

열 및 통계 물리 2 (수시고사 1)

출제교수명: 정형채

시험일자: 2007. 6. 7. 목요일 15:00 - 15:30

자연과학 대학

학과

학년

학번:

성명:

1. [20점] 스핀 입자 2개 A, B 로 이루어진 계가 순수 상태

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\uparrow\uparrow\rangle + |\downarrow\downarrow\rangle)$$

로 기술된다. 여기서 $|\uparrow\uparrow\rangle = |\uparrow_z\rangle_A \otimes |\uparrow_z\rangle_B$ 를 나타낸다.

(a) 이 계의 상태를 $\{|\uparrow\uparrow\rangle, |\uparrow\downarrow\rangle, |\downarrow\uparrow\rangle, |\downarrow\downarrow\rangle\}$ 를 기저로 하여 밀도 행렬로 나타내어라.

(b) 스핀 B 에 대한 부분 합을 수행하여 스핀 A 의 상태를 밀도 행렬로 나타내라.

(c) 스핀 A 의 z -방향 스핀 측정의 기대값을 구하라.

(d) 스핀 A 의 x -방향 스핀 측정의 기대값을 구하라.

[참고, A 입자의 x -성분 스핀 S_x 의 $\{|\uparrow_z\rangle_A, |\downarrow_z\rangle_A\}$ 기저 표현은 $\frac{\hbar}{2}\sigma_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ 이다.]

2. [20점] 해밀토니안이 $H = \frac{p^2}{2m}$ 으로 주어지는 일차원 자유입자가 온도 T 인 환경과 열적 평형상태에 있다.

(a) [5점] 이 계의 밀도 행렬 ρ 는

$$\rho = \frac{1}{Z} e^{-H/T}$$

의 형태로 적을 수 있다. 분배함수 Z 를 구하여라.

(b) [5점] 밀도 행렬의 운동량 공간 성분

$$\rho_{kk'} = \langle k | \rho | k' \rangle$$

을 구하라.

(c) [10점] 밀도 행렬의 실공간 성분

$$\rho(x, x') = \langle x | \rho | x' \rangle$$

을 구하라.