

0000 년 00 학기 00 고사		과 목 명	물리학 25장 기출문제 답안지	학 과		학 년		감 독 교 수 확 인	
출 제	공동 출제			학 번					
편 집	송 현 석			성 명					
		○		○				점 수	
시험일시	0000. 00. 00								

[주의 사항] 1. 계산기는 사용할 수 없습니다.

2. 단위가 필요한 답에는 반드시 SI 체계로 단위를 표기하십시오.

[2008년 2학기 기말고사 7번]

1. 다음은 아인슈타인의 특수 상대성 이론의 기본 가정 두 가지를 나타내고 있다. 빈칸에 들어갈 말을 써 넣으시오.

(1) 모든 (**관성계**)에서는 동일한 물리법칙이 작용한다.

(2) (**빛의 속력**)은 모든 좌표계에서 동일하며, 이 값은 관측자나 광원의 상대적 운동에 무관하다.

[2014년 2학기 기말고사 8번] - 예제 25.1, 연습문제 25.2, 25.5, 25.6 참고

2. 아인슈타인은 특수 상대성 이론에서 ‘빛의 속력 c 는 모든 좌표계에서 동일하며, 이 값은 관측자나 광원의 상대적 운동에 무관하다’라고 하였다. 따라서 정지한 좌표계에서 t 초가 흘렀을 때, 속도 v 로 움직이는 관성계에서는 시간이 t' 초가 흐르게 된다. 움직이는 관성계에서의 시간 t' 을 t , c , v 를 이용해 나타내시오.

시간 지연 - 속도 v 로 움직이는 관성계에서는 시간이 γ 배 만큼 느리게 간다.

$$\text{따라서, } t' = \frac{t}{\gamma} = \sqrt{1 - (v/c)^2} t$$

$$(t' = \sqrt{1 - (v/c)^2} t)$$

[2013년 2학기 기말고사 7번] - 예제 25.1, 연습문제 25.2, 25.5, 25.6 참고

3. 지상의 관측자에 대해서 일정한 속력 v 로 지표면을 향해 떨어지는 뮤온 입자가 있다. 뮤온 입자는 정지한 상태에서 $2.2\mu s$ 의 시간 후 붕괴한다. 지상에서 관측할 때 이 뮤온 입자는 얼마의 시간이 지난 후 붕괴하겠는가? (단, $\sqrt{1 - (v/c)^2} = 0.2$ 이다.)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} = \frac{1}{0.2} = 5$$

$$\Delta t' = \gamma \Delta t = 5(2.2\mu s) = 11\mu s$$

$$(\Delta t' = 11\mu s)$$

[2013년 2학기 기말고사 8번] - 예제 25.1, 연습문제 25.2, 25.5, 25.6 참고

4. 어떤 우주인이 광속의 0.8 배의 속력으로 가까운 별까지 여행하였다. 지구에서 측정한 별까지의 거리는 10 광년이라고 할 때, 우주인이 측정한 별까지의 도달시간은 몇 년인가? (답은 소수 첫째자리까지 나타내시오.)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8c/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8)^2}} = \frac{1}{0.6} = \frac{5}{3}$$

$$\Delta t = \frac{L}{v} = \frac{10 \text{ 광년}}{0.8c} = 12.5 \text{ 년}$$

$$\Rightarrow \Delta t' = \frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{12.5 \text{ 년}}{5/3} = \frac{3}{5} \times 12.5 \text{ 년} = 7.5 \text{ 년}$$

$$(7.5 \text{ 년})$$

[2011년 2학기 기말고사 9번] - 예제 25.1, 연습문제 25.2, 25.5, 25.6 참고

5. 정지 상태에서 뮤온은 t 초 후에 붕괴한다. 관찰자에 대해서 뮤온이 $0.8c$ 의 속력으로 움직일 때, 이 관찰자는 뮤온이 생성 후 붕괴되기 전까지 거리 d 를 진행할 것으로 측정하였다. 이때, d 를 t 와 c 를 이용하여 나타내시오.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8c/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.8)^2}} = \frac{1}{0.6} = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta t' = \gamma \Delta t = \frac{5}{3} t$$

$$d = v \Delta t' = v \gamma \Delta t = (0.8c)(5/3)t = \frac{4}{3} ct \quad (d = \frac{4}{3} ct)$$

[2009년 2학기 기말고사 8번] - 연습문제 25.11 참고

6. 어떤 입자의 운동에너지가 정지질량에너지와 같다면, 이 입자의 속력은 빛의 속력 c 의 몇 배 인가?

$$K = \gamma mc^2 - mc^2 = mc^2 \Rightarrow \gamma mc^2 = 2mc^2 \Rightarrow \gamma = 2$$

$$\frac{1}{\gamma} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{4} c^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} c \quad (\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ 배})$$

[2014년 2학기 기말고사 9번] - 연습문제 25.11 참고

7. 어떤 입자의 운동에너지가 정지질량에너지의 절반과 같다면, 이 입자의 속력은 빛의 속력 c 의 몇 배 인가?

$$K = \gamma mc^2 - mc^2 = \frac{1}{2} mc^2 \Rightarrow \gamma mc^2 = \frac{3}{2} mc^2 \Rightarrow \gamma = \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{\gamma} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{2}{3} \Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{4}{9} = \frac{5}{9}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{5}{9} c^2} = \frac{\sqrt{5}}{3} c \quad (\frac{\sqrt{5}}{3} \text{ 배})$$

