

응용 핵물리I 중간고사

2004.4.14.

1. (1) 어느 입자에 대해 가해진 외력(외부에서 작용하는 힘)에 의한 일(work)이 양(+, positive) 일 때 이 입자의 운동에너지의 변화는?
① + (증가) ② - (감소) ③ zero (불변) ④ 경우에 따라 다름 (가변)
- (2) 보존력이 작용하는 보존장 (conservative field) 내에서 운동하는 입자에 대해 보존되는 양은?
① (선) 운동량 ② 총에너지 ③ 운동에너지 ④ 위치 에너지
- (3) 입자의 질량을 나타내는 단위가 아닌 것은?
① kg ② MeV/c² ③ μ ④ $\hbar c$
- (4) 상대론적 운동량에 해당하는 것은? (m_0 : 정지질량, v : 속력, E : 상대론적에너지)
① $m_0 v$ ② $\sqrt{E^2 - (m_0 c^2)^2}$ ③ $\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ ④ E/c^2
- (5) 열전달 계수 또는 열전도도 K(thermal conductivity)의 단위는?
① kg m² s⁻¹ K⁻¹ ② m⁻¹s⁻¹ K⁻¹ ③ kg m s⁻³ K⁻¹ ④ kg m⁻¹s⁻¹
2. 질량 m 인 입자가 힘의 중심으로 부터의 거리 r 의 제곱에 반 비례하는 인력 $F = -k/r^2$ 의 영향 하에서 반경 R 의 원 궤도 운동을 하고 있다. 주어진 량 (m, k, R 및 물리 상수) 들로써 다음 량들을 구하시오.
1) 총 에너지 2) 속력 v 3) 각 운동량 L
3. Bohr 모형에 의한 수소 원자의 에너지 준위는 $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ (eV) 로 주어진다. 물음에 답하라.
1) n 은 무엇인가?
2) $n=2$ 상태에서 $n=1$ 상태로 천이 할때 방출되는 에너지는 얼마이며, 이 에너지는 어떤 형태로 방출 되는가?
3) 이 모형을 이용하여 수소원자의 이온화 에너지를 구하고, 일반적으로 일 켄는 이온화 에너지와 일 함수(work function)의 차이점을 설명하라.

4. 다음의 흑체 복사의 에너지 밀도에 관한 Planck 법칙을 살펴보고 단계별 물음에 답하라.

$$\psi(\lambda)d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{hc/\lambda kT} - 1} \quad (1)$$

h : Plank constant , c : 광속 , λ : 복사파 파장
 k : Boltzmann constant , T : 흑체 절대 온도

- 1) $\psi(\lambda)d\lambda$ 가 나타내는 물리량의 의미 (또는 정의)는?

- 2) (1)식의 분포 함수는 복사파의 파장에 대한 것이나, 때로는 진동수 ν 에 대한 에너지 밀도 함수 $\varphi(\nu)$ 로 표시되기도 하며 이는

$$\varphi(\nu)d\nu = D(\nu) \cdot \frac{d\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (2)$$

의 형태가 된다. 여기서 D(ν)의 식을 (1) 식으로부터 유도 하여라.

- 3) (1)식의 분포 함수를 여러 가지 T값에 대해 파장에 대한 함수 형태를 개략적으로 그려 보라. (온도가 상승함에 따라 함수 형태의 변화에 대해 중점을 둘 것.)

- 4) (2) 식을 $\nu=0$ 에서 $\nu=\infty$ 까지 적분하면 흑체에서 방출되는 총에너지 밀도를 구할 수 있으며 이는 Stefan - Boltzmann 의 법칙 $w=\sigma T^4$ 으로 유도 된다. 따라서 Stefan - Boltzmann 상수 σ 는 다른 기본 상수들인 k,c,h, π 등으로써 나타낼 수 있다. 이를 구하라. 적분에 필요한 수학 공식으로서 $\int_0^{\infty} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$ 임을 이용하여야 한다.

- 5) 3)번을 푸는 과정에서 에너지 밀도가 최대가 되는 파장 λ_m 은 온도 T에 반 비례 한다는 Wien 의 displacement 법칙이 이해 가능하다. (유도하지 않아도 좋음) 이를 이용하여 태양 복사 열의 흡수와 지구 복사열의 재 방출 간에 열 평행이 깨어지는 온실 효과 (greenhouse effect)를 적어도 정성적으로 설명가능하며 정량적인 추정도 가능하다. 정성적인 설명을 제시하여 보아라.

