비열은 액체 상태가 고체 상태보다 크다.
 ㄴ. BC 구간(용해 구간)에 걸린 시간보다 DE 구간(기화 구간)에 걸린 시간이 길므로 기화열이 용해열보다 크다.
 [바로알기] ㄷ. DE 구간은 상태가 액체에서 기체로 변하는 구간이다.

09 — 꼼꼼 문제 분석



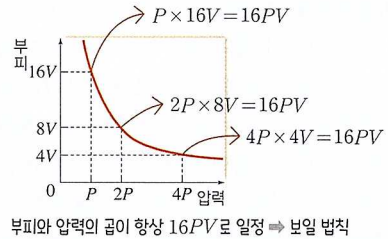
- ㄴ. (가) 구간은 용해가 일어나는 구간이므로 (나) 구간은 액체 상태이다.
 ㄷ. (다) 구간은 기화가 일어나는 구간으로 물체가 흡수한 열량은 액체에서 기체로 상태 변화하는 데 사용되어 온도 변화가 없다.
 [바로알기] ㄱ. (가) 구간에서 흡수한 열량을 질량으로 나눈 값은 융해열이다.

- 10** ㄱ. 냉장고에서는 냉매가 기화할 때 잠열을 흡수하는 것을 이용하여 온도를 낮춘다.
 ㄴ. 무더운 여름에 도로나 기차 선로에 물을 뿌리면 물이 기화하면서 잠열을 흡수하여 열기를 식힌다.
 ㄷ. 노트북 컴퓨터와 같이 좁은 공간에서 열이 많이 발생하는 전자 기기는 잠열을 이용한 냉각 시스템의 원리를 활용하여 중앙 처리 장치에서 발생하는 열을 효과적으로 방출한다.

- 11** ㄱ, ㄴ. 이상 기체는 분자의 크기가 무시할 정도로 작고, 분자 간의 인력이 없는 기체이다.
 [바로알기] ㄷ. -273°C 에서 부피가 0이 되어야 샤를 법칙을 만족한다.

- 12** 보일 법칙에 의해 온도가 일정할 때 부피(V)는 압력(P)에 반비례하므로 $V \propto \frac{1}{P}$ 이다. 이때 실린더의 단면적을 A 라고 하면, 이상 기체의 부피 $V = Ah$ 에서 V 는 h 에 비례한다. 또한 대기압은 무시하므로, 올려놓은 추의 개수를 n , 중력 가속도를 g 라고 하면 이상 기체의 압력은 $P = \frac{n \times 1 \text{ kg} \times g}{A}$ 이다. 이때 피스톤의 단면적 A 는 일정하므로, P 는 추의 개수 n 에 비례한다. 따라서 $V \propto \frac{1}{P}$ 로부터 $h \propto \frac{1}{n}$ 이 성립한다. 즉, h 와 $\frac{1}{\text{추의 개수}}$ 이 비례 관계가 되어야 한다(①, ②). 또한 샤를 법칙에 의해 압력이 같을 때 부피는 온도에 비례한다. 실린더를 올려놓은 물체의 온도는 [실험 II]에서가 [실험 I]에서보다 높으므로 이상 기체의 온도는 [실험 II]에서가 [실험 I]에서보다 높다. 따라서 같은 압력일 때 이상 기체의 부피는 [실험 II]에서가 [실험 I]에서보다 커야 한다(②, ③). 따라서 모든 조건을 만족하는 ②의 그래프가 가장 적절하다.

13 — 꼼꼼 문제 분석

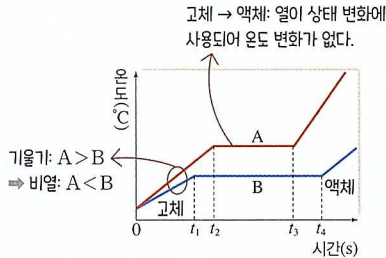


- ㄴ. 부피와 압력의 곱이 항상 $16PV$ 로 일정하므로, 압력이 $3P$ 일 때 부피는 $\frac{16PV}{3P} = \frac{16V}{3}$ 이다.
 ㄷ. 비행기가 하늘 높이 올라가면 기압이 낮아지므로 비행기 안의 과자 봉지가 부풀어 오른다. 이것은 보일 법칙과 관련이 있다.
 [바로알기] ㄱ. 부피와 압력의 곱이 항상 $16PV$ 로 일정하므로, 이는 보일 법칙을 나타낸 그래프이다. 샤를 법칙은 기체의 양과 압력이 일정할 때, 기체의 절대 온도와 부피는 서로 비례한다는 법칙이다.

