제 14 장 연습 문제

14-1	14-7	14-13
14-2	14-8	14-14
14-3	14-9	14-15
14-4	14-10	14-16
14-5	14-11	14-17
14-6	14-12	4-18

홈페이지 예제문제

12-2

12-6

12-7

14-1 어떤 이상기체의 온도가 400 K 이다. 이제 기체의 압력을 2.0 kPa 로 일정하게 유지시킨 채 기체의 부피를 0.010 m^3 에서 0.020 m^3 로 증가시킨다. 이 과정동안 기체에는 1.20 kJ 의 열량이 공급되었다고 한다. 이 기체 내부에너지의 변화를 구하여라.

풀이

정압과정이며 열역학1법칙에 의해 내부에너지의 변화를 구할 수 있다.

$$\left(p = 2.0kPa = 2.0\times10^3\, N/m^2\right)$$

열역학 제1법칙

$$\Delta E = Q - W$$

열역학적인 일(W)은

$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

$$= 2.0\times10^3\, N/m^2 \times (0.020 - 0.010)\, m^3 = 20J$$

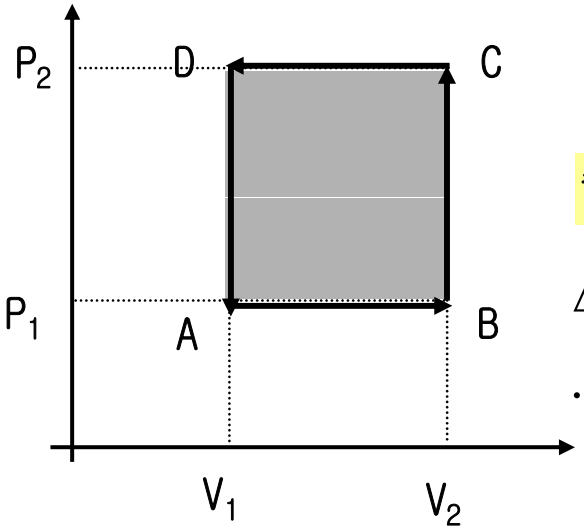
열외부에서 공급된 열량은 $Q = 1.20\times10^3 J$ 이므로

$$\therefore \Delta E = Q - W = 1.2\times10^3 J - 20J = 1.18\times10^3 J$$

연습14-2 통 속에 들어있는 기체의 압력과 부피를 측정하여, 기체가 다음 그림과 같이 A→ B → C → D → A 의 순환 과정을 하는 것을 알 수 있었다. 이 순환 과정을 한번 하는 동안 기체가 외부로부터 흡수한 알짜 열은 얼마인가?

$$\Delta E_{A-B} = \Delta Q_{A-B} - P_1(V_2 - V_1)$$
$$\Delta E_{B-C} = \Delta Q_{B-C}$$
$$\Delta E_{C-D} = \Delta Q_{C-D} - P_2(V_1 - V_2)$$
$$\Delta E_{D-A} = \Delta Q_{D-A}$$

풀이



순환과정 $\Delta E_{ABCDA} = 0$

$$\Delta E_{ABCDA} = 0 = \Delta Q_{ABCDA} - P_1(V_2 - V_1) + P_2(V_2 - V_1)$$
$$\therefore \Delta Q - P_1(V_2 - V_1) + P_2(V_2 - V_1) = 0$$
$$\Delta Q = (V_2 - V_1)(P_1 - P_2) = -(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$$

열을 방출한다

14-3의 문제에 대한 개념 설명

등온과정 : 온도가 변화없는 과정

이상기체의 상태방정식

$$PV = N k_B T = nRT$$

- 온도의 변화가 없으므로, $\Delta E = 0$ [이상기체]

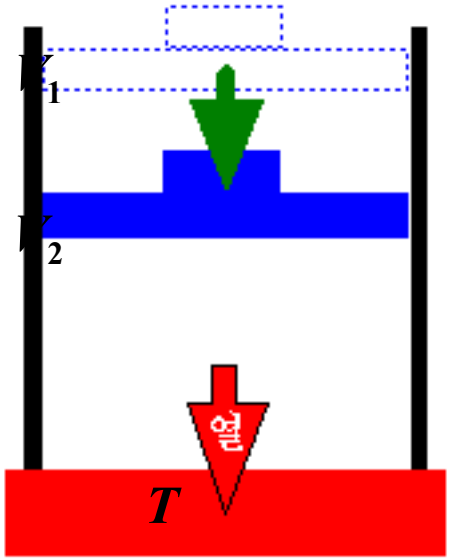
$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ [/mole]}$$
$$R = N_A k_B = 8.31 \text{ [J/(mol K)]}$$

