

화공열역학

문 1. 다음 Maxwell 관계식으로부터 추론할 수 있는 열역학 관계식은?

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$$

- ① $dU = -TdS - PdV$
- ② $dH = TdS - VdP$
- ③ $dA = -PdV - SdT$
- ④ $dG = -VdP - SdT$

문 2. 자유도의 개수가 가장 큰 것은?

- ① 삼중점 상태의 물
- ② 액체 상태의 묽은 설탕물
- ③ 초임계 상태의 이산화탄소
- ④ 기-액 평형을 이루고 있는 에탄올 수용액

문 3. 어떤 기체 1몰이 일정 압력 1 bar 조건으로 300 K에서 400 K까지 가열되었을 때, 엔탈피 변화량[J]은? (단, 이 기체는 정적 열용량이 $\frac{5}{2}R$ 인 이상 기체이고, 기체 상수 R 는 $8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다)

- ① 1,200
- ② 2,000
- ③ 2,800
- ④ 5,600

문 4. 표는 300 K에서 몇 가지 물질의 표준 생성열($\Delta H_{f,300}^\circ$)을 나타낸 것이다. 1,100 K에서 메테인(CH_4) 1몰이 수증기 개질(steam reforming) 반응할 때, 표준 반응열[kJ]은? (단, 반응에서는 $\text{H}_2(g)$ 와 $\text{CO}_2(g)$ 만이 생성되고, 모든 물질의 정압 열용량은 $40 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다)

물질	$\text{CH}_4(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\text{H}_2(g)$	$\text{CO}_2(g)$
$\Delta H_{f,300}^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$	-70	-240	0	-390

- ① 160
- ② 224
- ③ 256
- ④ 320

문 5. 어떤 냉장고가 480 kJ min^{-1} 의 열 제거 속도로 작동하면서 4kW의 전력을 소모한다면, 분당 방출열[kJ min^{-1}]은?

- ① 240
- ② 480
- ③ 600
- ④ 720

문 6. 이상 기체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

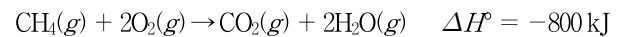
- ① Joule-Thomson 계수는 0이다.
- ② 등온 압축률은 0이다.
- ③ 압력 조건에 무관하게 압축인자(Z)가 일정하다.
- ④ 정압 몰 열용량과 정적 몰 열용량의 차이는 기체 상수(R)와 같다.

문 7. 표는 100 °C의 물에 대한 자료를 나타낸 것이다. 물 1 kg이 100 °C, 101 kN m^{-2} 의 정온 정압 조건에서 기화할 때, 내부에너지 변화[kJ]는? (단, 물의 비부피는 무시한다)

온도[°C]	100
수증기압[kN m^{-2}]	101
수증기의 비부피[m ³ kg^{-1}]	2
기화 엔탈피[kJ kg^{-1}]	2,260

- ① 202
- ② 1,130
- ③ 2,058
- ④ 2,462

문 8. 다음은 25 °C에서 메테인(CH_4)의 연소 반응식과 표준 반응열(ΔH°)이다.



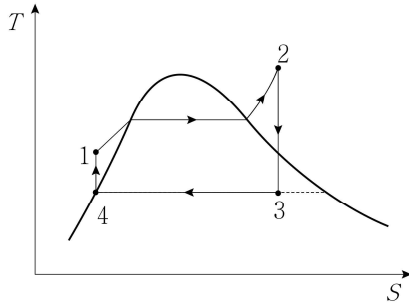
25 °C의 정압 단열 조건에서 50%의 과잉 산소를 이용하여 메테인 1몰을 연소시킬 때, 도달할 수 있는 최고 온도[°C]는? (단, 모든 물질의 정압 열용량은 $40 \text{ J mol}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 이다)

- ① 5,025
- ② 5,415
- ③ 5,800
- ④ 6,690

문 9. 온도 450 K, 질량 50 kg의 강철구를 온도 200 K, 질량 4.5 kg의 기름에 담가 열손실 및 상변화 없이 급랭시켜, 두 물체의 온도가 같아졌다. 이 과정에서 강철구와 기름의 엔트로피 변화가 각각 ΔS_1 과 ΔS_2 일 때 $\frac{\Delta S_1}{\Delta S_2}$ 는? (단, 강철구와 기름의 정압 열용량은 각각 $0.3 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 과 $5 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다)

- ① $-\frac{3}{2}$ ② $-\frac{2}{3}$
 ③ $\frac{2}{3}$ ④ $\frac{3}{2}$

문 10. 그림은 Rankine 순환 공정을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, T 와 S 는 각각 온도와 엔트로피이다)



- ① 단계 1→2는 보일러에서 정압 가열에 의해 과열 증기가 발생하는 과정을 포함한다.
 ② 단계 2→3은 터빈 내 증기가 가역 단열 팽창하는 과정이다.
 ③ 단계 3→4는 정온 가압에 의해 포화 액체를 생성하는 과정이다.
 ④ 단계 4→1은 포화 액체를 보일러로 이송하여 과냉각 액체를 생성하는 과정이다.

