

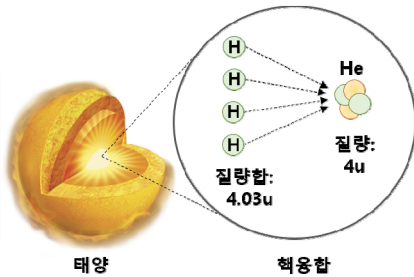
2021학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연1(물리학)

모집단위	수험번호	성명
------	------	----

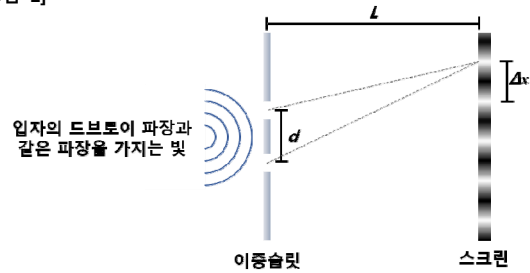
※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

- [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 d 만큼 떨어진 이중 슬릿을 통과하도록 하였다. 슬릿으로부터 L 만큼 떨어진 지점에 위치한 스크린을 이용하여 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx 를 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_n 으로 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 알아보려고 한다. 우주선의 운동 방향으로 날아온 전자의 속력을 측정하기 위해 일정한 속도 v_e 로 운동하는 우주선 내부에 [그림 4]와 같이 두 평행한 금속판을 마련했다. 두 평행한 금속판 사이의 전위차는 V 이고, 두 평행한 금속판 사이의 거리는 d 이다. 전자는 두 평행한 금속판 사이의 가운데 지점에서 두 평행한 금속판에 평행한 방향으로 진입한다. 전자가 양전하로 대전된 금속판에 도달하는 순간에 금속판과 이루는 각도 θ 를 측정하여 우주선의 속도 v_s 를 알아낼 수 있다.

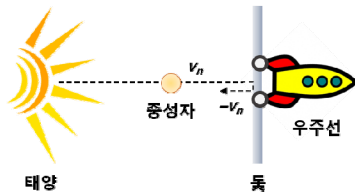
[그림 1]



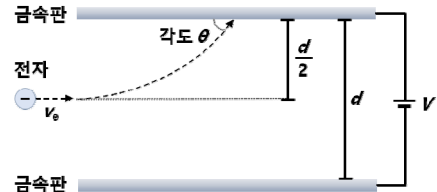
[그림 2]



[그림 3]



[그림 4]



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

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

- 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_p 로 운동하게 하는 에너지로 전환되었다면, v_p 의 크기가 얼마인지 논하시오. 단, 중력은 무시한다. [10점]
- 제시문 [나]의 상황에서 태양에서 방출된 중성자의 속도가 $v_n = 9.1 \times 10^3 \text{ m/s}$ 이고, 전자의 속도가 $v_e = 1.7 \times 10^6 \text{ m/s}$ 이고, 이중 슬릿의 간격 d 가 $6.6 \mu\text{m}$ 이고, 이중 슬릿과 스크린의 거리 L 이 15.47 m 이다. 중성자와 전자의 경우에, 빛이 만드는 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx 에 대해 각각 논하시오. 단, 우주선은 정지해 있다고 가정하자. [10점]
- 제시문 [다]의 상황에서 중성자들이 날아오는 등속도 v_n 이 $1 \times 10^4 \text{ m/s}$ 이고, 1초 당 우주선의 돛에 충돌하는 중성자의 개수 N 이 10^{26} 개이고, 우주선의 질량 m_s 가 3400 kg 이다. 정지해 있던 우주선이 움직이기 시작하는 순간의 가속도에 대해 논하시오. 단, 중력은 무시한다. [10점]
- 제시문 [라]의 상황에서 태양에서 방출될 때 전자의 속력이 $4.2 \times 10^5 \text{ m/s}$ 이다. 두 평행한 금속판 사이의 전압 V 가 0.91 V 이고, 두 금속판 사이의 거리 d 가 0.16 m 이고, 측정된 전자의 각도 θ 가 45° 이다. 우주선에서 측정된 전자의 속력 v_s 를 이용하여 우주선의 속력을 추론하시오. 단, 중력은 무시한다. [10점]

2021학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연2(물리학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

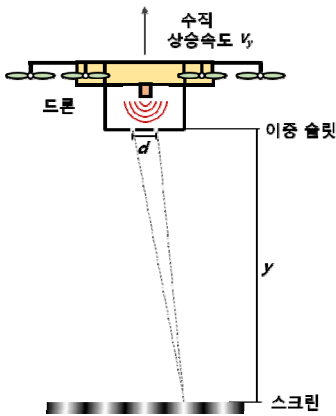
[가] 최근 드론은 과학실험, 보안, 경제활동, 예술 등 다양한 분야에 활용된다. 드론이 이륙한 후 지면으로부터의 높이를 측정하기 위해 빛의 간섭을 이용하려고 한다. [그림 1]과 같이 드론의 아래쪽 중심에 간격이 d 인 이중 슬릿을 두고, 그 위에서 파장이 λ 인 빛을 지면을 향해 보냈다. 이중 슬릿을 통과한 빛은 지면의 스크린에 반사되는 밝은 무늬를 만들었고, 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격이 Δx 로 측정되었다.

