

## 열 및 통계 물리학 2 (Homework set 4)

출제교수명: 정형채

제출일자: 2003. 5. 6. 화요일 17:00

자연과학대학

학과

학년

학번:

성명:

1. 평형 통계 역학을 기술하는 세 가지 방법, Micro-Canonical, Canonical, Grand-Canonical Ensemble 방법을 간단히 비교 서술하라.

2. 스핀  $\frac{1}{2}$ 인 입자 하나씩으로 이루어진 A계와 B계가 couple되어 A+B계를 이루고 있다. 어떤 순간에 A+B계는 state ket

$$|\Psi_{AB}\rangle = \frac{1}{2\sqrt{2}}|\uparrow_A\rangle(|\uparrow_B\rangle + \sqrt{3}|\downarrow_B\rangle) + \frac{1}{2\sqrt{2}}|\downarrow_A\rangle(\sqrt{3}|\uparrow_B\rangle + |\downarrow_B\rangle)$$

로 기술되는 pure 상태에 있다. 여기서  $|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$ 은  $z$ -방향의 스핀 up, down 상태를 각각 나타낸다.

(a) A+B계의 현재 상태를 나타내는 밀도 상태  $\rho_{AB}$ 를 구하라.

(b)  $\rho_A = \text{Tr}_B(\rho_{AB})$ 와  $\rho_B = \text{Tr}_A(\rho_{AB})$ 를 구하라.

(c) 스핀 A의  $x$ 성분  $S_A^x$ 의 기대값을 구하라.

(d) 스핀 A의  $z$ 성분  $S_A^z$ 를 측정하여  $+\frac{\hbar}{2}$ 가 나왔다. 측정후 B-spin의 밀도 상태를 구하라.

3. 에너지  $\epsilon_1 = 0, \epsilon_2 = \epsilon$ 를 갖는 2개의 state로 이루어진 계가 있다. 이 계에 3개의 Boson입자가 놓여있고 온도  $T$ 인 저장실과 평형상태를 이루고 있다.

(a) 세 개의 Boson을 두 개의 states에 넣는 방법은 모두 몇 가지 인가? 또 각각의 경우, 에너지를 적어라.

(b) 온도가  $T = \frac{1}{\ln 2} \epsilon$ 인 경우 분배 함수  $Z$ 를 구하고 각각 state의 평균 입자 갯수  $\bar{n}_1, \bar{n}_2$ 를 구하여라. ( $Z, \bar{n}_1, \bar{n}_2$ 의 답은 모두 숫자로 적을 것)

(c) 입자의 갯수가 많은 Boson계의 경우, 위의 바른틀 앙상블 방법보다 큰 바른틀 앙상블을 사용하는 것이 더 편리하다. 화학 퍼텐셜을  $\mu$ 라할 때, state  $r$ 의 Boson입자의 평균 갯수는  $n_r = 1/[e^{\beta(\epsilon_r - \mu)} - 1]$ 로 주어짐을 보여라.

(d) 주어진 계의 입자의 갯수가  $N$ 으로 고정된 경우, (c)의 화학 퍼텐셜  $\mu$ 는 어떻게 정하여 지는가?

4. 교재 165쪽, 문제 9-1.

5. 교재 165쪽, 문제 9-2.