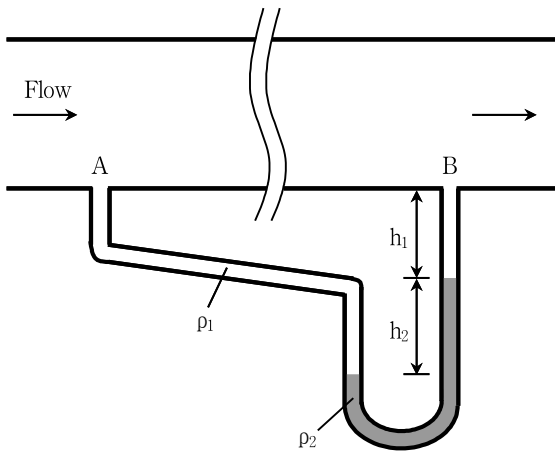


## 화공열역학

문 1. 이상기체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 엔트로피는 온도만의 함수이다.
- ② 엔탈피는 온도만의 함수이다.
- ③ 내부에너지는 온도만의 함수이다.
- ④ 정압비열( $C_p$ )은 온도만의 함수이다.

문 2. 공기가 흐르고 있는 공정 흐름 선상의 두 지점에서의 압력 차이를 측정하기 위해 차압 마노미터를 사용한다. B위치에서 압력 ( $P_B$ )[Pa]은? (단, 공기(1)와 물(2)의 밀도는 각각  $\rho_1 = 1 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $\rho_2 = 1,001 \text{ kg m}^{-3}$ 으로 가정하며, A위치에서 압력  $P_A = 1 \text{ kPa}$ ,  $h_1 = h_2 = 0.01 \text{ m}$ , 중력가속도는  $10 \text{ m s}^{-2}$ 이다)



- ① 80
- ② 90
- ③ 800
- ④ 900

문 3.  $25^\circ\text{C}$ ,  $10 \text{ kPa}$ 의 물이 펌프를 통해  $8,010 \text{ kPa}$ 로 압축되어 방출된다. 펌프의 효율이  $80\%$ 일 때, 압축과정에 필요한 펌프의 일 [ $\text{kJ kg}^{-1}$ ]은? (단, 압축과정 시에 열 교환이 없고 운동에너지와 위치에너지의 변화는 무시한다.  $25^\circ\text{C}$ 에서 물의 비부피는  $1,000 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ 이고 압축과정 동안 비부피는 일정하다)

- ① 6
- ② 8
- ③ 9
- ④ 10

문 4. 외부 온도는  $27^\circ\text{C}$ 이고 내부 온도는  $-73^\circ\text{C}$ 인 조건에서 동작되는 냉장고가 Carnot 냉동 사이클로 운전되고 있다. 이 냉장고의 소비 전력이  $500 \text{ W}$ 이고 전력은 모두 기계적 일로 전환될 때, 냉장고 외부로 배출되는 열량 [ $\text{W}$ ]은?

- ① 1,000
- ② 1,500
- ③ 2,000
- ④ 2,500

문 5.  $2 \text{ kg}$ 의 수증기가  $200^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \text{ MPa}$ 에서  $400^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \text{ MPa}$ 까지 가역적으로 가열될 때, 필요한 열의 양 [ $\text{kJ}$ ]을 다음의 수증기표를 이용하여 구하면?

| $P = 1.0 \text{ MPa}$ (포화온도 = $179.9^\circ\text{C}$ ) |                                            |                                     |                                   |                                                   |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
| 온도(T)<br>[ $^\circ\text{C}$ ]                         | 비부피(V)<br>[ $\text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ] | 내부에너지(U)<br>[ $\text{kJ kg}^{-1}$ ] | 엔탈피(H)<br>[ $\text{kJ kg}^{-1}$ ] | 엔트로피(S)<br>[ $\text{kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ] |
| 179.9                                                 | 0.1944                                     | 2,582.8                             | 2,777.1                           | 6.5850                                            |
| 200.0                                                 | 0.2060                                     | 2,622.3                             | 2,828.3                           | 6.6955                                            |
| 300.0                                                 | 0.2580                                     | 2,793.6                             | 3,051.6                           | 7.1246                                            |
| 400.0                                                 | 0.3066                                     | 2,957.9                             | 3,264.5                           | 7.4669                                            |
| 500.0                                                 | 0.3541                                     | 3,125.0                             | 3,479.1                           | 7.7641                                            |