- 14** ㄱ. 그래프의 기울기가 일정하므로 압력이 일정할 때 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다.
 ㄴ. 압력과 온도가 같을 때 A의 부피가 B의 2배이므로 $PV = nRT$ 에서 n (몰수)도 A가 B의 2배이다.
 ㄷ. 열기구 내부의 공기는 아래쪽에서 열을 가하면 팽창하여 부력이 중력보다 커지므로 위로 떠오른다. 이것은 샤를 법칙과 관련이 있다.

01 ② 02 ④ 03 ④ 04 ⑤

01 품평 문제 분석

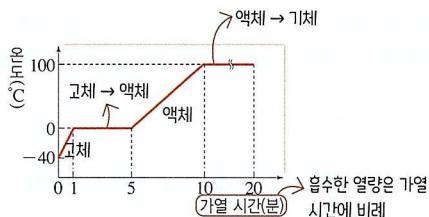


ㄴ. $Q = cm\Delta T$ 에서 $\Delta T = \frac{Q}{cm}$ 이므로 같은 열량(Q)을 가할 때, 비열(c)이 클수록 온도 변화량(ΔT)가 작다. 따라서 고체일 때의 비열은 기울기가 작은 B가 A보다 크다.

ㄷ. 융해열은 질량 1 kg인 물질이 고체에서 액체가 될 때 필요한 열량이다. 한편 고체에서 액체로 상태가 변할 때는 온도가 변하지 않으므로 A의 $t_2 \sim t_3$, B의 $t_1 \sim t_4$ 구간이 융해열이 사용된 구간이다. 따라서 A의 경우 $t_2 \sim t_3$ 동안 가해 준 열량을 A의 질량으로 나눈 값이 융해열이고, B의 경우 $t_1 \sim t_4$ 동안 가해 준 열량을 B의 질량으로 나눈 값이 융해열이다. 가해 준 열량은 시간에 비례하므로 $t_2 \sim t_3$ 동안 A에 가해 준 열량이 $t_1 \sim t_4$ 동안 B에 가해 준 열량보다 작다. 즉, A와 B의 질량은 같고, 가해 준 열량은 A가 B보다 작으므로 융해열은 A가 B보다 작다.

ㄹ. 고체 상태의 두 물질 A와 B를 동일한 열원으로 동시에 가열 하였으므로 A와 B가 받은 열량은 시간에 비례한다. 따라서 시간 0초부터 t_2 초까지 받은 열량은 A와 B가 서로 같다.

02 품평 문제 분석



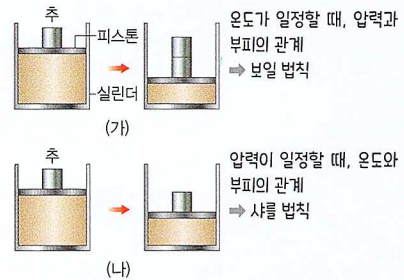
ㄴ. 고체가 단위 시간 동안 흡수한 열량이 같으므로 1분부터 5분까지 흡수한 열량은 0분부터 1분까지 흡수한 열량인 4 kcal의 4배인 16 kcal이다. 고체의 질량이 0.2 kg이므로 융해열 = $\frac{16 \text{ kcal}}{0.2 \text{ kg}} = 80 \text{ kcal/kg}$ 이다.

ㄷ. 액체 상태에서 온도가 0°C에서 100°C까지 변하는 동안 흡수한 열량은 4 kcal의 5배인 20 kcal이고 질량이 0.2 kg이므로 비열은 $\frac{20 \text{ kcal}}{0.2 \text{ kg} \times 100^\circ\text{C}} = 1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 이다.

ㄹ. 0~1분까지 흡수한 열량은 $Q = cm\Delta T$ 에서 $0.5 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} \times 0.2 \text{ kg} \times 40^\circ\text{C} = 4 \text{ kcal}$ 이다.

03 품평 문제 분석

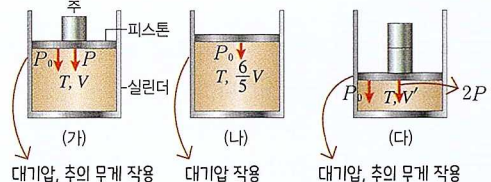
압력(P), 부피(V), 온도(T) 사이에는 ' $\frac{PV}{T} = \text{일정}$ '이 성립한다.



