

열 및 통계 물리 1 (Homework 5)

출제교수명: 정형채

제출일자: 2010. 12. 06. 월요일 15:00

자연과학 대학

학과

학년

학번:

성명:

- 문제지에 직접 답을 쓰지 말고 다른 종이에 풀어서 문제지를 표지로 하여 함께 철하여 제출하세요. 문제지에는 풀이 여부만 표시하세요. 완전히 푼 문제는 O표, 일부만 푼 문제는 삼각형, 안 푼 문제는 X표로 표시하세요.
- 제출시간 이후 제출한 것은 20% ~ 50%의 감점이 있습니다.

1. 지구중력장내에서 운동하는 입자의 에너지는 근사적으로

$$E = \begin{cases} \frac{p^2}{2m} + mgy & \text{for } y > 0 \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

로 주어진다. 이 입자가 온도 T 인 열 저장고와 평형 상태에 있을 때,

- (a) $\langle p^2 \rangle$ 를 구하라
- (b) 평균 높이 $\langle y \rangle$ 와 표준편차 $\Delta y = \sqrt{\langle y^2 \rangle - \langle y \rangle^2}$ 를 구하라
- (c) 온도 $T = 27^\circ\text{C}$ 일때, 산소분자의 평균높이와 표준편차를 구하라.
- (d) 온도 $T = 27^\circ\text{C}$ 일때, 질량 1g인 동전의 평균높이와 표준편차를 구하라.

2. $T_1 = 27^\circ\text{C}$ (300K)의 물 $m = \frac{160}{11} \text{g}$ 을 $T_2 = 77^\circ\text{C}$ (350K)의 열저장고 (heat reservoir)과 접촉시켜서 준정적과정으로 물의 온도를 $T_2 = 77^\circ\text{C}$ 까지 올렸다가 다시 $T_1 = 27^\circ\text{C}$ 의 열저장고 (heat reservoir)와 접촉시켜서 원래 온도인 $T_1 = 27^\circ\text{C}$ 의 물로 되돌아 왔다. 이 과정에서 증가한 엔트로피를 구하고자 한다.

- (a) Boltzman 상수 k_B 를 1로 놓으면 $1\text{K} \approx (1/11000) eV$ 이다. 물의 비열이 $c_v = 1 \text{cal/g} \cdot \text{K} = 4.2 \text{J/g} \cdot \text{K}$ 이고 전자의 전하량 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 임을 이용하여 $\frac{160}{11} \text{g}$ 물의 열용량을 숫자로 구하여라. (유효숫자 두 자리로 계산할 것)
- (b) 물이 $T_1 = 27^\circ\text{C}$ 에서 $T_2 = 77^\circ\text{C}$ 로 변하는 동안 받은 열 Q_2 과 $T_2 = 77^\circ\text{C}$ 에서 $T_1 = 27^\circ\text{C}$ 로 변하는 동안 열저장고엔 준 열 Q_1 를 구하라.
- (c) 물이 $T_1 = 27^\circ\text{C}$ 에서 출발하여 $T_1 = 27^\circ\text{C}$ 로 되돌아 오는 과정에 열저장고의 엔트로피는 얼마나 변화하였는가? 물과 열 저장고 전체의 엔트로피 변화는 얼마인가?

3. 내부에너지 $U = U(S, V, N)$ 으로 주어진다. F, G, H, Φ 를

$$\begin{aligned} F &= U - TS & G &= F + pV \\ H &= U + pV & \Phi &= F - \mu N \\ B &= U - \mu N \end{aligned}$$

으로 정의된다.

- (a) 위의 F, G, H, Φ, B 가 어떤 변수의 함수인지 구하라.
- (b) Maxwell 관계식

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_{T,N} = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_{V,N}$$

은 어떤 열역학 함수를 고려하여 유도할 수 있는지 말하고 이를 이용하여 위 관계식을 유도하여라.

- 4. 교재 43쪽, 문제 3-6.
- 5. 교재 60쪽, 문제 4-8.