- ① 335.7
- ② 436.2
- ③ 671.4
- ④ 872.4

문 6.  $60^\circ\text{C}$ ,  $100 \text{ Pa}$ 에서 등몰의 조성으로 구성되어 있는 A와 B의 이성분 증기혼합물이 있다. 일정 온도에서 압력을 올릴 때, 혼합물의 첫 번째 액체 방울이 생성되는 압력 [Pa]은? (단,  $60^\circ\text{C}$ 에서 액체 혼합물 중 각 성분의 활동도계수는  $\gamma_A = 2.00$ ,  $\gamma_B = 1.25$ 이고, A와 B의 증기압은 각각  $500 \text{ Pa}$ 와  $200 \text{ Pa}$ 이다. 혼합물은 수정된 Raoult의 법칙을 따른다)

- ① 225
- ② 350
- ③ 400
- ④ 625

문 7.  $0^\circ\text{C}$ ,  $20 \text{ atm}$ 에서 1몰의 A기체 부피의 실측치가  $1.12 \text{ L}$ 일 때, 압축인자(Z)는?

- ① 0.8
- ② 1.0
- ③ 1.2
- ④ 1.4

문 8. 어떤 이상기체 1몰이  $700 \text{ K}$ ,  $1 \text{ L}$ 에서  $2 \text{ L}$ 로 가역단열팽창했다면 이 공정에서의 내부에너지 [ $\text{J}$ ] 변화량의 크기는? (단, 기체의 정적비열  $C_V = 16.6 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고  $R = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,  $\sqrt{2} = 1.4$ 로 계산한다)

- ① 3,320
- ② 8,300
- ③ 8,715
- ④ 11,620

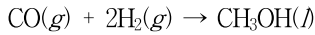
문 9. 어떤 액체의 증기압이  $300 \text{ K}$ 에서  $380 \text{ mmHg}$ 이고 정상 끓는점 (normal boiling point)은  $400 \text{ K}$ 이다.  $300 \text{ K}$ 에서 이 액체의 증발잠열 [ $\text{J mol}^{-1}$ ]은? (단, 기체상수  $R = 8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이며, 주어진 온도 범위에서 증발잠열은 일정하다.  $\ln 2 = 0.7$ 로 계산한다)

- ① 3,840
- ② 5,120
- ③ 6,720
- ④ 9,600

- 문 10. 80 K, 100 kPa에서 어떤 순수한 이상기체의 엔탈피는  $2,400 \text{ J mol}^{-1}$ 이고 엔트로피는  $30 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다. 80 K, 30 kPa에서 이 기체의 화학포텐셜은  $[\text{J mol}^{-1}]$ ? (단, 기체상수  $R = 8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고,  $\ln 0.3 = -1.2$ 로 계산한다)
- ① -688
  - ② -768
  - ③ -848
  - ④ -928

- 문 11.  $1 \times 10^5 \text{ kJ s}^{-1}$ 의 발전용량을 갖는 발전소에서 600 K의 수증기를 생산하고 300 K에서 대기 중으로 열을 방출한다. 이 발전소의 열효율이 이론적으로 가능한 최댓값의 50%라면 차가운 열저장고인 대기 중으로 방출하는 열량  $[\text{kJ s}^{-1}]$ 은?
- ①  $1 \times 10^5$
  - ②  $2 \times 10^5$
  - ③  $3 \times 10^5$
  - ④  $4 \times 10^5$

- 문 12. 다음은 메탄올(methanol)의 합성반응식이다.