기체의 부피 V , 압력 P , 절대 온도 T 사이에는 $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$ 의 관계가 성립하고 기체가 빠져나가거나 새로 들어오지 않으므로 몰수가 변하지 않으므로 이 값은 일정하게 유지된다. 따라서 실험 과정에서 일정한 값을 갖는 것은 $\frac{\text{압력} \times \text{부피}}{\text{절대 온도}}$ 이다.

04 품평 문제 분석

피스톤에는 대기압과 추의 무게가 작용하는 압력이 작용하며, 실린더 안의 기체와 압력이 같다.



대기압을 P_0 , 추 1개의 무게가 피스톤에 작용하는 압력을 P 라고 하면 (가)와 (나)에서 $(P_0 + P)V = P_0 \times \frac{6}{5}V$ 가 성립하고, (가)와 (다)에서 $(P_0 + P)V = (P_0 + 2P)V'$ 가 성립한다. 따라서 두 식으로부터 $P = \frac{1}{5}P_0$ 이고, $V' = \frac{6}{7}V$ 이다.

중단원 핵심정리

106쪽~107쪽

- ① 전도 ② 비례 ③ 직접 ④ 전자기파 ⑤ 단열
⑥ 두껍게 ⑦ 낮은 ⑧ 증가 ⑨ 선팡창 계수 ⑩ 바이메탈
⑪ 비열 ⑫ 잠열 ⑬ 온도 ⑭ 액체 ⑮ 반비례 ⑯ 비례
⑰ 게이뤼삭 ⑱ 수 ⑲ 이상 기체 법칙 ⑳ 샤를

중단원 마무리 문제

108쪽~111쪽

- 01 ③ 02 ④ 03 ⑤ 04 ① 05 ④ 06 ②
07 ① 08 ① 09 ① 10 ③ 11 ② 12 ①
13 ① 14 해설 참조 15 해설 참조
16 해설 참조

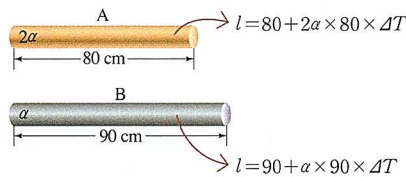
01 ㄱ. 모닥불 위에 있는 냄비는 전도에 의해 손잡이까지 열이 전달된다. 따라서 장갑을 끼고 뜨거운 손잡이를 잡는 것은 전도에 의한 열전달을 차단하기 위한 것이다.

ㄴ. 모닥불에서 나오는 빛이나 열은 다른 물질의 도움 없이 직접 손으로 열이 전달된다. 이것은 한 물체에서 다른 물체로 열을 전달하는 복사 형태로 열전달이 일어나는 것이다.

④ **바로알기** ㄴ. 물이 수증기로 상태 변화가 일어날 때는 열이 상태 변화에 사용되므로 온도가 상승하지 않는다.

02 — 낱말 문제 분석

나중 길이 $l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T$ 이다.



금속 막대의 처음 길이를 l_0 , 늘어난 길이를 Δl , 최종 길이를 l 이라고 하면 $l = l_0 + \Delta l$ 이고, $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$ 이다. 이때 α 는 선팡창 계수, ΔT 는 온도 변화량이다. 따라서 최종 길이는 $l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T$ 이고, 두 금속 막대의 최종 길이가 같으므로 $l = 80 + 2\alpha \times 80 \times \Delta T = 90 + \alpha \times 90 \times \Delta T$ 에서 $7\alpha \Delta T = 1$ 이다. 두 막대의 나중 온도를 x 라고 하면, $\Delta T = x - 20$ 이므로 $\frac{1}{7\alpha} = x - 20$ 에서 $x = \left(20 + \frac{1}{7\alpha}\right)^\circ\text{C}$ 이다.

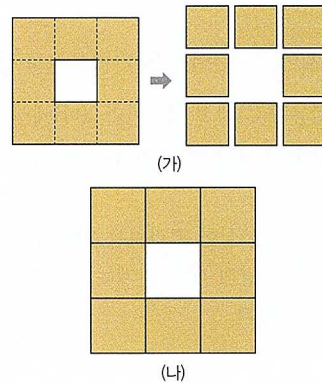
03 ㄱ. 뜨거운 물을 담았을 때와 차가운 물을 담았을 때 모두 빨대로 감싼 경우가 온도 변화가 가장 적으므로 단열 효과가 가장 좋은 단열재는 빨대이다.