- 기체가 외부에 한 일 :

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P\,dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

- 기체가 외부로부터 흡수한 열 :

$$Q = \Delta E + W = W$$



- $V_2 < V_1$ (압축과정) $Q = W < 0$
- $V_2 > V_1$ (팽창과정) $Q = W > 0$

연습 14-3 부피가 10m³이며 압력이 2.0 기압인 이상기체가 있다. 이 기체를 압축시켜 부피가 5.0m³ 이 되었다. 압축시키는 동안 기체의 온도는 T 로 일정하였다. 기체의 양은 2.0 몰이고 기체상수는 R이다. (가) 압축 후 기체의 압력은 몇 기압인가? (나) 이 과정에서 기체가 외부에서 흡수한 열은 몇 J 인가.?

풀이

(가) $P_1V_1 = P_2V_2 = \text{일정}$ (등온과정)

$$P_2 = \frac{V_1}{V_2}P_1 = \frac{10m^3}{5.0m^3}(2.0atm) = 4.0atm$$

(나) Q = ΔE + PΔV = PΔV (등온 과정이므로 ΔE=0)

$$Q = W = \int PdV = nRT\int \frac{dV}{V} \quad \Leftarrow (P = \frac{nRT}{V})$$

$$Q = nRT\ln V\Big|_{v_1=10}^{v_2=5} = P_1V_1\ln V\Big|_{v_1=10}^{v_2=5} \quad \Leftarrow (P_1V_1 = nRT = \text{일정})$$

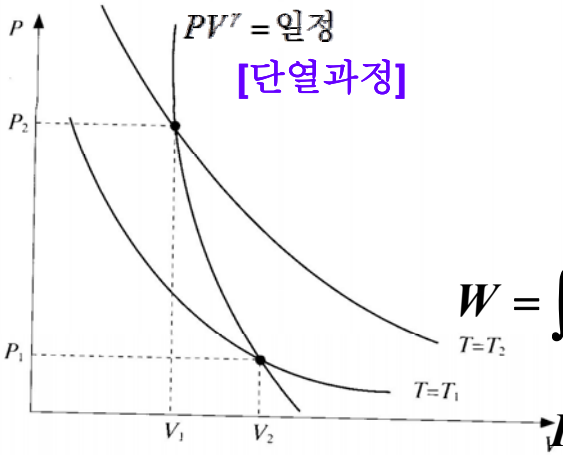
$$= -(2.0atm)(1.012\times10^5 Pa/atm)\cdot(10m^3)\cdot(\ln 2)$$

$$= -1.4\times10^6 J$$

외부에 열을 방출함

연습14−4 이상기체 1 몰이 그림과 같이 온도 T_1 에서 T_2 로 단열과정을 하는 동안 이 기체가 하는 일 W 는 이 온도들만의 함수임을 보여라.

풀이



단열과정이므로 $PV^\gamma = C$ (C : 상수)

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$\left(P_1 V_1 = nRT_1 \,,\; P_2 V_2 = nRT_2\right)$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{C}{V^\gamma} dV = C\int_{V_1}^{V_2} V^{-\gamma} dV = -\frac{C}{\gamma-1}\left[V_2^{-(\gamma-1)} - V_1^{-(\gamma-1)}\right]$$

$$= \frac{P_1 V_1^\gamma}{\gamma-1}\left[\frac{1}{V_1^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_2^{\gamma-1}}\right] = \frac{P_1 V_1}{\gamma-1}\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}\right]$$

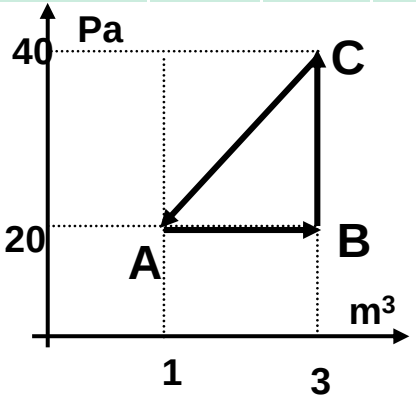
$$= \frac{nRT_1}{\gamma-1}\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$$

