

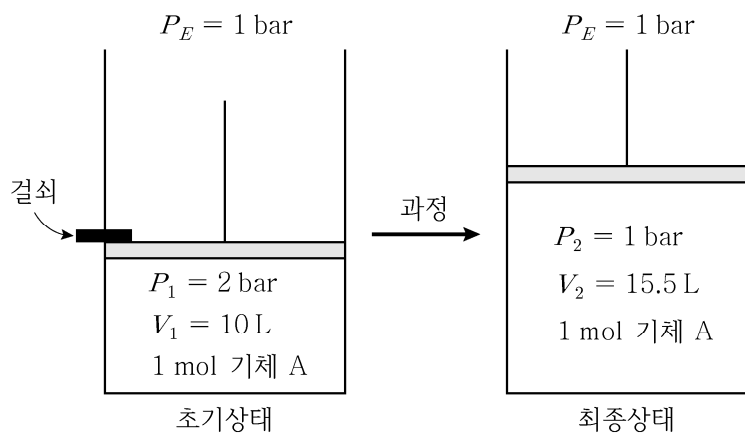
화공열역학

1. 온도에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 1°C 의 온도 차이는 1K 의 온도 차이와 같다.
 ㄴ. 두 계가 열적 평형에 있으면 두 계의 온도는 같다.
 ㄷ. 절대온도는 절대영도라는 온도의 하한에 대한 개념에 근거한다.

- ① ㄱ, ㄴ
 ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 1 mol 의 이상기체 A가 피스톤에 의하여 실린더 내에 밀폐되어 있다. 2 bar , 10 L 의 초기상태에서 피스톤은 걸쇠에 의해 위치가 고정되어 있다. 외부압력(P_E)이 1 bar 인 상태에서 A가 1 bar , 15.5 L 로 팽창할 때, 계가 한 일의 크기[J]는?



- ① 0
 ② 55
 ③ 550
 ④ 5,550

3. 0°C , 0.4 bar 에서 butane과 $n\text{-hexane}$ 혼합물이 기-액 평형에 있을 때, 기상에서 butane의 몰분율은? (단, 이성분 혼합물은 라울의 법칙을 따른다. 0°C 에서 butane의 포화증기압은 1.0 bar , $n\text{-hexane}$ 의 포화증기압은 0.2 bar 이다)

- ① 0.250
 ② 0.375
 ③ 0.625
 ④ 0.750

4. 온도 단위를 가지는 편도함수만을 모두 고르면? (단, U 는 몰내부 에너지(molar internal energy), H 는 몰엔탈피(molar enthalpy), G 는 몰깁스에너지(molar Gibbs energy), A 는 몰헬름홀츠에너지(molar Helmholtz energy), S 는 몰엔트로피(molar entropy), V 는 몰부피(molar volume), P 는 압력, T 는 절대온도이다)

$$\text{ㄱ. } \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V \quad \text{ㄴ. } \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_P \quad \text{ㄷ. } \left(\frac{\partial G}{\partial P} \right)_T \quad \text{ㄹ. } \left(\frac{\partial A}{\partial V} \right)_T$$

- ① ㄱ, ㄴ
 ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄹ
 ④ ㄷ, ㄹ

5. 300 K , 1 atm 에서 비리얼(virial) 방정식을 따르는 기체의 몰부피(molar volume)가 30 L mol^{-1} 일 때, 제2 비리얼 계수(B')[atm^{-1}]는? (단, 기체상수는 $0.08\text{ L atm mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 이며, 비리얼 전개식은 처음 두 항만 취한다)

- ① 0.05
 ② 0.15
 ③ 0.25
 ④ 0.35

6. 25°C , 1 bar 에서 A가 물에 용해되어 있다. A 성분의 액상 몰분율이 2.0×10^{-4} 일 때, A 성분의 기상 몰분율은? (단, 25°C 에서 물에 용해된 A의 Henry 상수는 $4,550\text{ bar}$ 이다)

- ① 0.90
 ② 0.91
 ③ 0.92
 ④ 0.93

7. 절반은 1 mol의 이상기체로 채워져 있고 절반은 진공상태인 강철용기가 있다. 이상기체가 진공상태인 공간으로 일정온도에서 팽창하여 평형에 도달할 때, 수반되는 일의 크기($|W|$), 몰내부에너지(molar internal energy) 변화(ΔU) 및 몰엔트로피(molar entropy) 변화(ΔS)의 부호를 바르게 연결한 것은? (단, 기체는 기체분자운동론(kinetic-molecular theory)을 따른다)

	$ W $	ΔU	ΔS
①	0	0	+
②	0	0	-
③	+	-	+
④	+	-	-

8. 카르노(Carnot) 열기관의 열효율이 0.5이고 등온압축 과정에서 방출한 열량이 40 J일 때, 흡수한 열[J]은?

