2021학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연1(물리학)

모집단위		수험번호		성명	

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

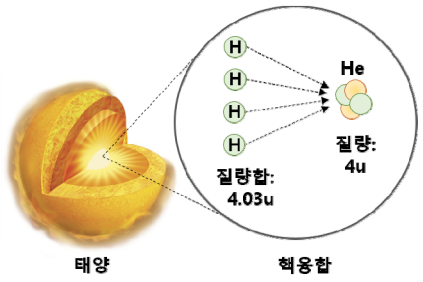
[가] 태양이 만들어 내는 에너지의 원동력은 수소 핵융합 반응이다. 수소 핵융합 반응은 **[그림 1]**과 같이 질량의 총합이 $4.03u$인 수소 원자핵 4개가 융합하여 질량이 $4u$인 헬륨 원자핵 1개가 되는 반응이다. 수소 핵융합 반응으로 얻어지는 에너지는 태양에서 방출되는 다양한 입자(양성자, 중성자, 전자 등)의 운동에너지로 전환될 수 있다.

[나] 태양에서 방출된 입자가 우주선에 도달할 때 이 입자가 무엇인지 알아보기 위해 입자의 파동적 성질을 이용하려 한다. **[그림 2]**와 같이 우주선에 도달한 입자의 드브로이 파장과 같은 파장을 가지는 빛이 간격 d만큼 떨어진 이중 슬릿을 통과하도록 하였다. 슬릿으로부터 L만큼 떨어진 지점에 위치한 스크린을 이용하여 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx를 측정하였다.

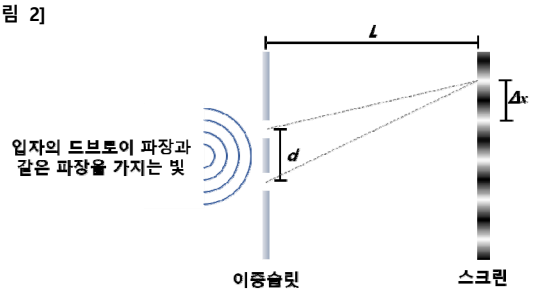
[다] "태양돛"은 태양에서 방출된 입자들이 우주선에 충돌하는 힘을 이용하여 우주선을 가속시키는 방법이다. 태양에서 방출되는 다양한 입자들 중 중성자만 고려하자. **[그림 3]**과 같이 중성자들이 모두 같은 속도 v_n으로 날아와 우주선의 후방에 위치한 평면 모양의 돛에 수직으로 충돌하고, 충돌 후 중성자는 정반대 방향으로 속도 $-v_n$으로 튕겨 나가고, 우주선은 가속된다고 가정하자.

[라] 태양에서 방출된 전자를 이용하여 우주선의 속력을 알아보고자 한다. 우주선의 운동 방향으로 날아온 전자의 속력을 측정하기 위해 일정한 속도 v_s로 운동하는 우주선 내부에 **[그림 4]**와 같이 두 평행한 금속판을 마련했다. 두 평행한 금속판 사이의 전위차는 V이고, 두 평행한 금속판 사이의 거리는 d이다. 전자는 두 평행한 금속판 사이의 가운데 지점에서 두 평행한 금속판에 평행한 방향으로 진입한다. 전자가 양전하로 대전된 금속판에 도달하는 순간에 금속판과 이루는 각도 θ를 측정하여 우주선의 속도 v_s를 알아낼 수 있다.

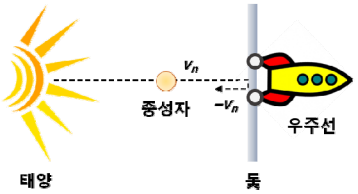
[그림 1]



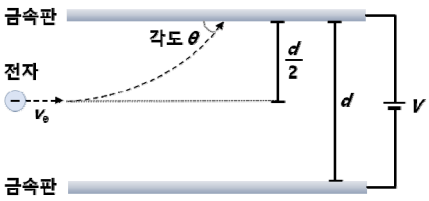
[그림 2]



[그림 3]



[그림 4]



[주의] 아래 질문에 답할 때 물리 상수는 아래 표의 값을 사용한다.

기본 전하량 e	1.6×10^{-19} C	전자의 질량 m_e	9.1×10^{-31} kg
광속 c	3.0×10^{8} m/s	양성자의 질량 m_p	1.7×10^{-27} kg
플랑크 상수 h	6.6×10^{-34} J·s	중성자의 질량 m_n	1.7×10^{-27} kg
에너지 단위 변환	$1\,\text{eV} = 1.6\times10^{-19}$J	원자의 질량 단위 u	1.7×10^{-27} kg

1. 제시문 **[가]**의 상황에서 수소 원자핵 4개가 융합하여 헬륨 원자핵 1개가 만들어졌다. 이 과정에서 손실된 질량 전부가 멈춰있던 양성자 5.4×10^{5}개를 같은 속도 v_p로 운동하게 하는 에너지로 전환되었다면, v_p의 크기가 얼마인지 논하시오. 단, 중력은 무시한다. **[10점]**

2. 제시문 **[나]**의 상황에서 태양에서 방출된 중성자의 속도가 $v_n = 9.1\times10^{3}$ m/s이고, 전자의 속도가 $v_e = 1.7\times10^{6}$ m/s이고, 이중 슬릿의 간격 d가 6.6 μm이고, 이중 슬릿과 스크린의 거리 L이 15.47 m이다. 중성자와 전자의 경우에, 빛이 만드는 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx에 대해 각각 논하시오. 단, 우주선은 정지해 있다고 가정하자. **[10점]**

3. 제시문 **[다]**의 상황에서 중성자들이 날아오는 등속도 v_n이 1×10^{4} m/s이고, 1초 당 우주선의 돛에 충돌하는 중성자의 개수 N이 10^{26}개이고, 우주선의 질량 m_s가 3400 kg이다. 정지해 있던 우주선이 움직이기 시작하는 순간의 가속도에 대해 논하시오. 단, 중력은 무시한다. **[10점]**

4. 제시문 **[라]**의 상황에서 태양에서 방출될 때 전자의 속력이 4.2×10^{5} m/s이다. 두 평행한 금속판 사이의 전압 V가 0.91 V이고, 두 금속판 사이의 거리 d가 0.16 m이고, 측정된 전자의 각도 θ가 45°이다. 우주선에서 측정된 전자의 속력 v_e를 이용하여 우주선의 속력을 추론하시오. 단, 중력은 무시한다. **[10점]**

연세대학교