ㄴ. 빨대, 솜, 뽁뽁이, 신문지 순으로 온도 변화가 적고, 온도 변화가 적을수록 단열 효과가 좋다. 빨대, 솜, 뽁뽁이에는 공기가 많이 들어 있으므로 공기가 많이 들어 있으면 단열 효과가 좋다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 실험 결과를 통해 뜨거운 물을 담았을 때 온도 변화가 적은 경우는 차가운 물을 담았을 때도 온도 변화가 적으므로 보온에 효과가 좋은 단열재는 보냉에서도 효과가 좋다는 것을 알 수 있다.

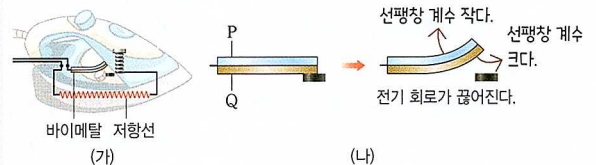
04 — 낱말 문제 분석

물체에 열을 가하면 길이 팽창과 부피 팽창이 일어난다. 그림 (가)와 같이 등간 고리를 펴서 사각 고리의 조각으로 생각해 보자. 여기에 열을 가하면 각각의 조각들이 팽창하게 되어 테두리 부분의 지름이 커지고 그림 (나)와 같이 안쪽 부분의 지름도 커지는 것을 알 수 있다.



금속 고리에 열을 가하면 바깥쪽 부분의 지름 a 도 커지고, 안쪽 지름 b 도 커지게 된다. 이와 같은 원리로 금속의 병뚜껑이 잘 열리지 않을 때 뚜껑을 뜨거운 물에 담가 열을 가하면 뚜껑의 안쪽 지름도 증가하여 쉽게 병뚜껑을 열 수 있다.

05 — 낱말 문제 분석



P	A	C	B	C
Q	B	D	D	A
선팡창 계수 비교:	A < B	C < D	B < D	C < A

ㄴ. 표와 같이 P와 Q에 사용하는 금속을 바꾸었을 때 전기 회로가 모두 끊어졌으므로 선팅창 계수를 비교해 보면 $A < B$, $C < D$, $B < D$, $C < A$ 이다. 따라서 선팅창 계수는 $C < A < B < D$ 이므로 P에는 C를, Q에는 D를 사용하면 가장 빨리 전기 회로를 끊어지게 할 수 있다.

ㄷ. 바이메탈은 전기 다리미, 전기 주전자, 온도계 등의 자동 온도 조절 장치에 쓰인다.

[바로알기] ㄱ. P를 A로, Q를 B로 하였을 때, 전기 회로가 끊어지므로 B가 A보다 잘 늘어난다. 따라서 선팅창 계수는 A가 B보다 작다.

06 ㄷ. 얼음에 물을 뿌리면 얼음에 닿은 물이 얼면서 열을 방출하므로 이글루 안을 따뜻하게 만들 수 있다.

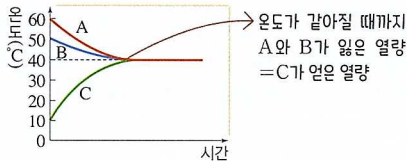
[바로알기] ㄱ. 열이 날 때 물을 몸에 바르면 체온을 낮출 수 있는 것은 물이 기화되면서 열을 흡수하기 때문이다.

ㄴ. 더운 여름날 도로에 물을 뿌리면 주변이 시원해지는 것은 물이 기화되면서 열을 흡수하기 때문이다.

07 ㄱ. 두 액체에 같은 열량을 가했으므로 온도 변화량은 $\Delta T = \frac{Q}{C}$ 에서 열용량(C)에 반비례한다. (나)에서 온도 변화량은 B가 A보다 크므로 열용량은 A가 B보다 크다는 것을 알 수 있다.

[바로알기] ㄴ, ㄷ. 주어진 실험 결과로는 열용량의 대소 관계만을 알 수 있을 뿐이며, 질량의 대소 관계는 알 수 없으므로 비열의 대소 관계도 알 수가 없다.

08 — 품평 문제 분석



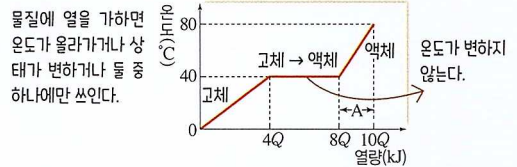
ㄴ. 열용량 C는 $C = cm$ 이므로 비열 c 와 질량 m 의 곱이다. 열용량은 B가 A의 2배이고, 질량은 A가 B의 2배이므로 비열은 B가 A의 4배이다.

