

1. 열역학 제1법칙에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
- ① 제1종 영구기관이 존재할 수 있음을 의미하는 법칙이다.
  - ② 이상기체에만 적용할 수 있는 법칙이다.
  - ③ 하나의 형태의 에너지가 사라지면 그만큼 다른 형태의 에너지가 생성되어 에너지의 총량은 일정하다.
  - ④ 일과 열은 상호 변환 불가능하며 독립적으로 존재한다.

2. 열역학에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
- ① 열역학에서는 화학적 또는 물리적 공정의 속도가 중요하다.
  - ② 열역학의 적용을 위해 고려대상이 되는 특정한 범위를 계(system)라고 한다.
  - ③ 열역학을 실제로 응용할 때 필요한 물성치는 일반화된 상관관계식들을 사용하여 그 추정치를 얻는 것이 가능하다.
  - ④ 열역학은 열에서 발생한 동력을 설명할 수 있다.

3. <보기>에서 과잉 깁스 에너지(Excess Gibbs Energy)로부터 유도된 과잉 성질에 대한 식으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>

$$\begin{aligned} \text{ㄱ. } H^E &= -T \left[ \frac{\partial(G^E/RT)}{\partial T} \right]_{P,x} \\ \text{ㄴ. } V^E &= (\partial G^E / \partial P)_{T,x} \\ \text{ㄷ. } S^E &= -(\partial G^E / \partial T)_{P,x} \\ \text{ㄹ. } C_P^E &= -T(\partial^2 G^E / \partial T^2)_{P,x} \end{aligned}$$

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄹ

4. 유체의 임계거동에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
- ① 임계점에서 액상과 증기상을 서로 명확하게 구별할 수 있다.
  - ② 임계온도, 임계압력 이상을 갖는 물질을 압축성 유체라고 한다.
  - ③ 임계점은 고체, 액체, 기체가 평형을 이루며 존재하는 상태이다.
  - ④ 임계압력은 순수한 화학 물질이 증기/액체평형을 이룰 수 있는 최고의 압력을 나타낸다.

5. 피스톤 안 1 mol 기체의 상태가 일정 온도에서 압축 또는 팽창에 의해 가역적으로 부피가  $V_1$ 에서  $V_2$ 로 변할 때, van der Waals 식  $\left( P = \frac{RTV^2 - a(V-b)}{(V-b)V^2} \right)$ 을 이용해서 시스템의 일( $W$ )을 나타낸 식으로 가장 옳은 것은?

- ①  $W = RT \ln \left( \frac{V_2 - b}{V_1 - b} \right) + \left( \frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) \frac{1}{a}$
- ②  $W = RT \ln \left( \frac{V_1 - b}{V_2 - b} \right) + \left( \frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) a$
- ③  $W = aRT \ln \left( \frac{V_1 - b}{V_2 - b} \right) + \left( \frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right)$
- ④  $W = RT \ln \left( \frac{V_1 - b}{V_2 - b} \right) + \left( \frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) a$

6. 물 1 kg ( $V_1 = 1,003 \text{ cm}^3/\text{kg}$ )이 피스톤에 의해 25 °C, 1 bar에서 가역 과정을 거쳐 25 °C, 1,500 bar로 압축된다. 처음 상태의 압력, 온도, 부피를  $P_1$ ,  $T_1$ ,  $V_1$ , 나중 상태의 압력, 온도, 부피를  $P_2$ ,  $T_2$ ,  $V_2$ 라고 한다면 <보기>의 식을 사용하여 나중 상태의 부피( $V_2$ )를 구하는 식으로 가장 옳은 것은? (단,  $\beta$ 와  $\kappa$ 는 온도와 압력에 무관한 상수이다.)

<보기>

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - \kappa dP$$

- ①  $V_2 = \frac{\exp(\kappa(P_1 - P_2))}{V_1}$
- ②  $V_2 = V_1 \exp(-\kappa(P_1 - P_2))$
- ③  $V_2 = \frac{\exp(-\kappa(P_1 - P_2))}{V_1}$
- ④  $V_2 = V_1 \exp(\kappa(P_1 - P_2))$

7. 1 bar, 1,000 °C에서 이상기체 화학반응  $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 의 평형상수를  $K_r$ 이라고 한다. 주어진 화학반응이 모두 1,000 °C에서 발생한다고 할 때, 반응의 평형상수가  $K_r$ 이 아닌 것은?