연습14−5 그림과 같이 어떤 이상기체가 처음 상태 A에서 B 와 C를 거쳐 다시 A 인 상태로 돌아왔다. (가) 각각의 과정에서 기체가 외부에서 받은 열량 Q, 외부에 한일 W, 내부에너지의 변화량 E 의 부호를 +, − 또는 0 으로 표시하라. (나) 다시 제자리로 돌아왔을 때에 기체가 한 일을 구하여라

풀이

순환과정 $\Delta E = 0$

	Q	W	ΔE
A에서 B	+	+	+
B에서 C	+	0	+
C에서 A	-	-	-



(가) (AB)정압과정 $\Delta E_{AB} > 0 \quad (\because \Delta KE = \frac{3}{2} P\Delta V > 0)$

$W_{AB} = 40J, \quad Q_{AB} = \Delta E_{AB} + 40J > 0$

(BC)정적과정 $W_{AB} = 0J$

$\Delta E_{BC} = Q_{BC} = C_V \Delta T > 0$

$(\because \ V\Delta P = NR\Delta T \Rightarrow P > 0$이면 $\Delta T > 0)$

(CA)수축과정 $W_{CA} = -60J$

$0 = \Delta E = \Delta E_{AB} + \Delta E_{BC} + \Delta E_{CA} \Rightarrow \Delta E_{CA} = -(\Delta E_{AB} + \Delta E_{BC}) < 0$

$Q_{CA} = \Delta E_{CA} + W_{CA} < 0$

(나) $\Delta E_{ABC} = 0 = \Delta Q_{ABC} - W \Rightarrow \Delta Q_{ABC} = W$

$$W = -\frac{1}{2} \times 2 \times 20 = -20(J)$$

연습 14−6 부피가 10m^{3}이며 압력이 4.0 기압인 이상기체가 있다. 이 기체가 팽창하여 부피가 20m^3 이 되었다. 팽창하는 동안 기체의 온도는 T 로 일정하였다. 기체의 양은 3.0 몰이고 기체상수는 R이다. (가) 팽창 후 기체의 압력은 몇 기압인가? (나) 이 과정에서 기체가 외부에 한 일은 몇 J 인가? (다) 이 과정에서 기체가 외부로 부터 받은 열량은 얼마인가?

풀이

(가) $P_2 = ?$ $T =$ 일정 T = 일정, (등온과정)

$P_1 V_1 = P_2 V_2 = nRT =$ 일정 (등온과정)

$$P_2 = \frac{V_1}{V_2} P_1 = \frac{10m^3}{20m^3}(4.0atm) = 2.0atm$$

(나) $W = \int PdV = nRT \frac{dV}{V}$ $\Leftarrow (P = \frac{nRT}{V}, \Delta E = 0)$ $(P_1 V_1 = nRT =$ 일정$)$

$$W = nRT \ln V\Big|_{v_1=10}^{v_2=20} = P_1 V_1 \ln V\Big|_{v_1=10}^{v_2=20} = 10 \times 4 \times 1.012 \times 10^5 \cdot (\ln 2) = 2.8 \times 10^6 J$$

(다) $Q = \Delta E + W$ (등온 과정이므로 $\Delta E = 0$)

$$Q = W = 2.8 \times 10^6 J$$

연습 14−7 어떤 물질의 상태방정식이 $P = \dfrac{AT - BT^2}{V}$

와 같이 주어진다. 압력은 $P=P_0$ 로 일정하고 온도가 T_1에서 T_2 로 변했을 때의 일을 계산하여라.

풀이

$$PV = AT - BT^2 \Rightarrow PdV = \left(A - 2BT\right)\cdot dT$$

$$W = \int PdV = \int \left(A - 2BT\right)dT$$

$$= \int_{T_1}^{T_2} \left(A - 2BT\right)dT = AT - BT^2 \Big|_{T_1}^{T_2}$$

$$= A\left(T_1 - T_2\right) - B\left(T_1 - T_2\right)^2$$

$$= \left(T_1 - T_2\right)\left\{A - B\left(T_1 + T_2\right)\right\}$$

연습 14−8　1몰의 이상기체가 등온팽창하고 있다. 기체에 전달되는 열량을 초기 부피 V_i와 최종부피 V_f 그리고 온도 T 로 나타내어라

풀이

등온팽창이므로

$$\Delta E = Q - W \Rightarrow Q = W \quad (\because \Delta E = 0)$$

$$(PV = nRT \ , n = 1)$$

$$Q = W = \int_{V_1}^{V_2} P\, dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV = RT \ \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

연습 14−9 단원자 이상기체의 부피를 두 배로 증가시킨다. (가) 온도를 일정하게 유지시켰다면 압력은 몇 배가 되는가? (나) 단열과정이었다면 압력은 몇 배가 되는가?

