

숙제 5: 작년 중간고사 1 시험문제 (2007. 4. 17까지 제출)

양자역학의 기초 중간고사 1

서울대학교 전기공학부 이병호 2006. 4. 11.

※ 총 5 문항 (100 점 만점)

※ Closed book test

1. (15점) 첫 시간에 보여준 영상물은 미국에서 K-12 (유치원에서 고등학교 3학년까지) 교육용 자료로 만들어진 것이다. 기분이 상했다면 이 문제를 맞춰보라! 그 내용 중 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 설명하는 것이 있었다. 파장이 λ 인 빛이 크기 d 인 슬릿에 수직으로 입사될 때 ($d=10\lambda$), 적절한 가정을 하고 그 회절각도를 어렵게 계산하시오.
2. (15점) Show that a photon cannot transfer all of its energy to a free electron.
3. (20점) De Broglie의 가정을 사용하여 수소원자에서 Bohr의 반지름 (Bohr's radius)의 식을 구하시오.
4. (30점) $0 < x < L$ 에 존재하는 infinite-barrier potential well에 대해 다음 물음에 답하시오.
 - (a) 에너지 준위 E_n 와 이에 해당하는 파동함수 $\Psi_n(x,t)$ 를 구하시오.
 - (b) 이 potential well 내의 ground state의 파동함수에 대해, 운동량의 기대치와 운동량 제곱의 기대치를 적분 계산을 수행하여 구하시오.
 - (c) Ground state의 파동함수를 운동량 연산자의 eigenfunction의 선형 결합으로 표시하시오.
 - (d) 앞서 (b)의 문제를 보다 간단히 푸는 방법을 설명하시오.
[힌트: (c)번 항 및 $H = p^2/2m$ ($0 < x < L$) 임을 고려하시오.]
 - (e) 파동함수가 $\Psi(x,t) = \frac{1}{\sqrt{3}}\Psi_1(x,t) + \frac{1+i}{\sqrt{3}}\Psi_2(x,t)$ 라고 하자. 에너지의

기대치를 구하시오. 이 값은 시간에 따라 변하는가?

- (f) 앞의 (e)의 문제에서와 같은 파동함수에 대해 그 입자의 위치의 기대치는 시간에 따라 변하는가? 그렇다면 그 변화 주기를 구하시오.

5. (20점) 불확정성의 원리를 다음과 관계 지어 각각 10줄 이내로 설명하시오.

- (a) Fourier transform
(b) 연산자의 교환성 여부 및 Schwarz inequality

“... The future always belongs to the younger generation. Since the field continues to attract bright students, it may be expected that unexpected new developments will occur.”

-- Nicolaas Bloembergen (Nobel laureate, 1920 -)