- ① 10
② 20
③ 40
④ 80

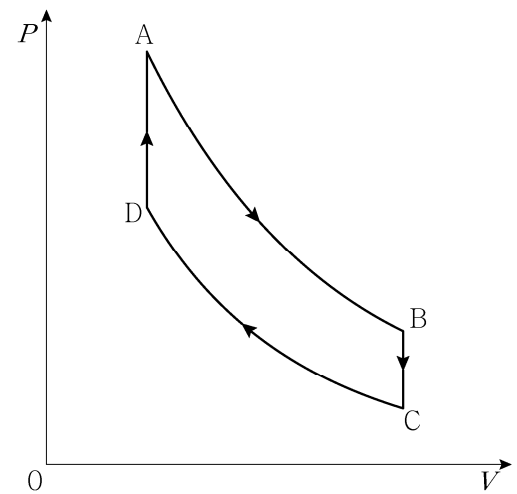
9. 80 °C에서 A와 B의 혼합 용액이 있다. 80 °C에서 A의 포화증기압은 100 kPa이고 B의 포화증기압은 50 kPa이다. A의 액상 물분율이 0.3일 때, 전체 용액의 증기압[kPa]은? (단, 용액은 수정된 라울의 법칙을 따르고 활동도 계수 $\gamma_A = 1.5$, $\gamma_B = 1.2$ 이다)

- ① 65
② 87
③ 150
④ 210

10. 다음 중 자유도(degree of freedom) 수가 가장 큰 계는?

- ① 물과 암모니아로 이루어진 액체
② 수증기와 평형을 이루고 있는 액체 물
③ 끓는점에 있으며 녹지 않은 설탕이 존재하는 설탕물
④ 수증기와 질소로 구성된 혼합물과 평형을 이루고 있는 액체 물

11. 그림은 공기표준 Otto 사이클이다. 압축 시작점 C의 온도는 300 K이고, 정적 가열이 끝난 점 A의 온도가 1,800 K일 때, 사이클의 열효율[%]은? (단, 비열은 일정하고 압축비(r)는 8이며 공기의 비열비 $\gamma = \frac{4}{3}$ 로 가정한다)



- ① 20
② 30
③ 40
④ 50

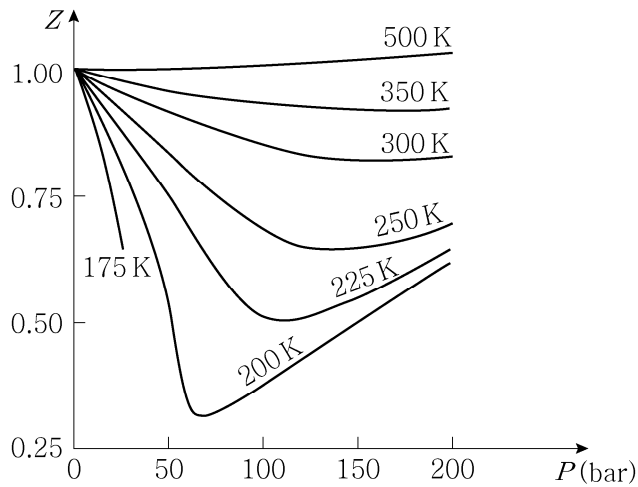
12. 이상기체가 닫힌계에서 가역 단열과정을 통해 온도는 2배가 되고 압력은 16배가 될 때, $\frac{\text{정압비열}}{\text{정적비열}}$ 은?

- ① $\frac{4}{3}$
② $\frac{8}{5}$
③ $\frac{8}{3}$
④ $\frac{16}{5}$

13. 다음은 25 °C 화학반응에 대한 반응식과 표준 반응열(ΔH°)이다.
25 °C에서 $\text{CO}(g)$ 의 표준 생성 엔탈피 [kJ mol^{-1}]는?