풀이

(1) 등온과정 : $T =$ 일정

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = nRT = \text{일정}$$

$$P_2 = \frac{V_1}{V_2} P_1 = \frac{V_1}{2V_1} P_1 = \frac{P_1}{2}$$

압력은 ½ 배

(2) 단열과정 : $Q = 0$

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} = \text{일정}$$

단원자분자의 $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} = \dfrac{\frac{5}{2}RT}{\frac{3}{2}RT} = \dfrac{5}{3}$

$$P_2 = \frac{V_1^{\gamma}}{V_2^{\gamma}} P_1 = \left(\frac{V_1}{2V_1}\right)^{\gamma=\frac{5}{3}} P_1 = 2^{-\frac{5}{3}} P_1$$

압력은 $2^{-5/3}$배

연습 14−10 20° C, 1 기압의 공기가 실린더 안에 들어 있다. 단열과정으로 이 공기의 부피를 반으로 줄인다면 공기의 온도는 몇 도가 되겠는가? 공기는 이원자 이상기체로 기술된다고 가정한다.

풀이

$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} =$일정 (단열과정) T_1=293.15K

$P_1 V_1 = nRT_1 \Rightarrow , P_1 = \frac{nRT_1}{V_1}$을 (1) 에 대입하면

(이원자분자의 $\gamma = - = \frac{\frac{7}{2}RT}{\frac{5}{2}RT} = \frac{7}{5}$)

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} \Rightarrow T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$T_1 \times V_1^{\gamma-1} = T_2 \left(\frac{V_1}{2}\right)^{\gamma-1} \qquad \left(\because V_2 = \frac{V_1}{2}\right)$$

$$T_2 = T_1 \times 2^{\gamma-1}\Big|_{\gamma=7/5}$$

$$T_2 = 2^{\frac{7}{5}-1} T_1 = 2^{0.4} \times 293.15 = 387K = 114^{\circ}C$$

연습 14-11 어떤 이상기체의 정적 비열 C_v 가 6.00 cal/ mol· K 이다. 3 mol 의 기체가 각각 정적과정, 정압과정, 단열 수축의 3 단계를 거치는 동안 온도는 50 K 상승하였다. 아래의 표를 채워라 $C_v = 6.00$ cal/ mol· K $= 25.2$ J/ mol· K

풀이

(1) 정적과정 $W_1 = 0$ $\Delta E = \Delta Q - W$

$$\Delta E_1 = Q_1 = nC_V \Delta T = 3 \times (25.2 J / mol \cdot K) \times 50 K = 3800 J$$

(2) 정압과정

$$W_2 = P\Delta V = nR\,\Delta T = 3 \times 8.31 J/mol\,K \times 50 K = 1200 J$$

$$Q_2 = nC_p \Delta T = 3mol \times (25.2 + 8.31) J/mol\,K \times 50 K = 5000 J$$

$$\Delta E_2 = Q_2 - W_2 = 5000 J - 1200 J = 3800 J$$

(3) 단열수축과정 $Q_3 = 0$ $\Rightarrow \Delta E_3 = -W$ $\Rightarrow$ $nC_v \Delta T = -W$

$$W_3 = -nC_v \Delta T = -3mol \times 25.2 J/mol\,K \times 50 K = -3800 J$$

$$\Delta E_3 = -W = 3800 J$$

입자 1개당 운동에너지 $= \frac{3}{2} k_B \Delta T = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} J/K \times 50 K = 1.0 \times 10^{-21} J$

	얻은 열량	기체가한일	내부에너지변화	운동에너지변화
정적과정	3800J	0	3800J	1.0×10^{-21} J
정압과정	5000J	1200J	3800J	1.0×10^{-21} J
단열수축	0	-3800J	3800J	1.0×10^{-21} J

