

양자역학의 기초 중간고사 1

서울대 전기공학부 이병호

2007. 4. 12.

Closed book test, 총 100점 만점

1. (20점) 단일 파장의 빛을 하나의 슬릿(slit)에 통과시킬 때, 슬릿의 폭이 좁아지면 빛이 더 많이 퍼지는 현상(회절, 에돌이)을 불확정성의 원리(uncertainty principle)로 설명해 보자. 파장이 λ 인 빛이 크기 d 인 슬릿에 수직으로 입사될 때($d = 10\lambda$), 적절한 가정을 하고 그 회절각도를 어림적으로 계산하시오.
2. (20점) 폭이 L 인 1차원 infinite potential well을 de Broglie의 수소 원자 모델의 방식으로 풀어보자. 즉, 1차원 infinite potential well에서 전자가 왕복하는 경로에 대해 de Broglie의 가정을 사용하여 에너지 준위(level)을 구하라.
3. $0 < x < L$ 에 존재하는 infinite-barrier potential well에 대해 다음 물음에 답하시오.
 - (a) (10점) 에너지 준위 E_n 와 이에 해당하는 파동함수 $\Psi_n(x, t)$ 를 Schrodinger 방정식을 풀어 구하시오.
 - (b) 이 potential well 내의 ground state의 파동함수에 대해, $\Delta x \Delta p$ 를 구하시오. (Δx 와 Δp 는 표준편차의 정의에 따라 계산할 것.)
 - (c) Ground state의 파동함수에 대해, 어떤 MIT학생은 항상 $\langle x \rangle = L/2$ 이므로 이 입자는 시간에 따라 움직이지 않아 운동에너지가 0이라고 주장한다. 반면 어떤 칭화대 학생은 이 입자는 E_1 으로 주어지는 운동에너지를 가지니 일정한 속력으로 계속 왕복운동을 한다고 주장한다. 이들은 똑똑한 서울대생인 자네의 의견을 구한다. 자네 의견은?
4. (10점) 빛의 세기의 식을 단위 체적당 광자의 수, 빛의 속도, 빛의 주파수 등을 써서 표현하시오.
5. (20점) 진공(potential energy가 0)에서 어떤 전자의 파동함수가 시각 $t=0$ 에 다음과 같이 주어진다고 하자.

$$\psi(x, 0) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{a}} e^{ik_0 x} & -\frac{a}{2} \leq x \leq \frac{a}{2} \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases}$$

이후의 시각 $t > 0$ 에 대해 파동함수 $\psi(x, t)$ 의 수학적 표현을 구하라. (힌트: $\psi(x, 0)$ 는 단일한 k 값을 갖는가? 그렇다면 쉬운 문제이고, 아니라면 어떠한 k 들로 구성되는가, 이들이 시간에 따라 어떻게 변할까를 생각. Fourier transform과 inverse Fourier transform)