[바로알기] ㄱ. A, B가 잃은 열량은 같으므로 $Q = C\Delta T$ 에서 열용량 C와 온도 변화량 ΔT 는 반비례한다. 온도 변화량은 A가 B의 2배이므로 열용량은 A가 B의 $\frac{1}{2}$ 배이다.

ㄷ. C가 얻은 열량 Q_C 는 A와 B가 잃은 열량의 합 $Q_A + Q_B$ 와 같으므로 $Q_C = Q_A + Q_B$ 이다. A, B, C의 비열을 각각 c , $4c$, c_C

라고 하면, $Q = cm\Delta T$ 에 따라 $c_C \times 4m \times 30 = c \times 2m \times 20 + 4c \times m \times 10$ 에서 $c_C = \frac{2}{3}c$ 이므로 C의 비열은 B의 $\frac{1}{6}$ 배이다.

09 — 품평 문제 분석



ㄴ. 물체가 흡수한 열량을 Q, 물체의 열용량을 C, 물체의 온도 변화량을 ΔT 라고 할 때, $Q = C\Delta T$ 에서 열용량 $C = \frac{Q}{\Delta T}$ 이다.

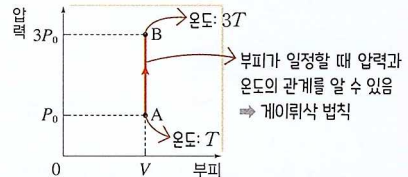
고체일 때와 액체일 때 온도 변화량은 40°C 로 같고, 흡수한 열량은 고체일 때가 액체일 때보다 크다. 따라서 열용량은 고체일 때가 액체일 때보다 크다.

[바로알기] ㄱ. $0 \sim 4Q$ 일 때는 고체 상태, $4Q \sim 8Q$ 일 때는 고체가 액체로 변하는 상태, $8Q \sim 10Q$ 인 A 구간에서는 액체 상태이다.

ㄷ. 응고열은 액체가 고체가 되는 데 방출할 열량이므로 온도 변화가 없는 구간에서 단위 질량당 방출할 열량을 구하면 된다. 따라서 응고열은 $\frac{4Q \text{ kJ}}{0.2 \text{ kg}} = 20Q \text{ kJ/kg}$ 이다.

10 얼음의 질량을 m 이라고 하면, 3분부터 12분까지 가한 열이 얼음을 모두 녹이므로 9분 동안 얼음에 공급한 열량은 $336 \times m \text{ (kJ)}$ 이다. 따라서 3분 동안 가해지는 열량은 $112 \times m \text{ (kJ)}$ 이며, 얼음 상태에서 3분 동안 온도가 54°C 상승하였으므로 얼음의 비열 c 는 $c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{112 \times m}{m \times 54} \approx 2.07 \text{ (kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ 이다.

11 — 품평 문제 분석



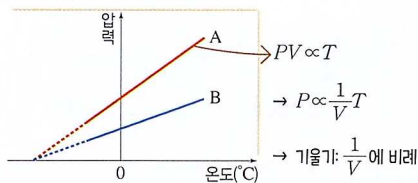
ㄴ. 부피가 일정하므로 기체의 온도는 압력에 비례한다. 따라서 온도는 B에서 A에서의 3배이다.

[바로알기] ㄱ. 부피가 일정할 때, 온도와 압력의 관계는 게이뤼삭 법칙과 관련이 있다.

ㄷ. 열기구 내부의 공기는 열을 가하면 팽창하여 위로 떠오른다. 이것은 샤를 법칙과 관련이 있다.

12 꼼꼼 문제 분석

기체의 부피가 일정할 때 압력(P)과 온도(T)는 비례 $\Rightarrow$ 게이뤼삭 법칙



ㄴ. 압력 P , 부피 V , 절대 온도 T 의 관계는 $PV \propto T$ 이다. 따라서 그래프의 기울기는 $\frac{1}{V}$ 에 비례한다. 0°C 로 온도가 같은 경우 압력과 부피는 반비례하므로 부피는 압력이 작은 B가 A보다 크다.

바로알기 ㄱ. 그래프에서 기체의 압력과 온도가 비례하므로 A의 부피는 일정하다.

ㄷ. 이상 기체의 부피가 일정할 때 기체의 압력과 절대 온도가 비례하는 법칙은 게이뤼삭 법칙이다.

13 ㄱ. 20°C 는 절대 온도로 $20^\circ\text{C} + 273 = 293\text{K}$ 이다.