열기관

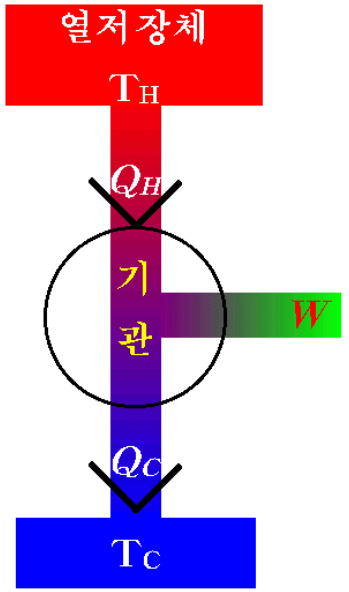
- 열기관 $(\Delta S_M = 0)$

  - 높은 온도(T_H) 의 열저장체로 부터 열을 흡수하여 외부에 일을 하고 낮은 온도의 열저장체로 Q_C 만큼의 열을 방출하는 기관이다, (열기관의 내부에너지는 변함이 없다.)
  -

$$Q_H = Q_C + W$$

  - 열 효율 :

$$e = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$$



$$\Delta S_{total} = \Delta S_M + \Delta S_{T_H} + \Delta S_{T_C} = -\frac{Q_H}{T_H} + \frac{Q_C}{T_C} \geq 0$$

– 실제적인 열기관 : ⇨ $e \leq 1 - \frac{T_C}{T_H}$

  -

이상적인 열기관의 열효율 : $e = 1 - \frac{T_C}{T_H}$

연습 14−12 어떤 열기관이 한 주기마다 400J 의 열량을 받아 20J의 일을 한다고 한다. 이 열기관의 열효율을 구하여라. 또, 한 주기마다 배출되는 열량은 얼마인가?

풀이

열기관의 열효율 $e = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$ $\qquad Q_H - Q_C = W$

$$Q_H = 400J, \qquad W = 20J$$

열효율: $e = \frac{W}{Q_H} = \frac{20J}{400J} = \frac{1}{20} = 0.05$

베출된 열량: $Q_C = Q_H - W = (400 - 20)J = 380J$

연습 14-13 어떤 운전 중인 자동차 엔진 온도가 2500 °C라고 한다. 외부 온도가 20 °C 라고 할 때, 자동차 엔진을 이상기관이라고 가정하여 얻을 수 있는 최대 열효율은 얼마인가?

풀이

실제 기관의 열효율 $e \le 1 - \frac{T_C}{T_H}$

섭씨온도는 절대온도로 환산한다.

$$T_H = 2500 + 273.15 = 2773K$$
$$T_C = 20 + 273.15 = 293K$$

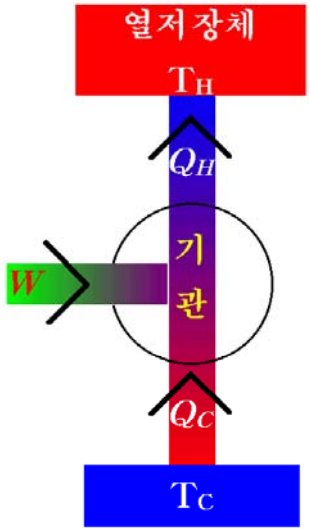
이상적인 기관 일 때 최대열효율 :

$$e_{ideal} = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{293.15}{2773.15} = 0.89$$

- 냉동기관 :

  - 실제적인 냉동기관 : 낮은 온도(T_C) 의 열저장체로 부터 열 (Q_c) 을 흡수하여 높은 온도의 열저장체로 Q_H 만큼의 열을 방출하는 기관이다. (열기관의 내부에너지는 변함이 없다.)

$$Q_H = Q_C + W$$



- $$\Delta S_{\text{total}} = \frac{Q_H}{T_H} - \frac{Q_C}{T_C} = \frac{W}{T_H} - Q_C\left(\frac{1}{T_C} - \frac{1}{T_H}\right) \geq 0$$

$$\Rightarrow \quad W \geq Q_C\left(\frac{T_H}{T_C} - 1\right)$$

  - 이상기관 (ideal engine): 가역과정을 수행하는 기관
    - 같은 냉동효과를 얻기 위해 최소로 일을 하는 기관

연습 14-14 카르노 순환과정으로 작동되는 냉장고가 있다고 하자. 냉장고 내부는 -4.0 °C, 외부 온도는 20 °C 라고 한다. 이 냉장고 안에서 밖으로 100J 의 열량을 빼내려면 얼마만큼의 일을 해 주어야 하는가?