반응에 포함된 각 물질의 298 K에서 몰당 표준연소열이 <보기>와 같이 주어졌을 때, 주어진 반응의 표준반응열  $[\text{kJ}]$ 은?

<보 기>

- $\Delta H^\circ(\text{CO}(g)) = -285 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta H^\circ(\text{H}_2(g)) = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta H^\circ(\text{CH}_3\text{OH}(l)) = -766 \text{ kJ mol}^{-1}$

- 문 13. 이상기체 1몰이 일정한 압력하에서 75°C에서 25°C까지 가역적으로 냉각될 때, 내부에너지 변화량( $\Delta U$ )  $[\text{J}]$ 과 엔탈피 변화량( $\Delta H$ )  $[\text{J}]$ 은? (단,  $C_V = \frac{3}{2}R$ ,  $C_P = \frac{5}{2}R$ 이고, 기체상수  $R = 8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 로 계산한다)

| $\Delta U [\text{J}]$ | $\Delta H [\text{J}]$ |
|-----------------------|-----------------------|
| ① -600                | -1,000                |
| ② -1,000              | -600                  |
| ③ -400                | -1,000                |
| ④ -400                | -600                  |

- 문 14. 이상기체 1몰이 200 K, 10 kPa의 상태에서 40 kPa의 압력으로 가역단열압축 되었을 때, 기체의 최종온도(T)  $[\text{K}]$ 와 기체가 얻은 일(W)  $[\text{J}]$ 은? (단, 정압비열( $C_P$ )과 정적비열( $C_V$ )은 일정하다고 가정하여  $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 2$ 로 계산하고, 기체상수  $R = 8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 로 계산한다)

| T $[\text{K}]$ | W $[\text{J}]$ |
|----------------|----------------|
| ① 600          | 3,200          |
| ② 600          | 1,600          |
| ③ 400          | 3,200          |
| ④ 400          | 1,600          |

- 문 15. 이상기체를 20 kPa, 300 K에서 가역등온공정으로 5 kPa까지 감압한 후, 가역등압공정으로 600 K까지 가열하였다. 두 공정의 엔트로피 변화량 차이의 크기  $[\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}]$ 는? (단, 정압비열( $C_P$ )은  $2R$ 이고  $R$ 은 기체상수이다)

- ① 0
- ②  $R \ln 2$
- ③  $2R \ln 2$
- ④  $4R \ln 2$

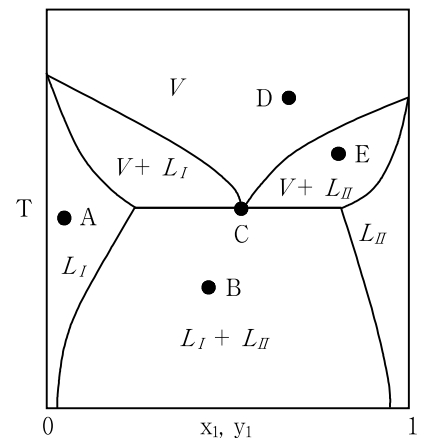
- 문 16. 25°C, 1기압의 초기상태에서 고무풍선에 들어 있는 이상기체 1몰이 다음의 과정을 거칠 때, 기체의 물성에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 변화는 모두 가역적으로 일어나며, 풍선에 의한 열역학적 기여는 무시한다)

(가) 초기상태에서 온도를 100°C로 올렸다가 원래의 상태로 변화시킨다.

(나) 초기상태에서 온도를 0°C로 내렸다가 원래의 상태로 변화시킨다.

