

화공열역학

문 1. 과잉물성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 같은 온도, 압력 및 조성에서의 실제 물성값과 이상용액의 물성값의 차이로 나타낸다.
- ② 저압에서 액체의 경우 압력이 과잉 Gibbs 에너지 및 활동도 계수에 미치는 영향보다 온도의 영향이 대체로 크다.
- ③ 모든 과잉물성은 단일성분으로 순수할 때 0이 된다.
- ④ 고정된 온도, 압력에서 액체 혼합물의 실험적 혼합열은 과잉엔탈피보다 항상 크다.

문 2. 이상기체로 간주할 수 있는 어떤 낮은 압력에서 온도(T)와 증기압(P^{sat}) 간의 상관관계가 존재한다. 이때 $\frac{1}{T}$ 에 대한 $\ln P^{\text{sat}}$ 의 변화율이 -3.2 라고 하면, 증발잠열(ΔH) [J/mol]은? (단, 기체상수 $R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ 이다)

- ① 6.4 ② 26.6
- ③ 34.3 ④ 262.6

문 3. 높이 100m에서 떨어지는 물이 수력발전소의 터빈으로 공급되고 있다. 이 터빈의 효율이 50%라면 200W의 형광등을 계속 사용하기 위해서 1분당 터빈으로 공급되어야 하는 물의 양[kg]은? (단, 중력 가속도는 9.8 m/sec^2 이다)

- ① 6.1 ② 12.2
- ③ 24.5 ④ 49.0

문 4. Carnot 사이클로 작동하는 열기관이 사이클당 300 J의 일을 얻기 위하여 1,050 J의 열을 공급받는다. 저열원의 온도가 27°C 라면, 고열원의 온도 [$^\circ\text{C}$]는?

- ① 117 ② 127
- ③ 137 ④ 147

문 5. 온도 298 K에서 CO와 CO_2 의 생성열이 각각 -111 kJ/mol 과 -394 kJ/mol 일 때, CO의 연소열 [kJ/mol]은?

- ① -505 ② 505
- ③ -283 ④ -308

문 6. 1 mol(mol)의 기체가 포함된 피스톤-실린더 장치에 10 bar의 압력이 가해져 있으며, 실린더의 초기 부피는 1 m^3 였다. 이후에 등온팽창하여 부피가 2배가 될 때의 가역적인 일의 크기 [kJ]와 외부의 압력이 갑자기 5 bar로 줄면서 부피가 2배가 될 때의 비가역적인 일의 크기 [kJ]는? (단, $\ln 2$ 는 0.7로 계산한다)

- | | 가역적인 일 | 비가역적인 일 |
|---|--------|---------|
| ① | 100 | 50 |
| ② | 300 | 100 |
| ③ | 500 | 300 |
| ④ | 700 | 500 |

문 7. 어느 기체의 정용 열용량(C_V) [J/mol · K]이 주어진 온도 T [K]에서 $a + 2aT$ 이다. 일정 부피에서 온도가 T_1 에서 $2T_1$ 으로 변했을 때, 내부에너지 [J/mol]의 변화는? (단, a는 상수이다)

- ① $3aT_1 + aT_1^2$
- ② $a(T_1 - 3T_1^2)$
- ③ $a(T_1 + 2T_1^2)$
- ④ $a(T_1 + 3T_1^2)$

문 8. 1 기압(atm), 273 K의 이상기체 1 mol(mol)을 등온 가역팽창하여 부피를 2배 증가시킬 경우와 부피를 일정하게 유지하고 온도를 2배 상승시킬 경우의 엔트로피 변화에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 이상기체 1 mol(mol)의 경우 정적 열용량 $C_V = 1.5R$ 로 일정하며, R은 기체상수이다)

- ① 등온 가역팽창하여 부피를 2배 증가시킬 경우의 엔트로피 증가가 더 크다.
- ② 부피를 일정하게 유지하고 온도를 2배 상승시킬 경우의 엔트로피 증가가 더 크다.
- ③ 두 경우의 엔트로피 증가는 같다.
- ④ 두 경우의 엔트로피 변화는 없다.