풀이

외부에서 이 기관에 해주어야 하는 일

$$W \geq Q_C\left(\frac{T_H}{T_C}-1\right)$$

섭씨온도는 절대온도로 환산한다.

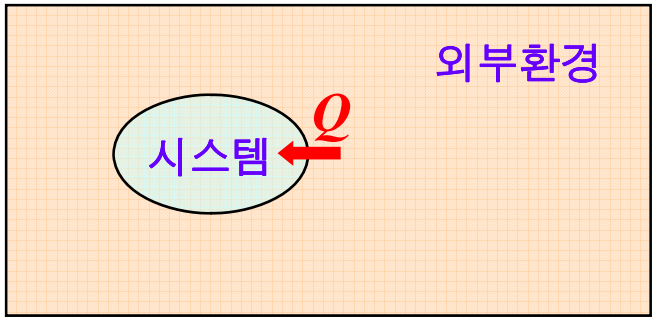
$$T_H = 20 + 273.15 = 293K$$
$$T_C = -4 + 273.15 = 269K$$

100J 의 열을 빼내기 위해 외부에서 이 기관에 해주어야 하는 일

$$W \geq Q_C\left(\frac{T_H}{T_C}-1\right) = 100\left(\frac{293.15}{269.15}-1\right) = 8.9J$$

- 엔트로피의 정의 :

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \sum_{1\to 2} \frac{Q}{T} = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$



- 가역과정
  - 엔트로피의 변화량:
    - 시스템 : $\Delta S_{sys} = \sum_{1\to 2} \frac{Q}{T}$ 외부환경 $\Delta S_{env} = \sum_{1\to 2} \frac{(-Q)}{T}$
    - 총 엔트로피: $\Delta S_{total} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{env} = 0$

- 엔트로피의 미시적 의미
  - 시스템의 무질서도를 나타낸다.

[볼쯔만의 엔트로피 : $S = k_B \ln \Omega$]

[Ω : 시스템의 미시적 상태 수]

가역과정을 하는 동안, 고립계의 엔트로피는 변하지 않는다.

연습 14−15 금속막대의 한쪽 끝이 온도가 1200K 인 열저장체와 접촉하고 있고, 다른 한쪽 끝은 온도가 300 K 인 열저장체에 연결되어 있다. 온도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 분당 20J 의 열이 전달된다고 할 때, 전체 엔트로피의 변화율은 얼마인가?

풀이

– 총엔트로피의 변화량 :두 개의 열 저장체에 의한 엔트로피의 변화량

$$\Delta S = \sum_{1\to 2} \frac{\Delta Q}{T} = -\frac{\Delta Q}{T_H} + \frac{\Delta Q}{T_C} = -\frac{20}{1200} + \frac{20}{300} = 0.05\left(J/K\right)$$

연습 14−16 2.0mol 의 이상기체가 단열 상태에서 부피가 0.020m^3 에서 0.030m^3 로 증가하였다고 한다. 이 기체의 엔트로피는 얼마나 증가하였는가?

풀이

– 단열과정 $\Delta Q=0$ 이므로 엔트로피 변화량은 **0** 이다

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = 0$$

연습 14−17 n 몰 이상기체의 부피를 V_1 에서 $2V_1$ 으로 증가시키려고 한다.

(1) 온도 T 를 유지한 채 등온팽창을 한다면 이 기체가 외부에 한 일은 얼마인가?

(2) 이 과정 동안 엔트로피 변화는 얼마인가?

(3) 등온팽창이 아니라 단열팽창을 한다면 엔트로피의 변화는 얼마인가?

풀이

- 온도의 변화가 없으므로, $\Delta E = 0$ [이상기체]
- 등온과정 동안 기체가 외부에 한 일 :

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P\,dV = \int_{V_1}^{2V_1} \frac{nRT}{V}\,dV = nRT\,\ln 2$$

- 이 과정 동안 엔트로피 변화는 얼마인가?

열역학 제1법칙 $\Delta E = Q - W = 0 \quad \Rightarrow \quad Q = W$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = nR\ln\frac{V_2}{V_1} = nR\ln\frac{2V}{V_1} = nR\ln 2$$

등온팽창이 아니라 단열팽창을 한다면 엔트로피의 변화는 얼마인가?

