

화공열역학

- 문 1. 100℃, 1 bar의 물이 일정한 온도와 일정한 압력에서 증발할 때, 내부 에너지 변화량[kJ·kg⁻¹]은? (단, 주어진 조건에서 물의 증발 잠열은 2,200 kJ·kg⁻¹, 물과 수증기의 비부피는 각각 0.001 m³·kg⁻¹과 1.671 m³·kg⁻¹이다)
- ① 167 ② 2,033
③ 2,200 ④ 2,367
- 문 2. 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 3. 다음 괄호 안에 들어갈 용어로 옳은 것은?

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

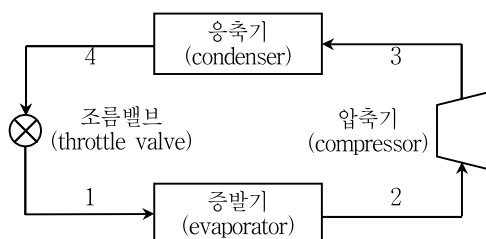
⑦

L

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

- 문 4. 어떤 열기관이 500 K에서 100 kJ의 열을 흡수하여 일을 생산하고, 300 K에서 열을 버린다. 열기관의 실제 열효율이 최대 가능 값의 50 %일 때, 열기관이 한 일[kJ]은?
- ① 20 ② 30
③ 40 ④ 50

- 문 5. 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 6. 1 bar, 12 m^3 의 상태에 있는 이상기체가 가역등온압축공정을 거쳐 12 bar, 1 m^3 으로 변화할 때, 소요된 일[kJ]의 절댓값은?
(단, $\ln 2 = 2.5$ 이다)

- ① 0 ② 300
③ 3,000 ④ 30,000

- 문 7. 300 마력의 출력을 가진 자동차의 열효율이 25 %이다. 연료 1 kg이 30,000 kJ의 열을 낸다면, 이 자동차의 시간당 연료 소비량 $[\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}]$ 은? (단, 1 마력 = 0.75 kW이다)

- [illegible]

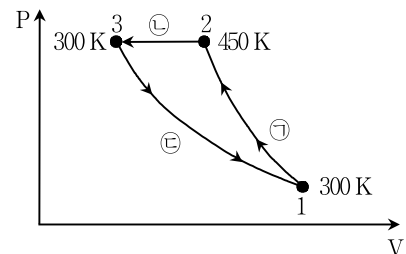
- 문 8. 400 K와 4 bar의 상태에 있는 이상기체가 1 bar까지 가역단열팽창될 때, 최종온도[K]는? (단, $C_p = 2R$ 이며 R은 기체상수이다)

- [illegible]

- 문 9. 1 기압, 100℃의 물 10 g과 같은 조건의 수증기 10 g을 일정한 압력에서 각각 냉각시켜 50℃의 물로 만들 때 방출하는 열[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 10. 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)



- ㉠ $1 \rightarrow 2$: 300 K, 100 kPa에서 450 K, 270 kPa 까지 단열 압축
 ㉡ $2 \rightarrow 3$: 일정압력하에서 450 K로부터 300 K까지 냉각
 ㉢ $3 \rightarrow 1$: 초기상태로 돌은 팽창

	$ Q $	$ W $
①	555	555
②	3,045	1,800
③	1,800	3,045
④	3,045	3,045

문 11. 1 bar의 압력으로 유지되는 대기 중에 1L 부피의 풍선이 1 kJ의 열을 받아 2L로 가역등압팽창할 때, 풍선 내부에 있는 공기의 내부에너지 변화(ΔU)와 엔탈피 변화(ΔH)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 12. 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.

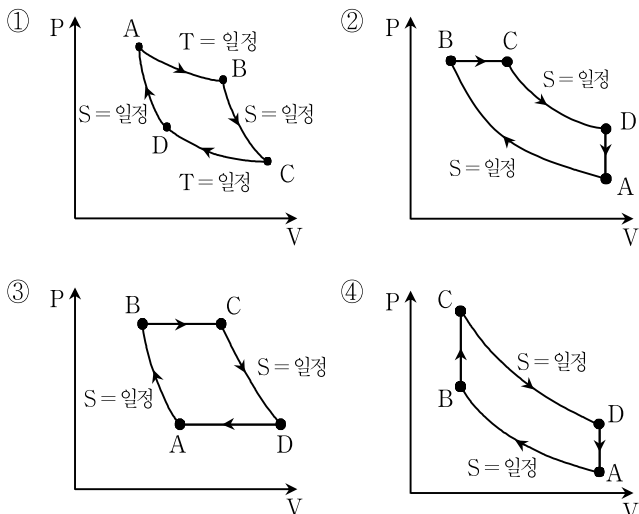
문 13. 절대 영도에서 어떤 고체의 엔탈피가 10 kJ일 때, 10 K에서 고체의 엔탈피[kJ]는? (단, 고체의 정압열용량 $C_p = aT^3$, $a = 40 \text{ J} \cdot \text{K}^{-4}$, T는 절대온도, 압력은 변하지 않는다)

- ① 20 ② 40
 ③ 100 ④ 110

문 14. 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 15. 이상적인 기체터빈 기관의 압력-부피(P-V) 선도로 옳은 것은?



문 16. 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 $C_V = a + bT$, $a = 100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, $b = 0.04 \text{ J} \cdot \text{K}^{-2}$ 이다)

- ① 10.0 ② 11.4
 ③ 12.8 ④ 14.2

문 17. 화학퍼텐셜(chemical potential, μ_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 18. 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 19. 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, γ 는 활동도 계수, α_{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 20. 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 $S = - \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_P$