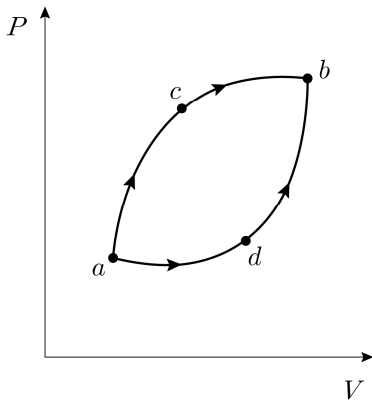


화공열역학

1. 평형상태에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 평형은 미시적인 변화도 없는 정적 상태이다.
- ② 단일 성분의 기체와 액체가 평형을 이룰 때, 깁스 상률에 의한 자유도는 2이다.
- ③ 일정한 온도와 압력에서 닫힌계의 평형상태는 시스템의 전체 깁스 에너지가 최소인 상태이다.
- ④ 모든 가역반응의 평형상태에서 정반응과 역반응의 반응속도상수는 같다.

2. 닫힌계에서 물질의 상태가 경로 $a - c - b$ 를 따라서 변화할 때, 100 J의 열이 계로 유입되고 계는 50 J의 일을 수행한다. 동일한 닫힌계에서 경로 $a - d - b$ 를 따라서 수행한 일이 10 J일 때, 계로 유입되는 열[J]은? (단, P 는 압력, V 는 부피이다)



- ① 40
- ② 50
- ③ 60
- ④ 110

3. 압축인자(compressibility factor) Z 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 압축인자는 같은 온도와 압력에서 실제기체의 몰부피를 이상기체의 몰부피로 나눈 값이다.
- ② 이상기체의 압축인자는 항상 1이다.
- ③ 압력이 매우 낮아질 때, 압축인자의 값은 1에 접근한다.
- ④ 압력이 매우 낮아질 때, 실제기체에서 측정된 압력 변화에 따른 압축인자의 변화량은 기체 종류와 무관하다.

4. 단원자 이상기체 A 3몰을 일정한 압력에서 250 K부터 750 K까지 가열할 때, 엔트로피 변화량 [kJ K^{-1}]은? (단, A의 열용량 $C_p = 1.0 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다)

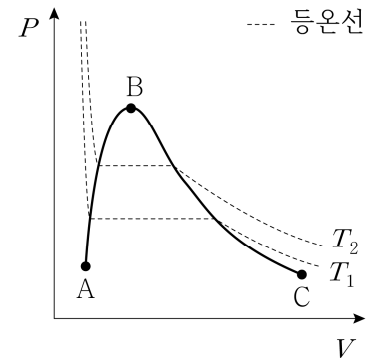
- ① 0
- ② $\ln 3$
- ③ 3
- ④ $3\ln 3$

5. 다음 조건들을 고려할 때, 전기 오븐을 이용하여 밀폐 용기에 담긴 음식물을 가열하는 상황에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 외부에서 유입된 전기는 전기 오븐 내부의 히터에서 열로 변환되어 전기 오븐 내부의 물질을 가열한다.
- 전기 오븐은 외부와 완벽하게 단열되어 있다.
- 닫힌 상태에서 전기 오븐 내부의 물질은 외부로 전혀 새어나가지 않는다.

- ① 전기 오븐 외부를 열역학적 계라고 할 때, 전기는 일의 형태로 경계를 통과한다.
- ② 전기 오븐을 열역학적 계라고 할 때, 계 내부의 에너지는 일정하게 유지된다.
- ③ 밀폐 용기를 열역학적 계라고 할 때, 주변 환경과의 에너지 교환 방식은 열 또는 일이다.
- ④ 밀폐 용기에 담긴 음식물을 열역학적 계라고 할 때, 주변 환경보다 온도가 낮을 때에만 열이 유입될 수 있다.

6. 다음 그림은 등온선들과 함께 나타낸 순수한 물질에 대한 액체, 액체/증기, 증기 영역의 PV 선도이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, P 는 압력, V 는 부피이다)



- ① 곡선 AB에 존재하는 물질은 기화 온도에서의 단일상 증기이다.
- ② 온도 T_2 는 온도 T_1 보다 높다.
- ③ 곡선 ABC에 존재하는 액체와 증기는 포화상태이다.
- ④ 물질의 임계점은 B이다.

