

# 화공열역학

문 1. 1 bar의 압력으로 유지되는 대기 중에 1L 부피의 풍선이 1kJ의 열을 받아 2L로 가역등압팽창할 때, 풍선 내부에 있는 공기의 내부에너지 변화( $\Delta U$ )와 엔탈피 변화( $\Delta H$ )량[kJ]은?

- ①  $\Delta U = 1.0, \Delta H = 1.1$       ②  $\Delta U = 1.0, \Delta H = 0.9$
- ③  $\Delta U = 1.1, \Delta H = 1.0$       ④  $\Delta U = 0.9, \Delta H = 1.0$

문 2. 반데르 발스(van der Waals) 상태방정식이  $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ 으로 주어질 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① a는 분자 간의 인력을 반영한다.
- ② a와 b의 값이 0이면 이상기체 상태방정식이 된다.
- ③ b는 분자 간의 척력을 나타내며,  $b < 0$ 이다.
- ④ 몰부피에 대해서 3차인 방정식이다.

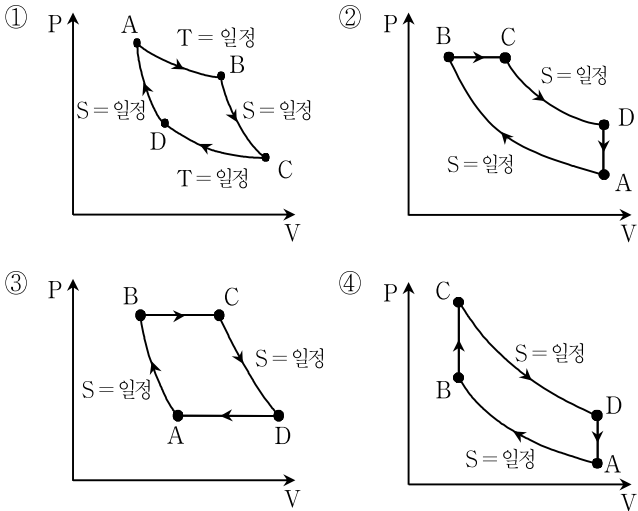
문 3. 절대 영도에서 어떤 고체의 엔탈피가 10kJ일 때, 10K에서 고체의 엔탈피[kJ]는? (단, 고체의 정압열용량  $C_p = aT^3$ ,  $a = 40J \cdot K^{-4}$ , T는 절대온도, 압력은 변하지 않는다)

- ① 20                                      ② 40
- ③ 100                                    ④ 110

문 4. 조름공정(throttling process)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 유체의 운동에너지와 위치에너지의 변화가 없고 계의 열전달이 없다고 가정한다)

- ① 일정 엔탈피에서 이루어진다.
- ② 줄-톰슨(Joule-Thomson)계수가 양(+)인 경우, 조름팽창에 의해 압력이 낮아지면 온도는 높아진다.
- ③ 유체가 오리피스 또는 다공성 막과 같은 제한요소를 통하여 흐르는 공정을 조름공정이라 한다.
- ④ 이상기체의 온도를 변화시키지 않는다.

문 5. 이상적인 기체터빈 기관의 압력-부피(P-V) 선도로 옳은 것은?



문 6. 300 K의 어떤 액체를 일정부피에서 400 K으로 가열하였을 때, 가해진 열[kJ]은? (단, 주어진 온도 범위에서 액체의 정적열용량 ( $C_V$ )과 절대온도(T)의 관계는  $C_V = a + bT$ ,  $a = 100 J \cdot K^{-1}$ ,  $b = 0.04 J \cdot K^{-2}$ 이다)

- ① 10.0                                    ② 11.4
- ③ 12.8                                    ④ 14.2

문 7. 화학퍼텐셜(chemical potential,  $\mu_i$ )의 정의로 옳지 않은 것은? (단, n은 계의 총 몰 수이고,  $n_i$ 는 성분 i의 몰 수이며,  $n_{j \neq i}$ 는 i 성분 이외의 모든 성분의 몰 수를 일정하게 유지한다는 것을 의미한다. H: 몰엔탈피, S: 몰엔트로피, A: 몰헬름홀츠에너지, G: 몰깁스에너지, U: 몰내부에너지, V: 몰부피, T: 온도, P: 압력)