[2011년 2학기 기말고사 8번] - 예제 25.4 참고

8. 정지 질량이 m_0 인 어떤 입자의 운동에너지가 정지에너지와 같다고 할 때, 이 입자의 상대론적 운동량을 m_0 와 광속 c 를 이용하여 나타내시오.

$$E = E_0 + K = E_0 + E_0 = E_0 = 2m_0c^2$$

$$E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} \Rightarrow p^2c^2 = E^2 - m_0^2c^4 = 4m_0^2c^4 - m_0^2c^4 = 3m_0^2c^4$$

$$\Rightarrow p^2 = 3m_0^2c^2 \Rightarrow p = \sqrt{3m_0^2c^2} = \sqrt{3} m_0c \quad (p = \sqrt{3} m_0c)$$

[2013년 2학기 기말고사 9번] - 예제 25.4 참고

9. 정지 질량이 m_0 인 어떤 입자의 운동에너지가 정지에너지의 두 배라고 할 때, 이 입자의 상대론적 운동량을 m_0 와 광속 c 를 이용하여 나타내시오.

$$E = E_0 + K = E_0 + 2E_0 = 3E_0 = 3m_0c^2$$

$$E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} \Rightarrow p^2c^2 = E^2 - m_0^2c^4 = 9m_0^2c^4 - m_0^2c^4 = 8m_0^2c^4$$

$$\Rightarrow p^2 = 8m_0^2c^2 \Rightarrow p = \sqrt{8m_0^2c^2} = 2\sqrt{2} m_0c \quad (p = 2\sqrt{2} m_0c)$$

[주의 사항] 주관식 문제는 상세한 풀이과정이 없으면 영점처리 됩니다.

[2012년 2학기 기말고사 주관식 3번]

[2008년 2학기 기말고사 주관식 1번]

- 예제 25.1, 25.2, 연습문제 25.2, 25.5, 25.6, 25.11, 25.12, 참고

[주관식 1] [20점]

지상의 관측자가 측정할 때 $0.8c$ 의 속력으로 지표면을 향해 떨어지는 유온 입자가 있다. 이 입자의 정지 상태에서 수명은 T 이고 정지 질량은 m_0 라고 할 때, 다음 질문들에 답하시오.

(1) 지상에서 볼 때 유온 입자의 수명은 얼마인가? [5점]

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(0.8c/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(0.8)^2}} = \frac{1}{0.6} = \frac{5}{3}$$

$$\Rightarrow \Delta t' = \gamma \Delta t = \frac{5}{3} T$$

$$(\Delta t' = \frac{5}{3} T)$$

(2) 지상에서 볼 때 유온 입자가 붕괴 전에 이동한 거리는 얼마인가? [5점]

$$L' = v \Delta t' = v \gamma \Delta t = (0.8c)(5/3)T = \frac{4}{3} cT$$

$$(L' = \frac{4}{3} cT)$$

(3) 유온 입자가 볼 때 붕괴 전에 이동한 거리는 얼마인가? [5점]

$$L = \frac{L'}{\gamma} = \frac{(0.8c)(5/3)T}{(5/3)} = (0.8c)T = \frac{4}{5} cT$$

or $L = v \Delta t = (0.8c)T = \frac{4}{5} cT$

$$(L = \frac{4}{5} cT)$$

(4) 유온 입자의 운동에너지는 얼마인가? [5점]

$$K = E - E_0 = \gamma m_0 c^2 - m_0 c^2 = (\gamma - 1)m_0 c^2 = \left(\frac{5}{3} - 1\right)m_0 c^2 = \frac{2}{3} m_0 c^2$$

$$(K = \frac{2}{3} m_0 c^2)$$

[2010년 2학기 기말고사 주관식 2번] - 예제 25.1, 25.2,

[2009년 2학기 기말고사 7번] - 연습문제 25.2, 25.5, 25.6, 25.11, 25.12, 참고

[2008년 2학기 기말고사 8번]

[주관식 2] [20점]

기차가 지상에 대해 광속의 $3/5$ 배의 속력으로 움직이고 있다.

이때, 다음 질문들에 답하시오.

(1) 기차 안의 관측자가 지상에 대해 100 km 이동했다고 측정하는 동안, 지상에서 관측한 기차의 이동거리는 몇 km 인가? [7점]

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-((3c/5)/c)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-(3/5)^2}} = \frac{5}{4}$$

$$L = \gamma L' = (5/4)(100\text{ km}) = 125\text{ km}$$

$$(L = 125\text{ km})$$

(2) 기차의 정지 질량을 m_0 이라고 할 때, 기차의 상대론적 운동에너지를 m_0 와 광속 c 를 이용하여 나타내시오. [6점]

$$K = E - E_0 = \gamma m_0 c^2 - m_0 c^2 = (\gamma - 1)m_0 c^2 = \left(\frac{5}{4} - 1\right)m_0 c^2 = \frac{1}{4} m_0 c^2$$

$$(K = \frac{1}{4} m_0 c^2)$$

(3) 정지 질량이 m_0 인 입자가 지상에 정지해 있다. 기차에서 보았을 때, 이 입자의 물질파의 파장은 얼마로 측정되었는가? m_0 와 광속 c , 플랑크 상수 h 를 이용하여 나타내시오. [7점] (26장 내용임~!!)

$$p = \gamma m_0 v$$

$$p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\gamma m_0 v} = \frac{h}{(5/4)m_0(3c/5)} = \frac{4h}{3mc}$$

$$(\lambda = \frac{4h}{3mc})$$

<수고하셨습니다.>