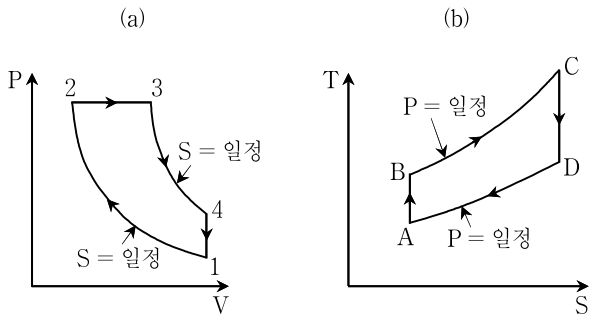
- ① (가)의 경우에 일어나는 내부에너지의 변화가 (나)의 경우에 일어나는 내부에너지의 변화보다 크다.
- ② (가)의 경우에 일어나는 깃스 자유에너지의 변화가 (나)의 경우에 일어나는 깃스 자유에너지 변화보다 크다.
- ③ (가)의 경우에 일어나는 엔탈피의 변화가 (나)의 경우에 일어나는 엔탈피의 변화보다 크다.
- ④ (가)와 (나)에서 엔트로피의 변화는 0이다.

- 문 17. 다음 그림은 2성분계 기체(V)-액체 I( $L_I$ )-액체 II( $L_{II}$ ) 상평형을 나타낸다. 그림에 표기된 A~E 위치에서 자유도를 각각  $F_A \sim F_E$ 라 할 때, 계산 값이 가장 큰 것은? (단, T는 온도,  $y_1$ 은 성분 1의 기상 조성,  $x_1$ 은 성분 1의 액상 조성을 나타낸다)



- ①  $F_A + F_B + F_C$
- ②  $F_B + F_C + F_D$
- ③  $F_B + F_D + F_E$
- ④  $F_A + F_D + F_E$

문 18. 그림 (a)와 (b)는 이상기체인 공기를 작동유체로 하는 두 개의 가역적인 열기관 사이클에 대한 압력(P)–부피(V), 온도(T)–엔트로피(S) 선도를 각각 나타낸다. (a)사이클에서 부피비는  $\frac{V_1}{V_2} = 15$ ,  $\frac{V_4}{V_3} = 5$ 이고, (b)사이클의 압력비는  $\frac{P_B}{P_A} = 6$ 이다. 다음 중 (a)와 (b)의 열기관 사이클의 효율( $\eta$ )을 옳게 나타낸 것은? (단, 공기의 비열비  $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1.4$ 이다)



(a)

(b)

- |                                                                                        |                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ① $1 - 1.4 \left[ \frac{(1/5)^{0.4} - (1/15)^{0.4}}{(1/5) - (1/15)} \right]$           | $1 - \left( \frac{1}{6} \right)^{\frac{0.4}{1.4}}$ |
| ② $1 - \frac{1}{1.4} \left[ \frac{(1/5)^{1.4} - (1/15)^{1.4}}{(1/5) - (1/15)} \right]$ | $1 - \left( \frac{1}{6} \right)^{\frac{0.4}{1.4}}$ |
| ③ $1 - 1.4 \left[ \frac{(1/15)^{0.4} - (1/5)^{0.4}}{(1/15) - (1/5)} \right]$           | $1 - \left( \frac{1}{6} \right)^{\frac{1.4}{0.4}}$ |
| ④ $1 - \frac{1}{1.4} \left[ \frac{(1/15)^{1.4} - (1/5)^{1.4}}{(1/15) - (1/5)} \right]$ | $1 - \left( \frac{1}{6} \right)^{\frac{1.4}{0.4}}$ |

문 19. 초기상태가 2 atm, 410 cm<sup>3</sup>, 100 K인 이상기체가 8 atm, 205 cm<sup>3</sup>로 변화했을 때, 내부에너지 변화량[cal]은? (단,  $R = 82 \text{ cm}^3 \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 2 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고  $C_V = \frac{3}{2} R$ 이다)

- ① 0.3  
 ② 3  
 ③ 30  
 ④ 300

문 20. 10 kPa의 이상기체가 가역등온팽창과정을 거쳐 5 kPa로 감압된 후, 가역단열팽창과정을 거쳐 1 kPa로 감압되었다. 이 기체의 1 kPa에서 부피는 10 kPa에서 부피의 몇 배인가? (단,  $C_P = 2R$ 이며, R은 기체상수이다)

- ①  $\sqrt{10}$   
 ②  $\sqrt{20}$   
 ③ 10  
 ④ 20