- ①  $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} \quad (P=5 \text{ bar})$
- ②  $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} \quad (P=10 \text{ bar})$
- ③  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} \quad (P=1 \text{ bar})$
- ④  $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 3\text{N}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + 3\text{N}_2 \quad (P=5 \text{ bar})$

8. <보기>는 열린계의 에너지 수지식이다. 입구와 출구가 하나씩 존재하는 계의 정상상태 단열계에 대한 에너지 수지식으로 가장 옳은 것은? (단,  $m$ : 전체 계의 질량,  $t$ : 시간,  $u$ : 속도,  $z$ : 높이,  $H$ : 비엔탈피,  $g$ : 중력가속도,  $\dot{Q}$ : 열전달률,  $\dot{W}$ : 일률,  $\dot{m}$ : 질량유량, 하첨자 1, 2는 각각 입구, 출구를 나타낸다.)

<보기>

$$\frac{d(mU)_{CV}}{dt} + \Delta \left[ \left( H + \frac{1}{2}u^2 + zg \right) \dot{m} \right]_{fs} = \dot{Q} + \dot{W}$$

- ①  $-\dot{W} = \left[ \left( H_2 + \frac{1}{2}u_2^2 + z_2g \right) \dot{m}_2 - \left( H_1 + \frac{1}{2}u_1^2 + z_1g \right) \dot{m}_1 \right]$   
 ②  $-\dot{W} = \left[ \left( H_1 + \frac{1}{2}u_1^2 + z_1g \right) \dot{m}_1 + \left( H_2 + \frac{1}{2}u_2^2 + z_2g \right) \dot{m}_2 \right]$   
 ③  $\frac{-\dot{W}}{\dot{m}} = \left[ - \left( H_1 + \frac{1}{2}u_1^2 + z_1g \right) \dot{m}_1 + \left( H_2 + \frac{1}{2}u_2^2 + z_2g \right) \dot{m}_2 \right]$   
 ④  $\frac{-\dot{W}}{\dot{m}} = \left[ \left( H_1 + \frac{1}{2}u_1^2 + z_1g \right) - \left( H_2 + \frac{1}{2}u_2^2 + z_2g \right) \right]$

9. 열역학 제2법칙에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

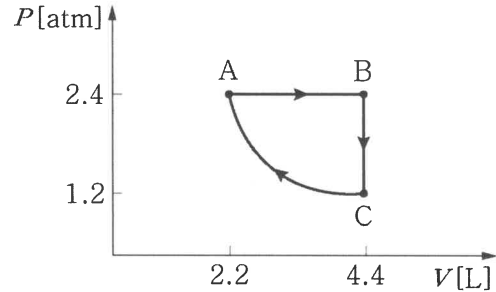
- ① 닫힌계에서 기계적인 일이 없다고 가정할 때, 단위 시간당 엔트로피 변화량은 열전달 속도, 온도, 계 내부 엔트로피 생성속도의 함수로 표현된다.  
 ② 가역공정에서 전체 엔트로피 생성속도는 0이다.  
 ③ 고립계의 엔트로피 생성속도는 항상 0보다 크거나 같다.  
 ④ 열린계의 엔트로피 수지식에서 엔트로피 흐름속도  $\dot{Q}/T$ 는 물질이동에 의해 발생한다.

10. 물질 X는 280 K에서 0.5 atm의 증기압과 420 K에서 1 atm의 증기압을 가진다. 증발열이 온도 변화에 무관하다고 가정할 때, 물질 X의 증발열의 값[kJ mol<sup>-1</sup>]은? (단, ln2=0.7, 기체상수=8 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>로 계산한다.)

- ① 0.4704                      ② 4.704  
 ③ 47.04                      ④ 470.4

11. 닫힌 용기 안에 이상기체가 점 A의 상태에 있다. 이 계가 <보기>와 같은 순환 과정을 밟을 때,  $\frac{T_B^2}{T_A \times T_C}$ 의 값은?

<보기>



- 일정한 압력으로 점 B까지 가열
- 일정한 부피를 유지하며 점 C까지 냉각
- 등온압축 과정으로 점 A로 돌아옴

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

12. Pitzer 관계 상수( $Z^0=0.86$ ,  $Z^1=0.03$ )를 적용하여 계산했을 때, 200 K, 10 bar에서 실제 기체의 몰 부피(molar volume)에 가장 가까운 값[cm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>]은? (단, 기체상수  $R=80$  cm<sup>3</sup> bar mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>, 이심인자  $\omega=0.2$ 이다.)  
 ① 1,085                      ② 1,185  
 ③ 1,285                      ④ 1,385