– 단열과정 $\Delta Q=0$ 이므로 엔트로피 변화량은 0 이다 $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = 0$

연습 14−18 질량이 100g 이며 온도가 20 °C 인 컵을, 온도가 100 °C 인 물 200g 으로 채웠다. 컵을 이루는 물질의 비열은 0.2cal/g °C 라 한다.

(1) 이 시스템의 최종 온도는 얼마인가?

(2) 평형에 이른 후 시스템의 엔트로피 변화량은 얼마인가?

풀이

(1) 물이 잃은 열량 $Q_H = \Delta mc(100-t) = (200g)(1)(100-t)$

컵이 받은 열량 $Q_C = \Delta mc(t-20) = (100g)(0.2)(t-20)$

$Q_H = Q_C$ 시스템의 최종 온도 $\Rightarrow t = 92.7^\circ C$

$$Q_H = \Delta mc\Delta t = (200g)(1)(100-92.7) = 1460cal = 6132J$$

$$T = 92.7^\circ C + 273.15 = 366K$$

(2) 엔트로피 양

$$\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T} \frac{mcdT}{T} = mc\ln\frac{T}{T_1} = 200\cdot 1\cdot \ln\frac{366}{373} = -3.79cal/K$$

$$\Delta S_2 = \int_{T_2}^{T} \frac{mcdT}{T} = mc\ln\frac{T}{T_2} = 100\cdot 0.2\cdot \ln\frac{366}{293} = 4.45cal/K$$

$$\Delta S_1 + \Delta S_2 = 0.66\left(\frac{cal}{K}\right)\left(\frac{4.2J}{cal}\right) = 2.8J/K$$

예제 12-2 교과서에는 두 가지의 비열 C_p 와 C_v 만을 정의하고 C_T 는 정의하지 않는다 그 이유는 무엇인가?

풀이

$$C_v = \frac{1}{n}\frac{\Delta Q}{\Delta T}\bigg|_v = \frac{1}{n}\frac{\Delta E}{\Delta T}$$

일정한 부피를 유지하면서 기체 1 mol 의 온도를 상승시키는데 필요한 열량

$$C_p = \frac{1}{n}\frac{\Delta Q}{\Delta T}\bigg|_p$$

일정한 압력하에서 기체 1 mol 의 온도를 상승시키는데 필요한 열량

비열은 정해진 온도변화를 일으키는데 필요한 열량을 정의하는 값으로 C_T 처럼 일정한 온도를 유지하면서 온도를 상승하는데 필요한 열량을 정의할 수 없다.

예제 12-6 이상기체를 단열과정을 통해 온도를 5 K 내렸다. 그 동안 외부에 100J 의 일을 하였다. 이번에는 어떤 다른 열역학적 과정을 통해 온도를 5 K 내렸더니 외부에 25J 의 일을 하였다. 이 두 번째 과정 동안 기체의 열용량은 얼마인가?

풀이

(1) 단열과정 : 열역학 제 1법칙 $\Delta E = \Delta Q - W$

$$\Delta Q = 0 \Rightarrow \Delta E = -W_1 = -100J$$

온도 5 K 를 내리는 과정: 내부에너지를 일로서 외부에 방출함

(1)의 과정은 열 유입과 유출이 없는 단열과정

(2) 다른 열역학적인 과정 : $\Delta E = -W_1 = \Delta Q - W_2$ (온도 5 k 를 내리는 과정)

$$\Delta Q = W_2 - W_1 = +25J - 100J = -75J$$

$$\therefore C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{-75J}{-5K} = 15J/K$$

예제 12-7 어떤 가스가 일정한 부피에서 C_v 의 몰 열용량과 일정한 압력에서 C_p 의 몰 열용량을 갖고 있다 (두 개의 몰 열용량은 온도에 의존하지 않는다) 일정한 압력에서 n 몰의 온도가 ΔT 만큼 증가 했을 때 가스가 한 일은 얼마인가?

열역학 제 1법칙 $\Delta E = \Delta Q - W$

풀이

$$nC_v = \frac{\Delta E}{\Delta T}$$

$$W = \Delta Q - \Delta E = \left(nC_p - nC_v\right)\Delta T$$

$$nC_p = \left.\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right|_p$$