

1. 교재 Figure 2.4 (p. 57)의 Young의 이중(double) 슬릿 간섭 실험에서, 광파는 진행함에도 불구하고, 간섭패턴은 시간에 따라 변하지 않는가? 수식으로 증명하시오.

$$E_1 = A \cos(kx_1 - \omega t)$$

$$E_2 = A \cos(kx_2 - \omega t)$$

$$E_1 + E_2 = 2A \cos\left(k \frac{x_2 - x_1}{2}\right) \cos\left(k \frac{x_1 + x_2}{2} - \omega t\right)$$

동일한 파원으로부터의 두 파동이므로 A,k,w는 같다.

합성파의 오른쪽 항을 보면  $2A \cos\left(k \frac{x_2 - x_1}{2}\right)$  항이 합성파의 Amplitude를 나타낸다. 시간에 따른

간섭 무늬의 패턴을 확인하기 위해서  $x_1$ 과  $x_2$ 를 fix하면,  $2A \cos\left(k \frac{x_2 - x_1}{2}\right)$  항은 시간에 따라

변하지 않는 amplitude가 된다. 간섭패턴은 합성파의 Intensity, 즉 amplitude의 제곱에 비례하므로 시간에 따라 변하지 않고, 두 파동의 경로 차에 의해 결정된다.

2. Planck radiation formula를 사용하여, 사람의 체온을 가정하고, 이 경우의 spectral energy density (단위 주파수가 아니라 단위 파장에 대한) 의 그래프를 파장의 함수로 그리시오. (주파수가 아니라 파장의 함수로)

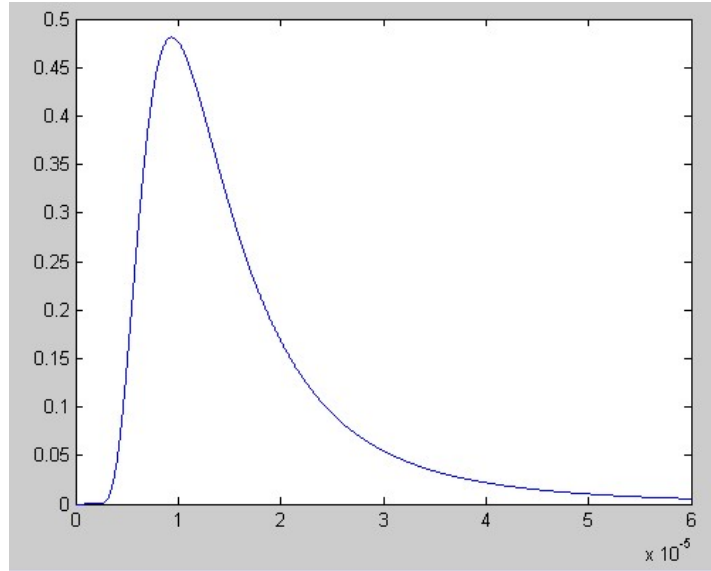
$$u(\nu) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{h\nu}{K_B T}\right) - 1}$$

$$c = \nu \lambda$$

$$\frac{d\nu}{d\lambda} = -\frac{c}{\lambda^2}$$

$$u(\lambda) = u(\nu) \frac{d\nu}{d\lambda} = u\left(\frac{c}{\lambda}\right) \frac{d\nu}{d\lambda} = -\frac{8\pi hc}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{K_B T \lambda}\right) - 1}$$

T=273+36=309로 가정하고, spectral energy density이므로  $|u(\lambda)|$ 의 그래프를 그리면 다음과 같다.



**3. 광전효과(photoelectric effect)의 어떤 점들이 빛의 파동성으로 설명할 수 없으며 입자성을 가정해야 설명이 가능한가?**

a) 빛이 금속 표면에 도달하는 시간과 광전자가 방출되는 시간 사이에 시간적 delay가 없다. (빛이 파동이라면, 전자기파 에너지는 전 파면에 걸쳐서 퍼져있으므로 각 전자가 금속을 벗어날 수 있을 정도의 에너지를 저장하려면 상당한 시간이 필요하다.)

b) 같은 진동수에서 밝은 빛은 어두운 빛보다 더 많은 광전자를 방출시키나, 전자의 에너지는 모두 같은 값을 가진다. (빛의 전자기파 이론에서는 빛의 세기가 크면 광전자의 에너지가 클 것이라 예측한다.)

c) 빛의 진동수가 높을수록 광전자는 더 큰 에너지를 가진다. 또한 특정한 임계진동수 이하의 빛은 아무리 짙어도 광전자를 방출해내지 못하고 임계진동수는 각 금속마다 다른 값을 가진다. 임계진동수 이상의 빛을 쬐면 광전자가 가질 수 있는 최대 에너지가 빛의 진동수에 비례하여 증가한다. 이것은 전자기파 이론으로는 설명되지 않는다.

**4. 교재 p. 90, Exercise 22.**

**2-22:** From Equation (2.13), with  $n = 1$  for the smallest angle, the distance between the atomic planes is

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{0.30 \text{ nm}}{2 \sin (28.4^\circ)} = 0.32 \text{ nm}.$$