문 9. 0°C , 1 기압(atm)에 있는 1 mol(mol)의 이상기체를 10 기압(atm)까지 압축할 때, 다음 중 가장 높은 온도에 도달하는 가역과정은?

- ① 등온(isothermal) 과정
- ② 등적(isometric) 과정
- ③ 단열(adiabatic) 과정
- ④ 등엔트로피(isentropic) 과정

문 10. NH_3 와 H_2O 의 이성분계에 대하여 0°C 의 온도에서 아래의 기-액 평형 데이터를 얻었다. NH_3 의 조성이 15 mol%일 때, NH_3 의 활동도계수(activity coefficient)는?

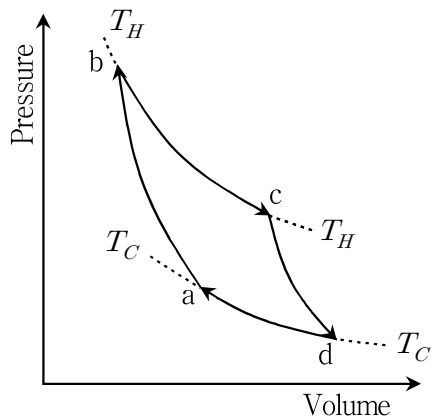
액상에서의 NH_3 의 조성 [mol%]	기상에서의 NH_3 의 부분압력 (partial pressure) [psia]
5.0	0.25
10.0	0.50
15.0	0.90
50.0	19.40
100.0	65.00

- ① 0.014 ② 0.092
- ③ 0.9 ④ 6.0

문 11. 열기관에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 압축비가 같다면 디젤기관이 가솔린기관보다 열효율이 높다.
- ② 제트기관은 노즐을 사용하여 뜨거운 기체를 팽창시켜서 방출 기체의 운동에너지를 사용한다.
- ③ 기체터빈기관은 연료를 연소시키기 전에 유입가스를 압축시키는 과정을 거친다.
- ④ 디젤기관은 압축과정에서의 온도가 충분히 높아서 연소가 자발적으로 시작된다.

문 12. 이상기체를 작동유체로 사용하여 고온 T_H 에서 열량 $|Q_H|$ 를 흡수하고 저온 T_C 에서 열량 $|Q_C|$ 를 방출하는 Carnot 사이클의 압력-부피(P-V)선도에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① a→b 과정은 온도가 T_C 에서 T_H 로 상승될 때까지 단열압축 과정을 따르고, 일이 생성된다.
- ② b→c 과정은 $|Q_H|$ 의 열량을 흡수하면서 단열팽창한다.
- ③ $\frac{|Q_H|}{|Q_C|} = \frac{T_H}{T_C}$ 가 성립한다.
- ④ 열효율 $\eta = \frac{|Q_H|}{|W|} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ 나타낼 수 있다.

문 13. 일정한 열용량을 갖는 이상기체의 가역단열공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, T는 온도, P는 압력, W는 계가 얻은 일, ΔU 는 내부에너지 변화, $\gamma = C_P/C_V$ 이다)

- ① $TP^{1/\gamma}$ 는 일정하다.
- ② $TV^{\gamma-1}$ 은 일정하다.
- ③ PV^γ 는 일정하다.
- ④ $W = \Delta U$ 이다.

문 14. 상수 δ 값에 따라서 다양한 모델을 제공해 주는 폴리트로픽(polytropic) 공정은 다음의 실험식으로 정의된다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$PV^\delta = \text{일정}$$

- ① $\delta = -1$ 일 때, 단열(adiabatic) 과정이다.
- ② $\delta = 0$ 일 때, 등압(isobaric) 과정이다.
- ③ $\delta = 1$ 일 때, 등온(isothermal) 과정이다.
- ④ $\delta = \infty$ 일 때, 정적(isochoric) 과정이다.

