

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.

→ 진공 중에서의 광속은 모든 관성계에 대해 동일,

물리 법칙은 모든 관성계에서 동일한 형태

(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.

오.

(4) (3 points) 일반적으로 물질의 속도가 빛의 속도와 같아질 수 없음을 (3)의 식들을 이용하여 설명하십시오.

→ 운동량이 무한대가 됨.

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

→ $m_0 = 0$, 광자

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

→ $E = h\nu$

(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?

→ Maxwell 속력 분포

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

→ 에너지의 양자화

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

→ Thomson의 건포도형 원자모델이 틀렸음. 원자핵의 존재.

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

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

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\phi}^2) + \frac{zZe^2}{4\pi\epsilon_0 r}, \quad mr^2\dot{\phi} = mv_0 b, \quad 2q = \frac{(zZe^2)/4\pi\epsilon_0}{E}$$

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 $b = \text{라}$ (b 와 θ 간의 관계)를 구할 수 있다.

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

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

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

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

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

→ 각운동량의 양자화 $m_e v r = nh/2\pi$, 궤도 상의 전자는 radiation energy를 방출하지 않음. radiation은 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 천이할 때, 그 에너지 차이만큼 $E = h\nu$ 로 방출됨.

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

→ 물질파

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

$$\rightarrow m_e v r = nh/2\pi, \quad 2\pi r = n\lambda = nh/m_e v$$

(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.

→ Heisenberg의 불확정성의 원리

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 ()

→ O

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

→ O

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

→ X

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

→ O

(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. ()

→ O

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

→ X

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

→ X