13. 100 °C로 달궈진 철덩어리 100 kg을 10 °C의 물 50 kg에 식힌다고 한다. 물과 철덩어리가 포함된 반응기는 단열되어 있다고 할 때, 반응기의 최종 온도[°C]와, 이 과정 동안 철덩어리의 엔트로피 변화에 가장 가까운 값[kJ K<sup>-1</sup>]은? (단, 철덩어리의 비열은 0.5 kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>, 물의 비열은 4 kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>이고, 철덩어리와 물은 비압축성 물질에 해당한다. 계산과정에서 ln1.239 = 0.214, ln0.807 = -0.214로 계산한다.)  
 ① 28, -10.7                      ② 28, +10.7  
 ③ 20, -10.7                      ④ 20, +10.7

14. 발전소에서 500 K의 고온 열저장고(hot reservoir)로부터 열을 흡수해 250 K의 저온 열저장고(cold reservoir)에 열을 방출하며 300,000 kWh의 일을 생산한다. 발전소의 실제 열효율은 이론상 최댓값의 60 %일 때, 저온 열저장고로 방출되어야 할 열의 값[kWh]은?  
 ① 500,000                      ② 600,000  
 ③ 700,000                      ④ 800,000

15. 음의 Joule-Thomson 계수를 갖는 어떤 물질이 낮은 압력으로 조름 공정을 진행하고 있다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 물질의 엔트로피는 일정한 값을 가질 것이다.
- ② 물질의 엔트로피는 감소할 것이다.
- ③ 물질의 엔탈피는 감소할 것이다.
- ④ 물질의 온도는 증가할 것이다.

16. 이상적인 Rankine 사이클로 운전되는 기관이 있다. 터빈의 입구 상태가 일정하게 유지되고, 응축 압력이 낮아질 때 나타나는 현상으로 가장 옳은 것은?

- ① 터빈 출력일은 감소할 것이다.
- ② 방출 열의 양은 감소할 것이다.
- ③ 사이클의 효율은 감소할 것이다.
- ④ 펌프 입력일은 감소할 것이다.

17. 기체와 액체의 평형상태 계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 라울(Raoult)의 법칙이 적용되기 위한 두 가지 주요 가정은 기상이 이상기체, 액상이 이상용액이라는 조건이다.
- ② 이상용액의 거동은 분자들의 크기가 종류별로 크게 다르지 않으며, 동일한 화학적 성질을 지니는 액상에 대해 근사적으로 나타낼 수 있다.
- ③ 상온에서 물 속에 용해된 공기의 분율을 계산하고자 할 때, 라울(Raoult)의 법칙을 적용할 수 있다.
- ④ 3성분계 기체-액체에 라울(Raoult)의 법칙을 적용하면, 상률에 따라 3개의 변수를 고정해야 하며 그중 한 개는 온도 또는 압력으로 정해야 한다.

18. 온도  $t^{\circ}\text{C}$ 에서  $\text{CO}_2(g)$ 의 표준생성열이  $-393.5\text{ kJ}$ 이고  $\text{CO}(g)$ 의 표준연소열이  $-283.0\text{ kJ}$  일 때,  $\text{CO}(g)$ 의 표준생성열의 값[kJ]은? (단,  $t^{\circ}\text{C}$  표준상태에서 C의 가장 안정한 상태는  $\text{C}(s, gr)$ 이다.)

- ①  $-676.5$                       ②  $-283.0$
- ③  $-110.5$                     ④  $283.0$

19. 이성분계 혼합물의 상평형에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 활동도 계수(activity coefficient)는 혼합물에서 성분  $i$ 의 플레시티와 순수물질  $i$ 의 부분 플레시티의 비를 나타낸다.
- ② 상평형에서 성분  $i$ 의 플레시티와 활동도 계수는 서로 다른 상에서 같다.
- ③ 상평형에서  $\left(\frac{\partial G}{\partial x_i}\right)_{T,P} = 0$ 이다.
- ④ 이상기체 혼합물에서 성분  $i$ 의 부분 플레시티는 부분 압력과 같다.

20. 작동유체(working fluid) 또는 냉매(refrigerant)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 카르노(Carnot) 열기관의 효율은 작동유체와 무관하다.
- ② 암모니아, 염화메틸, 이산화탄소, 프로판 등은 냉매로 이용될 수 있으며, 동일한 성능계수를 갖는다.
- ③ 냉동 시스템에서 공기가 새어 들어가지 않게 하기 위해서는 증발기 온도에서의 냉매 증기압이 대기압보다 높아야 한다.
- ④ 고압 장치에서 높은 초기 투자비용과 운전비용이 발생하기 때문에 응축기 온도에서의 증기압이 너무 높으면 안 된다.