반응식	$\Delta H^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$
$3\text{C}(s) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}(g) + \text{CO}_2(g)$	-600
$\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$	-50
$\text{C}(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2(g)$	100

- ① -400
② -250
③ -200
④ -100
14. 부피가 같고 온도가 300 K으로 유지되고 있는 두 개의 용기가 관으로 연결되어 있다. 관이 밸브로 닫혀 있는 초기상태에서 한 용기는 50 bar(P_1)의 메테인(CH_4)으로 채워져 있고, 다른 용기는 진공상태로 비어 있다. 일정한 온도에서 밸브를 열어 평형상태에 도달할 때, 압력(P_2)[bar]에 대한 표현으로 옳은 것은? (단, 그림은 메테인에 대한 압축인자(Z)와 압력(P) 사이의 관계를 나타내며 밸브와 관의 부피는 무시한다)

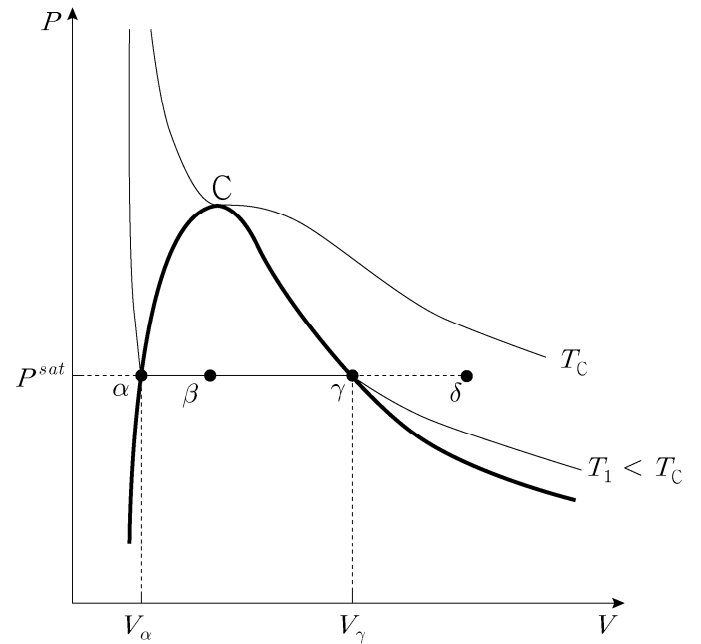


- ① $P_2 < \frac{P_1}{2}$
② $P_2 = \frac{P_1}{2}$
③ $\frac{P_1}{2} < P_2 < P_1$
④ $P_2 = P_1$

15. t °C에서 $\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightleftharpoons 2\text{C}(g)$ 의 반응에 대한 평형상수(K_p)가 1이다. 일정한 온도와 부피에서 반응이 진행되고 A와 B의 초기 부분압력이 각각 1 bar일 때, 평형상태에서 A의 전환율은? (단, 초기에는 A와 B만 존재한다)

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

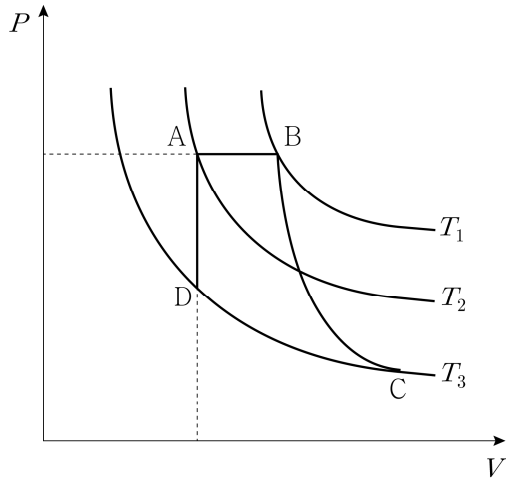
16. 그림은 순수유체에 대한 등온선을 임계온도 T_c 와 이보다 낮은 온도 T_1 에서 나타낸 것이다. T_1 일 때의 포화압력 P^{sat} 에서 그림에 표시한 네 점을 각각 α , β , γ , δ 라고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 그림에서 가장 굵은 곡선은 포화증기와 포화액체 몰부피(molar volume)들의 궤적을 보여 준다)



- ㄱ. δ 에서 유체의 상은 기체이다.
ㄴ. V_α 와 V_γ 는 각각 포화액체와 포화증기의 몰부피(molar volume)이다.
ㄷ. β 에서 기상의 몰깁스에너지(molar Gibbs energy)와 액상의 몰깁스에너지는 같다.

- ① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 그림은 닫힌계에서 기체의 세 가지 등온선(T_1 , T_2 , T_3)과 네 가지 상태(A, B, C, D)를 표시한 $P-V$ 선도이며, 곡선 BC는 가역 단열과정을 나타낸다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 기체는 반데르발스 식을 따르는 실제기체이다. 일은 팽창일만 존재하고, 아래첨자 i 는 상태 i 로부터 상태 j 까지의 변화를 나타내며 모든 과정은 가역 과정이다. U 는 몰내부에너지(molar internal energy), S 는 몰엔트로피(molar entropy), V 는 몰부피(molar volume), P 는 압력, T 는 절대온도, C_V 는 정적 몰열용량(molar heat capacity), Q 는 열, W 는 일이다)

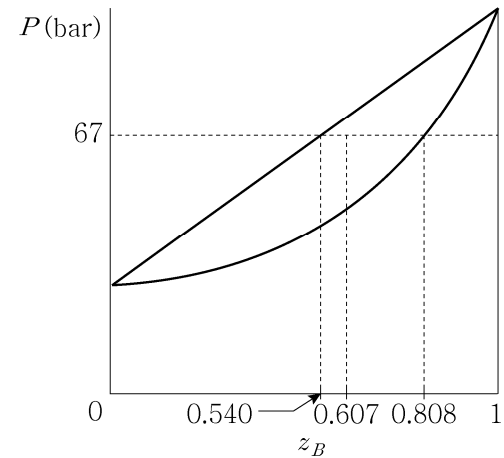


- ① $\Delta S_{BC} = 0$
 ② $\Delta U_{AD} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC}$
 ③ $\Delta U_{DA} = \int_{T_3}^{T_2} C_V dT$
 ④ $|Q_{CDAB}| = |W_{ABCD}|$

18. 전기로 가열되는 단열 탱크 안에 초기에 80°C 의 물 100 kg 이 들어 있다. 시각 $t = 0$ 에서 정전이 되고부터, 탱크 출구로 물이 일정한 질량유량 1 kg s^{-1} 으로 배출되고, 동시에 30°C 의 물이 같은 질량유량으로 탱크에 유입된다. 탱크 내 물의 온도가 80°C 에서 40°C 로 낮아지는데 걸리는 시간[s]은? (단, 탱크의 내용물은 완전한 혼합이 이루어지고 유출수의 물성은 탱크 내부 물의 물성과 같으며, 정전 후 전기 공급은 없다. 탱크 외부로의 열손실, 축일, 운동에너지 및 위치에너지 변화는 무시한다. 물은 비압축성 액체이며, 물의 비열은 온도와 압력에 관계없이 일정하고 $\ln 0.2 = -1.6$ 이다. 물의 비열은 물의 정적비열 및 물의 정압비열과 같다)

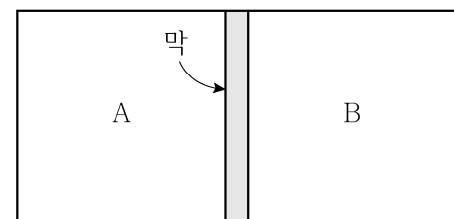
- ① 1.6
 ② 16
 ③ 160
 ④ 1,600

19. 그림은 벤젠과 톨루엔으로 구성된 2성분계 용액의 압력(P)–조성 상평형도를 나타낸다. 압력은 67 bar이고 벤젠의 전체조성(z_B)이 0.607일 때, 평형에 존재하는 전체증기의 양(n_V)에 대한 전체액체의 양(n_L), $\frac{n_L}{n_V}$ 은? (단, n_L 과 n_V 의 단위는 몰이고 조성은 몰분율이다)



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

20. 그림과 같이 단열된 실린더가 고정된 막에 의해 각각 1 m^3 인 두 부분으로 분리되어 있다. A에는 160 kPa, 400 K의 이상기체가, B에는 1.2 MPa, 1,000 K의 동일한 이상기체가 들어 있다. 막을 제거한 후 기체 분자가 자유롭게 이동하도록 하여 평형상태에 도달할 때, 온도[K]와 압력[kPa]을 바르게 연결한 것은? (단, 기체상수는 $8\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 이고 기체의 비열은 온도와 관계없이 일정하다. 막은 단열 불투과성이고 막의 부피는 무시하며 실린더의 부피는 변하지 않는다)