- ①  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nH)}{\partial n_i} \right]_{S, P, n_{j \neq i}}$       ②  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nS)}{\partial n_i} \right]_{U, V, n_{j \neq i}}$
- ③  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nA)}{\partial n_i} \right]_{T, V, n_{j \neq i}}$       ④  $\mu_i = \left[ \frac{\partial(nG)}{\partial n_i} \right]_{P, T, n_{j \neq i}}$

문 8. 200 K, 100 kPa의 온도와 압력에 있는 1몰의 이상기체가 가역 공정을 거쳐 400 K, 200 kPa로 변화할 때, 엔트로피 변화량 ( $\frac{\Delta S}{R}$ )의 절댓값은? (단, 이상기체의 정압열용량  $C_p = 1.5R$ , R은 기체상수이다)

- ①  $0.5 \ln 2$                                 ②  $\ln 2$
- ③  $1.5 \ln 2$                                 ④  $2.5 \ln 2$

문 9. 사이클로헥사논(1)/페놀(2)로 구성된 이성분계가 140 °C에서 기-액 평형상태에 있다. 다음 ㉠, ㉡에 대한 활동도 계수 비 ( $\frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ )를 각각 구하면? (단, 140 °C에서 사이클로헥사논의 증기압은 70 kPa, 페놀의 증기압은 30 kPa,  $\gamma$ 는 활동도 계수,  $\alpha_{12}$ 는 페놀에 대한 사이클로헥사논의 상대휘발도, 기상은 이상기체이다)

- ㉠  $\alpha_{12} = 3.5$ 에서의 활동도 계수 비
- ㉡ 공비점에서의 활동도 계수 비

- ㉠    ㉡
- ① 1.50                                        0.43
- ② 1.50                                        2.33
- ③ 8.17                                        0.43
- ④ 8.17                                        2.33

문 10. 닫힌계에 대한 열역학적 관계식으로 옳지 않은 것은? (단, P: 압력, V: 몰부피, T: 온도, U: 몰내부에너지, H: 몰엔탈피, S: 몰엔트로피, G: 몰깁스에너지)

- ①  $T = \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right)_V$                                 ②  $P = \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_S$
- ③  $V = \left( \frac{\partial H}{\partial P} \right)_S$                                 ④  $S = - \left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_P$

- 문 11.  $100^\circ\text{C}$ , 1 bar의 물이 일정온도와 일정압력에서 증발할 때, 내부 에너지 변화량 $[\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}]$ 은? (단, 주어진 조건에서 물의 증발 잠열은  $2,200 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 물과 수증기의 비부피는 각각  $0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ 과  $1.671 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ 이다)
- ① 167
  - ② 2,033
  - ③ 2,200
  - ④ 2,367

문 12. 디젤기관(Diesel engine)과 오토기관(Otto engine)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 디젤기관에서 공기는 연료의 자연발화 온도 이상까지 압축되고, 연소는 연료가 이 고온의 공기 속으로 분사되어 접촉함으로써 시작된다.
- ② 압축비가 같다면 디젤기관이 오토기관보다 열효율이 높다.
- ③ 실제 디젤기관에서는 오토기관의 압축비보다 높은 압축비를 사용한다.
- ④ 디젤기관은 압축착화 왕복기관이고 오토기관은 불꽃점화 왕복기관이다.

문 13. 다음 괄호 안에 들어갈 용어로 옳은 것은?

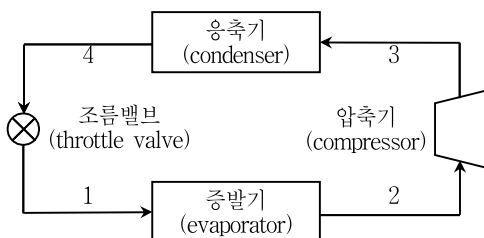
단한계의 순수한 물질이 일정온도, 일정압력에서 상변화를 일으킬 때, 1몰당 (㉠)는 변화하지 않으며, 이로부터 액체의 증발잠열과 증기압곡선과의 연관성을 나타내는 (㉡) 식을 유도할 수 있다.