문 11. 어떤 순물질 액체의 부피 팽창률(β)과 등온 압축률(κ)은 각각 $1.5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, $60 \times 10^{-6} \text{ bar}^{-1}$ 이다. 이 액체가 1 bar, 273 K 상태에서 부피 변화 없이 283 K까지 가열되었을 때의 압력[bar]은?

- ① 1.4 ② 2.4
 ③ 250 ④ 251

문 12. 이상 기체가 정온 가역 과정으로 팽창할 때, Helmholtz 자유에너지 변화(ΔA)와 Gibbs 자유에너지 변화(ΔG)의 관계로 옳은 것은?

- ① $\Delta A = \Delta G$
 ② $\Delta A > \Delta G$
 ③ $\Delta A < \Delta G$
 ④ $\Delta A = -\Delta G$

문 13. 25 °C의 밀폐된 용기에 2 atm의 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 와 1.5 atm의 $\text{NO}_2(g)$ 를 넣고 $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$ 반응에 의해 평형에 도달시켰다. 이 평형 상태에서 $\text{NO}_2(g)$ 의 압력이 0.5 atm이라면, 25 °C에서 반응의 평형 상수(K_p)는?

- ① 0.04
 ② 0.1
 ③ 0.2
 ④ 0.4

문 14. 수평관을 통한 비압축성 액체의 정상 상태, 비가역 단열 흐름에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 수평관의 단면적은 일정하다)

- ㄱ. 엔트로피는 출구가 입구보다 크다.
 ㄴ. 온도는 출구가 입구보다 높다.
 ㄷ. 유속은 출구가 입구보다 빠르다.
 ㄹ. 압력은 출구가 입구보다 낮다.

- ① ㄱ, ㄴ
 ② ㄷ, ㄹ
 ③ ㄱ, ㄴ, ㄹ
 ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

문 15. 닫힌 계에서 이성분 혼합물이 이루는 기-액 평형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 계의 모든 평형 상태는 온도-압력-조성의 3차원 공간에 나타낼 수 있다.
 ② 주어진 온도와 압력에서 평형 상태 계의 총 Gibbs 에너지는 0이다.
 ③ 주어진 온도와 압력에서 평형 상태 계의 각 성분은 기상 화학 포텐셜과 액상 화학 포텐셜이 같다.
 ④ 주어진 온도와 압력에서 평형 상태 계의 각 성분은 기상 플레시티와 액상 플레시티가 같다.

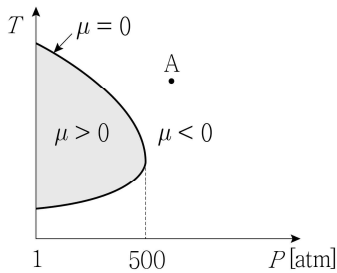
문 16. CH_4 가스는 수증기 개질(steam reforming)을 통해 H_2 와 CO 로 변환될 수 있다. CH_4 2몰과 H_2O 1몰만으로부터 반응이 진행되어 CH_4 과 H_2 의 몰수가 같아질 때, CH_4 의 몰분율은? (단, 반응에서는 H_2 와 CO 만이 생성된다)

- ① 0.125
 ② 0.25
 ③ 0.375
 ④ 0.5

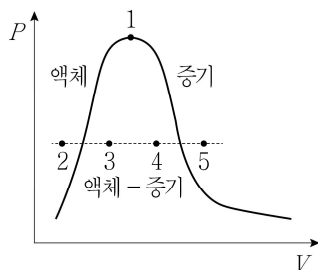
- 문 17. 표는 30 %의 효율로 작동하는 열기관 (가)와 (나)의 고온 및 저온 열원의 온도를 각각 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

기관	(가)	(나)
고온 열원 온도[K]	600	1,000
저온 열원 온도[K]	300	300

- ① (가)의 최대 열효율은 50 %이다.
 ② (나)의 최대 열효율은 30 %이다.
 ③ (가)의 열역학 제2법칙 열효율은 40 %이다.
 ④ (나)의 열역학 제2법칙 열효율은 50 %이다.
- 문 18. 그림은 어떤 기체의 Joule-Thomson 계수 μ 의 부호를 온도(T)와 압력(P)에 따라 나타낸 것이다. 이 기체에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 500 atm보다 낮은 압력에서는 액화되지 않는다.
 ② A 상태에서는 분자 간 인력이 척력보다 우세하다.
 ③ A 상태에서는 등엔탈피 과정으로 압력이 증가하면 온도가 증가한다.
 ④ A 상태의 기체를 조름 공정(throttling process)으로 팽창시키면 온도가 증가한다.
- 문 19. 닫힌 계의 기체가 상태 (1)에서 상태 (2)로 변하는 과정에서 30 J의 일을 하고 80 J의 열을 흡수했다. 상태 (2)에서 상태 (1)로 되돌아가는 과정에서 기체가 20 J의 일을 했다면 열의 흡수량[J]은?
- ① -30
 ② -10
 ③ 10
 ④ 30
- 문 20. 그림은 어떤 순물질의 상평형을 압력(P)—부피(V) 평면에 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 물질의 총량은 일정하다)



- ① 상태 1은 임계점이다.
 ② 상태 2는 과냉각 액체이다.
 ③ 상태 5는 과열 증기이다.
 ④ 상태 3은 상태 4보다 액체의 양이 적다.