- | 온도 | 압력 |
|-------|-----|
| ① 700 | 680 |
| ② 700 | 800 |
| ③ 850 | 680 |
| ④ 850 | 800 |

21. 염화 칼슘(CaCl_2) 2 mol을 500 g의 물에 녹일 때, 어는점 내림의 크기[K]는? (단, 물의 어는점 내림 상수는 $1.8 \text{ K kg mol}^{-1}$ 이고, 염화 칼슘은 수용액에서 완전해리한다)

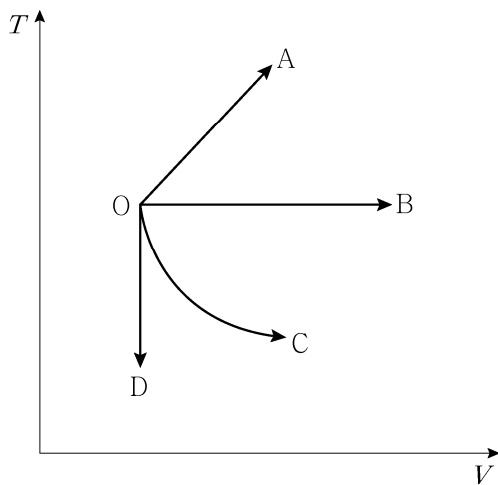
- ① 3.6
② 7.2
③ 10.8
④ 21.6

22. 300 K, 1 bar의 이상기체 질소(N_2) 1몰이 닫힌계에서 가역등압 과정을 통해 부피가 3배로 팽창할 때, 옳지 않은 것은? (단, $C_V = \frac{5}{2}R$,

$$C_P = \frac{7}{2}R, R = 8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{이다})$$

- ① $|W| = 12,000 \text{ J}$
② $\Delta U = 12,000 \text{ J}$
③ $\Delta H = 16,800 \text{ J}$
④ $Q = 16,800 \text{ J}$

23. 그림은 닫힌계에서 이상기체의 네 가지 가역 과정을 나타낸 $T-V$ 선도이다. 각 과정에서 기체의 엔트로피 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① $O \rightarrow A$ 에서 기체의 엔트로피는 증가한다.
② $O \rightarrow B$ 에서 기체의 엔트로피 변화는 0이다.
③ $O \rightarrow C$ 가 단열 과정일 때, 기체의 엔트로피 변화는 0이다.
④ $O \rightarrow D$ 에서 기체의 엔트로피는 감소한다.

24. 다음 자료를 사용하여 $p \text{ atm}$ 의 일정한 압력에서 알루미늄이 가역적으로 600°C 에서 700°C 로 가열될 때, 몰엔트로피(molar entropy) 변화 $[\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}]$ 는?

- 알루미늄의 원자량은 27이다.
○ $p \text{ atm}$ 에서 알루미늄의 녹는점은 660°C , 융해열은 393 J g^{-1} 이다.
○ 고체 알루미늄과 액체 알루미늄의 몰열용량(molar heat capacity)은 각각 $32 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $34 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 으로 일정하다.
○ $\ln(973) = 6.88$, $\ln(933) = 6.84$, $\ln(873) = 6.77$, $\frac{131}{311} = 0.42$ 로 계산한다.
○ $t[^\circ\text{C}] = T[\text{K}] - 273$ 으로 계산한다.

- ① 3.60
② 4.02
③ 14.94
④ 15.00

25. 25°C 에서 90 mol%의 메테인($\text{CH}_4(g)$)과 10 mol%의 프로페인($\text{C}_3\text{H}_8(g)$)을 함유한 천연가스가 완전 연소하였다. 천연가스의 표준 연소열의 크기 $[\text{kJ mol}^{-1}]$ 는? (단, 25°C 에서 $\text{CO}_2(g)$, $\text{H}_2\text{O}(g)$, $\text{CH}_4(g)$, $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ 의 표준 생성 엔탈피는 각각 -400 , -300 , -80 , -100 kJ mol^{-1} 이다)

- ① 1,058
② 1,222
③ 1,380
④ 3,220