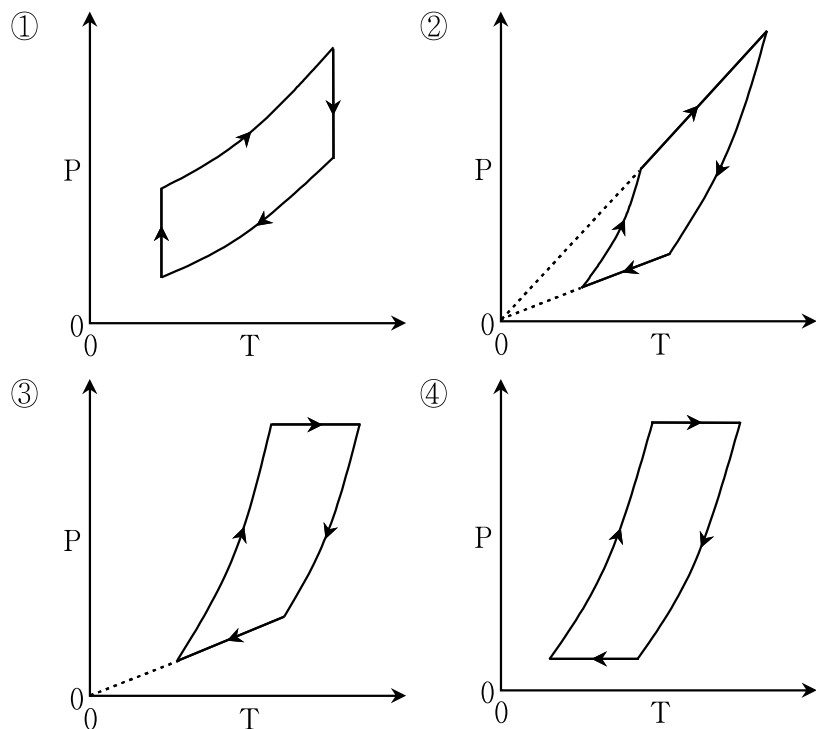
문 15. 냉동기에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 냉동과정은 자발적인 과정이다.
- ② 냉동기는 에너지를 소비해서 저온으로부터 고온으로 열을 전달해 주는 장치이다.
- ③ 밀폐된 방 안에서 냉장고 문을 열어두면 방안의 온도는 계속해서 내려간다.
- ④ 냉동기가 가동되는 동안 냉동기 자체의 엔트로피는 증가한다.

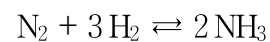
문 16. 어떤 순수한 유체의 Gibbs 에너지(G)가 $G = f(T) + bP$ 로 주어졌을 때, 정압 열용량(C_P)의 식은? (단, $f(T)$ 는 f 가 온도(T)의 함수임을 나타내며, b 는 상수이고 P 는 압력이다)

- ① $-T(df/dT)$
- ② $f(T) + bP - T(df/dT)$
- ③ $-T(d^2f/dT^2)$
- ④ $f(T) - T(df/dT)$

문 17. 가장 보편적인 내연기관은 자동차에 이용되는 Otto 기관이다. 이상기체를 가정한 공기표준 Otto 기관의 압력-온도(P-T)선도는?



문 18. 400 °C의 온도에서 다음과 같은 암모니아 합성반응이 기상에서 진행되어 평형전환율이 10 %였다. 초기에 질소와 수소가 각각 1 몰(mol)씩 존재하였고 같은 온도에서 1 bar의 표준압력일 때 평형상수가 0.42×10^{-4} 이라면, 평형에서의 전체 압력 [bar]은? (단, 각 성분의 플레시티계수(fugacity coefficient)는 1로 간주한다)



- ① 10
- ② 50
- ③ 100
- ④ 150

문 19. 2 개의 똑같은 유리 용기에 이상기체 A와 B가 각각 채워져 있다. 만약 기체 A의 분자량이 B의 2배이고 A의 밀도가 B의 $\frac{1}{2}$ 일 때, 같은 온도에서 기체 A와 B의 압력비 $\left(\frac{P_A}{P_B}\right)$ 는?

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

문 20. 50,000 kW급 수증기 터빈 입구에서 엔탈피는 3,400 kJ/kg이고 등엔트로피 과정을 따를 경우 출구에서 엔탈피는 2,100 kJ/kg이다. 등엔트로피 과정을 따르지 않는 터빈의 효율이 75 %일 때, 터빈 출구에서 실제 엔탈피 [kJ/kg]는?

- ① 975
- ② 1,300
- ③ 2,275
- ④ 2,425