

열 및 통계 물리 2 (수시고사 2)

출제교수명: 정형채

시험 일자: 2011. 5. 23. 월요일 15:00 - 15:50

자연과학 대학

학과

학년

학번:

성명:

1. [50점] 이상 기체의 에너지 레벨은 $\epsilon_{\vec{k}} = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$ 로 주어진다. 부피 V , 온도 T , 화학퍼텐셜 μ 인 이상 보존 기체에 대하여 다음 물음에 답하라.

(a) 에너지 레벨 $\epsilon_{\vec{k}}$ 인 상태의 평균 입자수 $n_{\vec{k}}$ 가

$$n_{\vec{k}} = \frac{1}{e^{\beta(\epsilon_{\vec{k}} - \mu)} - 1}$$

로 주어짐을 보여라.

(b) 계의 평균 입자수 N 을

$$N = N_0 + N_{ex} \quad (1)$$

로 적을 때, 바닥 상태의 평균 입자수 N_0 를 휴거시티 $z = e^{\beta\mu}$ 의 함수로 구하라.

(c) 식 (2)의 들뜬 상태의 입자수 N_{ex} 는

$$N_{ex} = g_{3/2}(z) \frac{V}{\lambda^3} \quad (2)$$

형태로 적을 수 있음을 보이고 함수 $g_{3/2}(z)$ 와 λ 를 구하라.

(d) 들뜬 상태의 상대적 입자수 N_{ex}/N 은

$$\frac{N_{ex}}{N} \leq \left(\frac{T}{T_c}\right)^{C_1} \quad (3)$$

의 형태로 적을 수 있음을 보이고 T_c 와 C_1 을 구하라.

(e) N_{ex}/N 및 N_0/N 의 그래프를 x -축을 온도 T 로 하여 대략적으로 그려라.

2. [30점] 광입자(photon) 기체의 에너지 레벨은 $\epsilon_{\vec{k},s} = \hbar c |\vec{k}|$ 로 주어지고 화학 퍼텐셜은 $\mu = 0$ 이다. 부피 V , 온도 T 인 흑체에 대하여 다음 물음에 답하라.

(a) 1번 문제의 식(1)을 이용하여

$$n_{\vec{k},s} = \frac{1}{e^{\beta\hbar\omega} - 1}$$

로 적을 수 있음을 보이고 $\omega(\vec{k})$ 를 구하라.

(b) 내부에너지는 $U = \sum_{\vec{k},s} n_{\vec{k},s} \epsilon_{\vec{k},s}$ 임을 이용하여

$$U = \int u(\omega) d\omega \quad (4)$$

의 형태로 적고 $u(\omega)$ 를 구하라.

(c) 식 (4)에 차원 분석을 적용하여

$$U_{ex} = AT^4$$

로 주어짐을 보이고

$$\int \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$$

를 이용하여 A 를 구하라.

3. [20 점] 1차 상전이와 2차 상전이가 어떻게 다른지 간단히 기술하라.