15. 현열(sensible heat)과 잠열(latent heat)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㉠. 일정한 압력에서 순수한 고체 물질의 결정 구조가 변화할 때, 온도가 증가하지 않는다.
- ㉡. 분자의 진동 운동에너지가 증가하는 것은 현열에너지에 의한 것이다.
- ㉢. 순수한 액체가 기화될 때의 잠열은 상변화에 수반되는 부피 변화에 반비례한다.
- ㉣. 현열에너지는 분자 간 인력을 극복하고 상변화를 일으킨다.

- ① \neg , \perp
② \neg , \exists
③ \perp , \sqsubset
④ \sqsubset , \exists

16. 기체의 상태를 정의하기 위해 다음 방정식을 사용할 수 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, P 는 압력, V 는 몰부피, T 는 온도, R 은 기체상수이다)

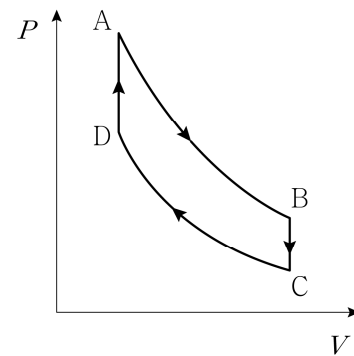
$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$$

- ① Redlich-Kwong 상태방정식이다.
- ② 상수 a 는 실제기체 분자 사이의 척력에 의해 증가된 압력을 보정한다.
- ③ 상수 b 는 실제기체가 지닌 입자 자체의 부피 영향을 보정한다.
- ④ 상수 a, b 는 임계점의 온도, 압력과 무관하다.

17. 이상기체 1몰의 엔트로피(S)가 일정할 때, $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S$ 와 같은 것은?
(단, P 는 압력, T 는 온도, V 는 몰부피, R 은 기체상수, C_P 는 정압 열용량, C_V 는 정적 열용량이다)

- $$\begin{array}{ll} \textcircled{1} & \frac{V}{C_P} \\ \textcircled{2} & \frac{R}{P} \\ \textcircled{3} & \frac{T}{C_P} \\ \textcircled{4} & \frac{RT}{C_V} \end{array}$$

18. 그림과 같이 공기표준 사이클이 이상적으로 거동하고 있다. $A \rightarrow B$ 와 $C \rightarrow D$ 는 단열과정일 때, 열효율(η)은? (단, 정압 열용량(C_p)과 정적 열용량(C_v)은 일정하고, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ 이다. 또한, T_i 와 P_i 는 상태 i 에서의 온도와 압력이다)



- $$\begin{array}{ll} \textcircled{1} \quad 1 - \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} & \textcircled{2} \quad 1 - \frac{T_A - T_D}{T_B - T_C} \\ \textcircled{3} \quad 1 - \frac{T_B - T_C}{T_A - T_D} & \textcircled{4} \quad 1 - \frac{1}{\gamma} \left(\frac{T_B - T_C}{T_A - T_D} \right) \end{array}$$

19. 두 종류의 액체가 섞인 실제용액의 과잉 깃스 에너지가 $\frac{G^E}{RT} = Ax_1x_2$ 로 주어졌다. 해당 용액을 이루고 있는 순수한 성분들의 증기압 비($\frac{P_1^{sat}}{P_2^{sat}}$)는 온도에 무관하게 1.649로 일정하다. 공비점에서 $x_1 = 0.7$ 일 때, 상수 A의 값은? (단, T 는 온도, R 은 기체상수, x_i 는 액체상에서 성분 i 의 몰분율, $\ln 1.649 = 0.5$ 이다)

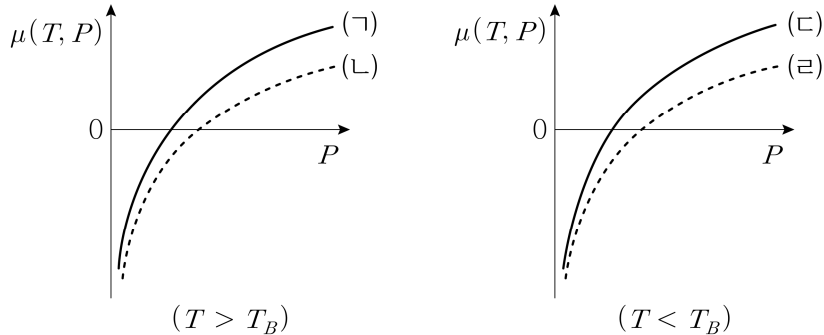
- ① 0.5 ② 0.75
③ 1.0 ④ 1.25

20. 400 K, 1 bar의 이상기체 A 1몰을 4 bar로 등온압축할 때, 필요한 일[J]은? (단, 기체상수 $R = 8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고, $\ln 2 = 0.7$ 이다)

