

# 열 및 통계 물리 1 (Homework 5)

출제교수명: 정형채

제출일자: 2007. 11. 20. 화요일 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 30% ~ 50%의 감점이 있습니다.

1. [2점] 열역학 큰퍼텐셜  $\Phi$ 는

$$\begin{aligned}\Phi &= F - \mu N \\ &= U - TS - \mu N\end{aligned}$$

으로 정의된다.

- (a) 내부 에너지  $U$ 가 엔트로피,  $S$ , 부피  $V$ , 입자수  $N$ 의 함수임을 이용하여  $d\Phi$ 를 구하고  $\Phi$ 가 어떤 변수의 함수인지 밝혀라. 또, 압력  $p$ , 평균 입자수  $N$ , 엔트로피  $S$ 를  $\Phi$ 의 편미분 형태로 나타내라.
- (b)  $\frac{\partial}{\partial V} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \mu} \right) = \frac{\partial}{\partial \mu} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial V} \right)$  를 이용하여, 열역학 변수,  $p$ ,  $V$ ,  $N$ ,  $\mu$  사이의 Maxwell 관계식을 구하라.

2. [2점] 온도  $T$ 인 열저장고와 열적 평형상태에 있는 계가 있다.

(a) 이 계가 미시적 상태  $x$ 에 있을 확률  $P_x$ 는

$$P_x = \frac{1}{Z} e^{-E_x/T}$$

의 형태로 적을 수 있음을 보이고,  $Z$ 를 구하라.

(b) 이 계가 평균에너지  $U$ 인 거시적 상태에 있을 확률  $P_U$ 가

$$P_U = \frac{1}{Z} e^{-F/T}$$

의 형태로 적을 수 있음을 보여라. 여기서 자유에너지  $F$ 는  $F = U - TS$ 이다.

3. [2점] 10°C의 물 10g을 30°C의 대기 중에 놓아 물의 온도가 30°C로 변화하였다. 이 온도 영역에서 물의 비열은  $c = 1 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$ 로 일정하다고 가정하고 아래 물음에 답하라. 대기는 열 저장고로 간주할 수 있음.

- (a) 물의 엔트로피 변화를 구하라.
- (b) 대기 (열 저장고)의 엔트로피 변화를 구하라.
- (c) 물+대기의 전체 계의 엔트로피 변화를 구하라.
- (d) 10°C의 물 10g을 30°C의 대기 중에 충분히 오래 놓아도 10°C를 그대로 유지할 확률은 얼마인가?

4. [2 점] 해밀토니안이

$$H = -J \sum_{k=1}^N S_k \cdot S_{k+1} \quad (1)$$

로 주어지는  $N$ 개의 입자로 이루어진 강자성 물질을 생각하자. 여기서  $S_k \in \{-1, +1\}$ 은  $k$ 번째 입자의 스핀이다. 이 계의  $T = 0$ 와  $T = \infty$ 의 엔트로피를 생각하여

$$\int_0^\infty \frac{C_V}{T} dT \quad (2)$$

를 구하라. 여기서  $C_V$ 는 정적 비열이고  $T$ 는 온도이다.

[힌트: 위 계가 준정적 과정에 있을 때, 엔트로피 변화는  $dS = \frac{C_V}{T} dT$ 로 주어진다.]

5. [2 점] 교재 59쪽, 문제 4-4.

6. [0점] 위키 피디아([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))에서 다음 용어를 찾아 그 의미를 알아보자 ([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org) 참조).

- Ideal Gas