바로알기 ㄴ. 40°C 는 절대 온도로 313K 이다. 40°C 일 때의 A의 부피를 V_1 이라고 하면 압력이 일정할 때 부피는 절대 온도에 비례한다. $\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$ 에 따라 $\frac{300}{293} = \frac{V_1}{313}$ 이므로 $V_1 \approx 320\text{mL}$ 이다.

ㄷ. 40°C 일 때의 B의 부피를 V_2 라고 하면 $\frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$ 에 따라 $\frac{500}{293} = \frac{V_2}{313}$ 이므로 $V_2 \approx 534\text{mL}$ 이다. 따라서 A, B의 온도가 40°C 가 되면 A와 B의 부피의 차이는 $534 - 320 = 214(\text{mL})$ 이므로 300mL 보다 작다.

14 물질을 구성하는 입자들의 직접적인 이동 없이 물질 내에서 이웃한 분자들 간의 충돌에 의해 열이 전달되는 현상은 전도이다.

모범 답안 나무의 열전도율은 매우 낮아 나무에서는 열의 이동이 많지 않아 피부가 직접 닿아도 화상을 입을 가능성이 낮다. 이것은 금속 냄비의 손잡이를 나무로 하면 냄비는 매우 뜨겁지만 손잡이를 잡으면 뜨거움을 덜 느끼는 것과 같은 원리이다.

채점 기준	배점
나무 의자가 뜨겁지 않다고 느끼는 까닭과 생활 속의 사례를 모두 올바르게 서술한 경우	100 %
나무 의자가 뜨겁지 않다고 느끼는 까닭과 생활 속의 사례 중 한 가지만 올바르게 서술한 경우	50 %

15 **모범 답안** 바다 표면 기압이 1기압이므로 수심이 60 m인 곳에서는 7기압이고, 절대 온도는 $7^\circ\text{C} + 273 = 280\text{K}$ 이다. 바다 표면에서 절대 온

도는 $17^\circ\text{C} + 273 = 290\text{K}$ 이고, 보일·샤를 법칙 $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$ 에서

바다 표면에 닿기 직전 공기 방울의 부피를 V' 라고 하면

$$\frac{7\text{기압} \times 1\text{cm}^3}{280\text{K}} = \frac{1\text{기압} \times V'}{290\text{K}} \text{이므로 } V' = \frac{29}{4}\text{cm}^3 \text{이다.}$$

채점 기준	배점
수심 60 m인 곳의 기압이 7기압임을 설명하고, 풀이 과정과 함께 답을 올바르게 구한 경우	100 %
공기 방울의 부피만 올바르게 쓴 경우	50 %

16 기체의 종류에 관계없이 모든 기체는 동일한 온도와 압력에서 같은 부피 속에 같은 수의 분자를 포함한다.

모범 답안 0°C , 1기압에서 1몰의 기체가 차지하는 부피는 기체의 종류에 관계없이 22.4L 이다. 기체의 분자수가 N 개일 때 압력이 2기압이므로 이 기체는 2몰이며 기체의 분자수는 아보가드로수의 2배이다. 따라서 아보가드로수 N_0 은 $N = 2N_0$ 에서 $N_0 = \frac{N}{2}$ 이다.

채점 기준	배점
아보가드로수의 정의를 문제에 적용하여 분자수와 아보가드로수의 관계를 정확히 서술한 경우	100 %
분자수를 바탕으로 아보가드로수만 올바르게 쓴 경우	50 %

중단원 고난도 문제

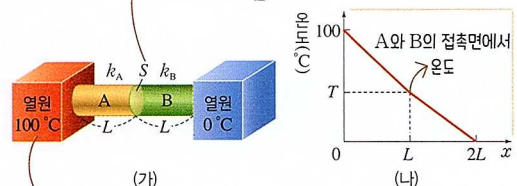
112쪽~113쪽

- 01 ④ 02 ③ 03 ⑤ 04 ① 05 ② 06 ③
07 ④ 08 ③

01 꼼꼼 문제 분석

면적이 S이므로 전도된 열량은 다음과 같다.

$$Q = k \frac{S(T_H - T_L)}{L} t$$



① 열은 고열원에서 A와 B를 통해 저열원으로 이동한다.

② 두 금속 막대의 면적이 같으므로 단위 시간 동안 전도된 열량은 같다.

선택지 분석

- ① 10°C ② 20°C ③ 30°C ④ 40°C ⑤ 50°C