- ① 2,240 ② 3,200
③ 4,480 ④ 6,400

21. 다음은 서로 다른 온도(T) 조건에서 이상기체와 실제기체의 압력(P)에 따른 화학 포텐셜(μ) 변화를 그린 것이다. 실제기체가 주어진 비리얼(virial) 방정식을 따를 때, 실제기체의 곡선만을 모두 고르면? (단, a 와 b 는 상수이고, $a > 0$, $b > 0$ 이다. T_B 는 보일(Boyle) 온도이고, V 는 몰부피, R 은 기체상수이다)

$$PV = RT \left(1 + \left(b - \frac{a}{RT} \right) \frac{P}{RT} \right)$$

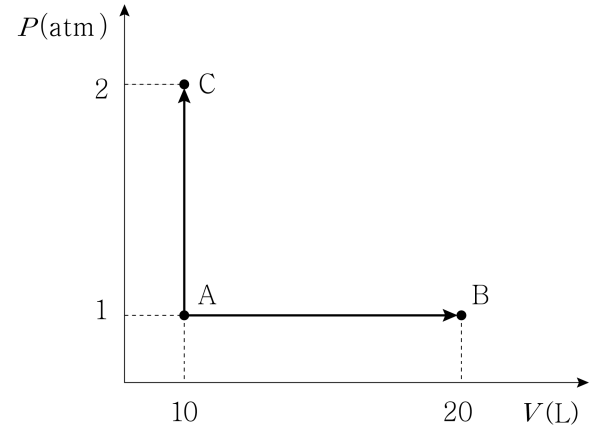


- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

22. 내부 온도를 250 K로 유지하기 위한 냉동기 작동 동력은 0.5 kW이다. 냉동기 외부 온도가 300 K로 유지될 때, 단위시간당 방출되는 열의 크기($|\dot{Q}|$)[kW]는? (단, 냉동기는 Carnot 사이클로 작동하며, 냉동기의 성능계수는 Carnot 성능계수의 60 %이다)

- ① 1.5 ② 2
③ 3 ④ 5

23. 단원자 이상기체가 닫힌계에서 $A \rightarrow B$ 와 $A \rightarrow C$ 의 가역적인 공정을 수행할 때, 옳지 않은 것은? (단, $i \rightarrow j$ 공정에서 ΔS_{ij} 는 엔트로피 변화, ΔU_{ij} 는 내부에너지 변화, ΔH_{ij} 는 엔탈피 변화, Q_{ij} 는 열, P 는 압력, V 는 부피이다)



- ① $\Delta S_{AB} < \Delta S_{AC}$ ② $\Delta U_{AB} = \Delta U_{AC}$
③ $\Delta H_{AB} > Q_{AC}$ ④ $Q_{AB} > \Delta U_{AC}$

24. 흐름과정에 대한 열역학적 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 아음속의 압축성 유체가 단면적이 일정하고 마찰이 있는 수평관을 단열 정상상태로 흐를 때, 흐름방향으로 압력은 감소한다.
② 수렴 노즐공정에서 아음속 흐름에 대해 이론적으로 도달 가능한 최대 유속은 음속이다.
③ 축일과 열전달이 없는 등엔탈피 조름공정에서 이상기체는 압력이 감소하면 온도가 감소한다.
④ 유체가 터빈에서 가역 단열팽창할 때, 축일은 주어진 터빈에서 얻을 수 있는 최대의 일이다.

25. 칸막이에 의해 동일한 부피로 나누어진 박스에 질소(N_2) 2몰과 산소(O_2) 4몰이 각각 들어있다. 일정한 온도에서 칸막이를 제거하여 두 기체가 혼합될 때, $\frac{\Delta G}{RT}$ 의 값은? (단, 기체는 반응하지 않는 이상기체이고, 칸막이의 부피는 무시한다. $\ln 2 = 0.7$, $\ln 3 = 1.1$ 로 계산하고, ΔG 는 깁스 에너지 변화량, R 은 기체상수, T 는 온도이다)
- ① -0.4 ② -3.8
③ -4.2 ④ -6.6