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ㉠                 | ㉡                |
| ① 엔탈피(enthalpy)   | 왓슨(Watson)       |
| ② 내부(internal)에너지 | 클라페이론(Clapeyron) |
| ③ 깁스(Gibbs)에너지    | 클라페이론(Clapeyron) |
| ④ 엔트로피(entropy)   | 왓슨(Watson)       |

문 14. 어떤 열기관이  $500 \text{ K}$ 에서  $100 \text{ kJ}$ 의 열을 흡수하여 일을 생산하고,  $300 \text{ K}$ 에서 열을 버린다. 열기관의 실제 열효율이 최대 가능 값의  $50\%$ 일 때, 열기관이 한 일 $[\text{kJ}]$ 은?

- ① 20
- ② 30
- ③ 40
- ④ 50

문 15. 그림은 냉방기의 증기-압축 사이클을 나타낸다. 어떤 공간에 냉방기를 설치했을 때 응축기(condenser), 조름밸브(throttle valve), 증발기(evaporator), 압축기(compressor) 중에서 실내 공기로부터 열을 흡수하여 냉방효과를 주는 장치는?



- ① 응축기
- ② 조름밸브
- ③ 증발기
- ④ 압축기

문 16. 1 bar,  $12 \text{ m}^3$ 의 상태에 있는 이상기체가 가역등온압축공정을 거쳐 12 bar,  $1 \text{ m}^3$ 으로 변화할 때, 소요된 일 $[\text{kJ}]$ 의 절댓값은? (단,  $\ln 12 = 2.5$ 이다)

- ① 0
- ② 300
- ③ 3,000
- ④ 30,000

문 17. 300 마력의 출력을 가진 자동차의 열효율이  $25\%$ 이다. 연료 1 kg이  $30,000 \text{ kJ}$ 의 열을 낸다면, 이 자동차의 시간당 연료 소비량 $[\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}]$ 은? (단, 1 마력 =  $0.75 \text{ kW}$ 이다)

- ① 1.80
- ② 6.75
- ③ 108
- ④ 192

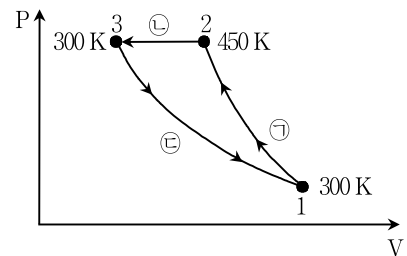
문 18.  $400 \text{ K}$ 와 4 bar의 상태에 있는 이상기체가 1 bar까지 가역단열팽창 될 때, 최종온도 $[\text{K}]$ 는? (단,  $C_p = 2R$ 이며 R은 기체상수이다)

- ① 100
- ② 200
- ③ 300
- ④ 400

문 19. 1 기압,  $100^\circ\text{C}$ 의 물 10 g과 같은 조건의 수증기 10 g을 일정한 압력에서 각각 냉각시켜  $50^\circ\text{C}$ 의 물로 만들 때 방출하는 열 $[\text{cal}]$ 을 비교한 것으로 옳은 것은? (단, 물의 비열은  $1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ , 증발잠열은  $540 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$ 이다)

- ① 수증기와 물은 같은 양의 열을 방출한다.
- ② 수증기가 방출하는 열은 물이 방출하는 열의 9.8배이다.
- ③ 수증기가 방출하는 열은 물이 방출하는 열의 10.8배이다.
- ④ 수증기가 방출하는 열은 물이 방출하는 열의 11.8배이다.

문 20. 어떤 이상기체가 단한계에서 다음과 같은 가역공정을 거친다. ㉠과 ㉡의 공정을 거치는 동안 소요되는 열(Q)과 일(W)의 총량 $[\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}]$ 은? (단, 기체의  $C_v = 12 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , 기체상수는  $R = 8.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ,  $\ln 2.7 = 1.0$ 이다)



㉠ 1→2:  $300 \text{ K}$ ,  $100 \text{ kPa}$ 에서  $450 \text{ K}$ ,  $270 \text{ kPa}$  까지 단열 압축  
 ㉡ 2→3: 일정압력하에서  $450 \text{ K}$ 로부터  $300 \text{ K}$ 까지 냉각  
 ㉢ 3→1: 초기상태로 등온 팽창

- |            |            |
|------------|------------|
| <u> Q </u> | <u> W </u> |
| ① 555      | 555        |
| ② 3,045    | 1,800      |
| ③ 1,800    | 3,045      |
| ④ 3,045    | 3,045      |