

열 및 통계 물리 1 (수시고사 2)

출제교수명: 정형채

시험 일자: 2010. 11. 17. 수요일 15:00 - 16:15

자연과학 대학

학과

학년

학번:

성명:

1. [25점] 일차원 운동을 하는 입자의 에너지가

$$E = \frac{p^2}{2m} + \kappa x^4$$

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

(a) $\langle p^2 \rangle$ 를 구하라

(b) $\langle x^4 \rangle$ 를 구하라

(c) 평균에너지를 구하라.

2. [25점] 입자수 N , 부피 V 인 이상기체의 열린 계가 있어 화학퍼텐셜 μ , 온도 T 인 환경과 평형 상태에 있다.

(a) 닫힌계의 분배함수가 $Z = \frac{1}{N!} \left(\frac{V}{\lambda^3}\right)^N$ 으로 주어짐을 이용하여 이상기체의 대분배함수 $Z_G(T, V, \mu)$ 가

$$Z_G = e^{\frac{V}{\lambda^3} e^{\beta\mu}}$$

로 주어짐을 보여라.

(b) 이 계의 평균 입자수 $\langle N \rangle$ 을 구하라.

(c) 내부에너지 $U = U(S, V, N)$ 이 $U = TS - pV + \mu N$ 로 주어짐을 보이고 이를 이용하여 큰열역학 퍼텐셜 $\Psi = U - TS - \mu N$ 이 $\Psi = -pV$ 임을 보여라.

(d) 열린계가 x 에 있을 확률이 $p_x = \frac{1}{Z_G} e^{-\beta(E_x - \mu N_x)}$ 로 주어짐을 이용하여, 큰 열역학 퍼텐셜 $\Psi = -T \ln Z_G$ 임을 보여라.

(e) (a,b,c,d)를 이용하여 이상기체의 상태 방정식을 구하라.

3. [20점] 열역학 0, 1, 2, 3법칙을 적고 그 의미를 간단히 기술하라.

4. [30점] 한 입자가 가질 수 있는 에너지 상태가 ϵ_1 과 ϵ_2 인 열린계가 있다. 온도 T , 화학퍼텐셜 μ 인 열원과 접촉하고 있을 때, 계의 평균 입자수 $\langle N \rangle$ 를 구하라.

힌트:

- 한 입자가 가질 수 있는 에너지 상태가 ϵ_1 과 ϵ_2 이고 입자 N 개인 닫힌계의 분배함수 $Z(N, V, T)$ 는

$$Z = \sum_{N_1=0}^N {}^N C_{N_1} e^{-\beta N_1 \epsilon_1} e^{-\beta (N - N_1) \epsilon_2}$$

- $\sum_{n=0}^N {}^N C_n a^n b^{N-n} = (a + b)^N$