

# 응용해물리 I 중간고사

2005. 4. 13. 수

문 1 - 12 (각 6점)까지는 답만을, 문 13 - 15 (각 10점)는 풀이과정과 답을 작성하십시오.

1. 다음 중 1 J (joule)과 동일한 것은?
  - ① 1 eV                      ②  $10^7$  ergs                      ③ 1 kWh                      ④  $1/2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
2. 다음 중 광자(photon)의 에너지에 해당되지 않는 것은?
  - ①  $cp$                       ②  $h\nu$                       ③  $hc/\lambda$                       ④  $mc^2$
3. 이상기체 분자(상호 구분 가능)가 따르는 속도(또는 에너지)의 분포법칙은?
  - ① Maxwell-Boltzmann 법칙                      ② Fermi-Dirac 법칙
  - ③ Bose-Einstein 법칙                      ④ 상태 방정식
4. Black body emittance  $w_b(\lambda)$ 의 단위로 맞는 것은?
  - ①  $\text{erg s}^{-1}$                       ②  $\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2}$                       ③  $\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2} \text{Å}^{-1}$                       ④  $\text{erg cm}^{-1} \text{Å}$
5. 금속전자가 금속력을 이기고 표면으로 빠져 나오는데 필요한 에너지의 최소값의 것을 일컫는 용어는?
  - ① 일함수 에너지                      ② work function                      ③ 특성 에너지                      ④ binding energy
6. 속이진 금속에 단일 파장의 광자를 입사시켜 방출되는 광전자의 에너지는 단일하지 않고 퍼진 값들을 가진다. 이에 관한 다음 설명 중 옳지 않은 것은? (여러 개이런 모두 선택하십시오)
  - ① 문제가 틀린 것이다. 광전자는 단일 에너지를 가진다.
  - ② 금속 내부의 전자가 빠져 나오면서 충돌로 에너지를 잃을 수 있기 때문이다.
  - ③ 금속 원자에 구속된 전자의 구속 에너지는 단일하지 않고 다양하기 때문이다.
  - ④ 금속되는 광자의 에너지는 단일하나 전자의 방출 과정에서 필요한 에너지가 다를 수 있다.
7. 원자 구조에 관한 Rutherford 실험의 결과로 밝혀진 사실에 해당되는 것은?
  - ① 양성자는 원자 만점 내에 분포한다.                      ② 전자의 각운동량은 양자조건을 따른다.
  - ③ 양성자와 대부분의 원자질량이 핵 만점 내에 분포한다.                      ④ 수소원자의 방출 스펙트럼을 설명할 수 있다.
8. Rutherford의  $\alpha$ -산란과정에서 초기 속도  $v$ , 최종 속도  $v'$  이라면  $v = v'$ 이 성립하는 직접적인 이유는?
  - ① 각운동량 보존                      ② 선운동량 보존                      ③ 에너지 보존                      ④ 전하량 보존
9. Bohr의 수소원자 모형에서 전체된 가정(postulate)이 아닌 것은?
  - ①  $h m v r = n h$                       ② 정상 궤도에 대해  $E = \text{상수}$
  - ③ 궤도 변경의 경우  $h\nu = E_i - E_f$                       ④ 방출 광자의 에너지  $E = nh\nu$
10. Rutherford 산란단면적  $(d\sigma/d\Omega)_k = (zZe^2/4\pi\epsilon_0)^2 [1/16E^2 \sin^4(\theta/2)]$ 의 단위는? (가장 명확한 것)
  - ① b                      ②  $\text{b sr}^{-1}$                       ③  $\text{r}^2 \text{deg}^{-1}$                       ④  $(\text{C/MeV})^2$

11. Planck의 흑체복사 이론이 적용되는 예에 해당되지 않는 것은?

(1) Optical pyrometer

(2) 우주배경복사(Cosmic Background Radiation) 측정 및 분석

(3) Wien의 displacement 법칙 설명 (4) 광전자의 에너지 스펙트럼 설명

12. 다음의 특수상대론 관련 공식 중 옳지 않은 것은? ( $E$ : 상대론적 에너지,  $m_0$ : 정지질량,  $F$ : 힘,  $a$ : 가속도,  $p$ : 운동량,  $T$ : 운동에너지,  $v$ : 속도)

(1)  $F = \frac{m_0 a}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

(2)  $T = \sqrt{c^2 p^2 + m_0^2 c^4} - m_0 c^2$

(3)  $E^2 = c^2 p^2 + m_0^2 c^4$

(4)  $v = c^2 p / E$

13. Planck의 흑체복사 공식  $\psi_\lambda d\lambda = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$  으로부터 다음 물음에 답하라.

(a) 전자기파에 관한 형태  $\psi_\nu d\nu$  를 구하라.

(b) (a)에서 구한 공식에 (c/4)를 곱하면 흑체의 emittance  $w_\nu(\nu)$ 를 얻게 된다. 이를  $\nu=0$ 에서  $\nu=\infty$ 까지 적분하여 흑체표면에서 단위 면적, 단위 시간 당 방출되는 총 복사에너지는  $W_0 = \sigma T^4$ 임을 보이자. 여기서 상수  $\sigma = 2\pi^5 k^4 / 15 h^3 c^2$ 의 값을 [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$ ] 단위로 표시하라.

(참조) 정적분  $\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$

기본상수  $k = 1.38 \times 10^{-23} J \cdot K^{-1}$ ,  $c = 3.00 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$

14. Rutherford 산란 실험에서  $\alpha$ -입자의 입사 개수를  $I$ , 표적핵의 수밀도(number density)를  $n$ , 표적 두께를  $t$ , 미분산란 단면적을  $(d\sigma/d\Omega)_\theta$ , 측정 입체각을  $d\Omega$ , 산란각  $\theta$  주변의 입체각  $d\Omega$  내로 산란되는  $\alpha$ -입자의 수는  $dN$ 이라고 한다.

(a)  $dN$ 을 다른 변수들과의 관계로써 표현하시오.

(b) 미분 단면적을 이용하여  $\theta$  이상의 산란각으로 산란되는  $\alpha$ -입자의 개수를 구하시오.

15. Bohr의 수소원자 모형에서 전자의 가장 낮은 에너지 상태(기저상태)에 대해 다음을 답하시오.

(a) 보어 속력  $v_1$  은  $v_1/c = \alpha = (1/4\pi\epsilon_0)(e^2/\hbar c)$  임을 보이시오.

(b) 여기서  $\alpha$ 는 fine structure 상수로 불린다.  $1/\alpha$ 의 값을 정수로 구하시오.

단,  $e = 1.60 \times 10^{-19} C$ ,  $1/4\pi\epsilon_0 = 8.99 \times 10^9 N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$ , 기타 상수값은 문항 13 참조.