[나] 드론의 높이 측정에 사용한 빛의 에너지를 알아보기 위해 광전 효과를 이용하였다. [그림 2]와 같이 파장이 λ 인 빛을 일함수가 W 인 금속판에 비추면 광전자가 발생한다. 발생한 광전자의 운동에너지를 측정한 결과, 최대값이 E_{\max} 로 나타났다.

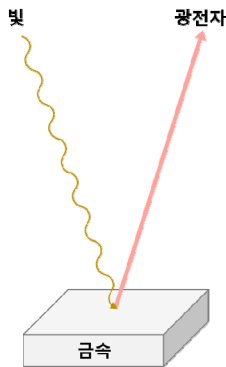
[다] 드론을 자원 탐사에 활용하고자 한다. [그림 3]과 같이 지하에 있는 자원이 폭이 L 인 영역에 세기가 B 인 자기장을 지면으로부터 수직 위 방향으로 균일하게 만들고, 이 영역 바깥에는 자기장이 없다고 하자. 드론의 몸체에는 저항 R 이 연결된 정사각형 모양의 도선이 지면과 평행하게 장착되어 있고, 이 도선의 한 변의 길이는 l 이다. 드론은 자기장이 있는 영역의 서쪽 끝으로부터 서쪽으로 D 만큼 떨어진 지점에서 출발하였다. 등속도 v_x 로 지면과 나란하게 동쪽으로 이동하며 도선에 기전력이 발생하면 전류가 흐른다.

[라] 6개의 회전 날개를 가진 드론이 있다. 회전 날개는 각각 동일한 힘을 연직 아래 방향으로 내고 있다. [그림 4]와 같이 질량이 m_d 인 드론이 지면으로부터의 높이 H 에서 수평 방향으로 일정한 속도 v_x 로 비행하다가, 갑자기 6개의 회전 날개 중 마주 보는 2개의 회전 날개가 멈추고, 다른 4개의 회전 날개는 처음과 같은 힘을 내고 있다. 드론은 회전 날개 2개가 멈춘 지점 A로부터 수평 거리 x 만큼 떨어진 지면에 도달하였다.

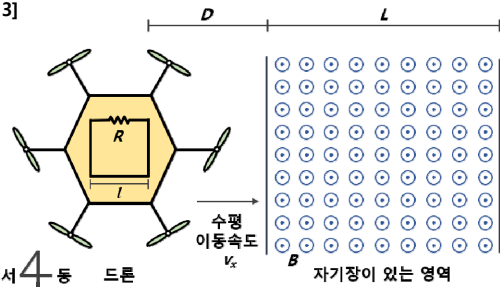
[그림 1]



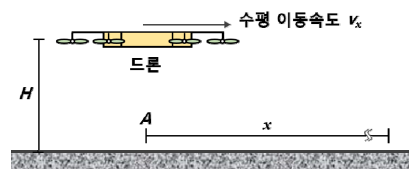
[그림 2]



[그림 3]



[그림 4]



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

기본 전하량 e	$1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	에너지 단위 변환	$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
광속 c	$3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$	플랑크 상수 h	$6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
전자의 질량 m_e	$9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$	중력가속도 g	10 m/s^2

- 제시문 [가]의 상황에서 드론에 장착된 이중 슬릿의 간격 d 가 1.5 mm 이고, 빛의 파장 λ 가 $4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ 라 하자. 드론이 지면을 출발하여 지면에 수직 방향으로 일정한 속도로 상승하기 시작한 뒤, 20초 후 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx 가 27 mm 로 나타났다. 드론이 수직으로 상승하는 속력에 대해 논하십시오. [10점]
- 제시문 [나]의 상황에서 빛의 파장 λ 가 $4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ 이고, 금속판의 일함수 W 가 2.0 eV 일 때, 금속에서 방출된 광전자의 운동에너지의 최대값 E_{\max} 에 대해 논하십시오. 또한 E_{\max} 와 같은 운동에너지를 가지는 전자가 $3.0 \times 10^{-18} \text{ N}$ 의 구심력을 받아 등속 원운동하는 경우에 원 궤도의 반지름에 대해 논하십시오. [10점]
- 제시문 [다]의 상황에서 자기장이 있는 영역에서 자기장의 세기 B 가 0.06 T 이고, 자기장이 있는 영역의 폭 L 이 30 m 이고, 드론에 장착된 정사각형 도선의 한 변의 길이 l 이 0.1 m 이고, 도선에 연결된 저항 R 이 4Ω 이라 하자. 드론이 $D = 15 \text{ m}$ 지점에서 출발하여, 동쪽으로 등속도 $v_x = 5 \text{ m/s}$ 로 계속 이동한다. 이동을 시작하여 10초 동안 도선에 유도되는 전류의 크기와 방향에 대해 논하고, 저항에서 소모된 전기 에너지의 크기에 대해 논하십시오. [10점]
- 제시문 [라]의 상황에서 드론의 질량 m_d 가 3 kg 이고, 지면으로부터의 드론의 높이 H 가 60 m 이고, 드론의 이동속도 v_x 가 5 m/s 인 경우에 드론이 지면에 도달한 지점까지의 거리 x 에 대해 논하십시오. 단, 공기의 저항에 의한 드론의 에너지 손실과 바람의 영향은 무시한다. [10점]