

응용핵물리기초 (409.213) 중간고사 21 April, 2009

1. (5 points) Lagrangian 역학과 Hamiltonian 역학에 대해 수식과 함께 150자 내외로 설명하십시오.

2. (1) (3 points) Einstein이 특수 상대론을 위해 세운 두 가지 전제를 쓰시오.

(2) (4 points) Twin paradox에 대해 200자 내외로 설명하십시오.

(3) (3 points) $E = mc^2$, $p = mv$, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 을 이용하여 $E^2 = c^2 p^2 + m_0^2 c^4$ 을 유도하십시오.

(4) (3 points) 일반적으로 물질의 속도가 빛의 속도와 같아질 수 없음을 (3)에 나온 식을 이용하여 설명하십시오.

(5) (3 points) 속도가 빛의 속도와 같은 입자가 존재한다면, 어떤 조건을 만족하여야 하는지 설명하고, 이러한 입자의 예를 보이시오.

(6) (3 points) 이 입자의 에너지를 빛의 파장과 연관하여 하나의 식으로 설명하십시오.

(7) (3 points) 이 입자가 다른 물질을 만났을 때 발생시킬 수 있는 두 가지 종류의 산란은 무엇인가?

3. (1) (3 points) Wien이 black body radiation curve를 설명하기 위해 착안한 실험 관계식은 무엇에서 유사성을 찾고 유도된 것인가?

(2) (3 points) Max-Planck가 black body radiation curve를 설명하기 위해 도입한 가정은 무엇인가?

4. (1) (3 points) Rutherford가 α -산란 실험을 통해 밝힌 것은 무엇인가?

(2) (각 4 points) Rutherford의 α -산란 실험에 대하여 "가"부터 "사"를 구하십시오.

다음은 총에너지 보존법칙, 각운동량 보존법칙과 $2q$ 의 정의이다.

$$E = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2) + \frac{zZe^2}{4\pi\epsilon_0 r}, \quad m r^2 \dot{\phi} = m v_0 b, \quad 2q = \frac{(zZe^2)/4\pi\epsilon_0}{E}$$

이를 이용하면 $\frac{d\phi}{dr} = \mp \frac{b}{r^2} (\text{가})^{-1/2}$ 을 구할 수 있다.

r 을 무한대부터 r 까지 적분하면 $\phi = \cos^{-1} \left[\frac{b}{\sqrt{b^2 + q^2}} (\text{가})^{1/2} \right] - \cos^{-1} \left(\frac{b}{\sqrt{b^2 + q^2}} \right)$ 이다.

가장 가까운 근접점에서 $r = r_A$ 라 하면, $\dot{r}_A = 0$ 이고,

$\phi_A = \pi - \cos^{-1} \left(\frac{b}{\sqrt{b^2 + q^2}} \right)$ 이다. α -입자의 궤적은 A에 대해 대칭이므로

$\theta = \pi - 2\phi_A = \text{다}$ 이다. 따라서 $b = r \sin \theta$ (b 와 θ 간의 관계)를 구할 수 있다.

이 식을 이용하면, cross section $d\sigma = 2\pi b db$ 는

$$d\sigma = \pi q^2 \frac{\cos(\theta/2)}{v^4} d\theta = \frac{q^2}{4} \frac{d\Omega}{v^4}, \quad d\Omega = 2\pi \sin\theta d\theta \text{와 같이 표현된다.}$$

$q = \frac{zZe^2}{4\pi\epsilon_0 2E}$ 를 대입하여 정리하면 Rutherford scattering cross section

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{zZe^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{1}{4E^2} \text{를 구할 수 있다.}$$

5. (1) (3 points) Bohr의 원자모형에 사용된 두 가지 가설을 쓰시오.

(2) (3 points) deBroglie wave의 정의는 무엇인가?

(3) (3 points) deBroglie wavelength와 Bohr의 첫 번째 가설과의 관계를 보이시오.

(4) (3 points) deBroglie wave의 group velocity가 particle velocity와 동일함을 보이시오.

(5) (3 points) deBroglie wave를 설명하기 위한 wave group에서 $\Delta x \Delta k = 4\pi$, $\Delta t \Delta \omega = 4\pi$ 가 의미하는 바를 설명하시오.

6. (각 3 points) 다음 설명이 맞으면 O표, 틀리면 X표 하시오.

(1) Newton의 제 3법칙은 항상 성립하는 것은 아니며, 힘의 전파에 유한한 시간이 걸리는 경우에는 맞지 않다 ()

(2) Newton 법칙은 하나의 좌표계에서 성립하면 이에 대해 일정 속도로 움직이는 다른 모든 좌표계에서도 성립한다. ()

(3) Avogadro는 분자의 개념을 도입하여, Gay-Lussac의 정수 부피비의 법칙에 의하면 원자가 쪼개져야하는 문제에 봉착한 톰슨의 원자설을 뒷받침하였다. ()

(4) 원자량은 ^{12}C 에 대한 질량상대비로 정의하는데, 이는 탄소의 동위원소가 ^{13}C 하나밖에 없기 때문이다. ()

(5) Huygens의 빛의 파동설을 주장하였고, 빛이 전파하는 매질로 ether를 가정하였다. Michelson-Morley는 고전 상대성 이론에 근거하여 관성좌표계인 ether와 지구 좌표계에서의 빛의 상대속도를 실험을 통해 측정하려고 하였으나, 빛의 속도가 동일함을 확인하고, ether의 존재를 부정하였다. ()

(6) 빛의 세기가 비록 약하더라도 그 진동수가 한계진동수 보다 크거나 빛을 오래 쬐어주게 되면 광전효과가 나타난다. ()

(7) Davisson과 Germer는 X-ray가 Si과 만나 diffraction하는 것을 보임으로 deBroglie wave의 존재를 실험을 통해 증명하였다. ()

"Which of you, if his son asks for bread, will give him a stone?

Or if he asks for a fish, will give him a snake?

If you, then, though you are evil, know how to give good gifts to your children, how much more will your Father in heaven give good gifts to those who ask him!" (Matthew 7:9-11)