

2022학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연계열(물리학)

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

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

쇠공과 같은 거시적인 세계의 입자와 전자와 같은 미시적인 세계의 입자에 작용하는 운동 법칙은 겉보기에 달라 보이지만 자연스럽게 서로 대응된다. 이를 알아보기 위해 중력의 영향을 받는 쇠공과 전기력의 영향을 받는 전자의 운동을 비교하고 특정 위치에서 속력을 제어하는 장치를 설계해 보자.

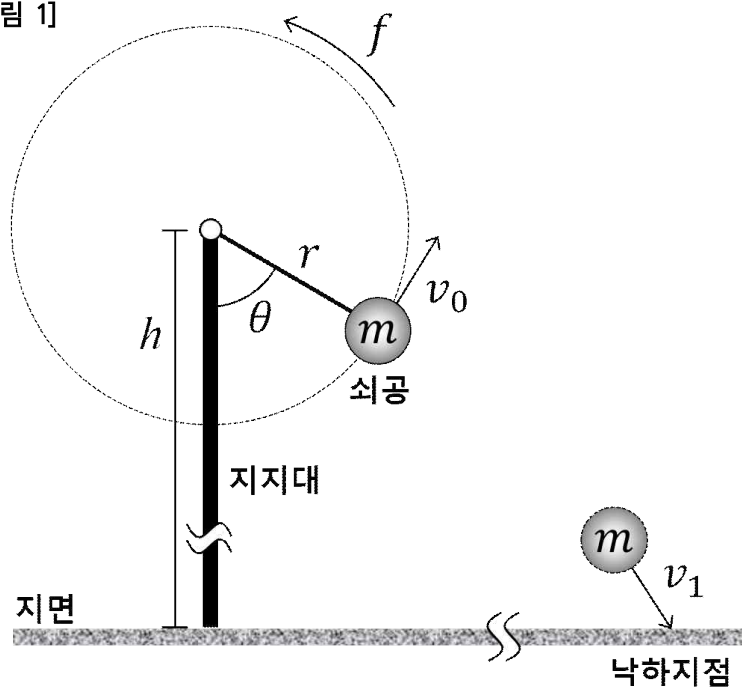
[가] [그림 1]과 같이 질량이 m 인 쇠공이 지면으로부터의 높이가 h 인 지점을 중심으로 반지름이 r 인 원 궤도를 그리며 진동수 f 로 등속 원운동을 한다. 쇠공을 돌리는 줄과 지지대의 사잇각이 θ 가 되는 순간 갑자기 줄을 끊었다고 가정하자. 쇠공은 줄이 끊어지는 순간의 속력 v_0 를 초기 속력으로 운동하여 지면의 낙하지점에 최종 속력 v_1 으로 도달한다.

[나] 보어의 원자 모형에서는 원자핵과 전자 사이에 작용하는 전기력이 구심력의 역할을 한다. [그림 2]와 같이 질량이 m_e 인 전자가 고정된 원자핵을 중심으로 반지름이 r_e 인 원 궤도를 그리며 일정한 속력 v_2 로 등속 원운동을 한다. 원자핵과 전자의 전하량은 각각 $+e$ 와 $-e$ 이다.

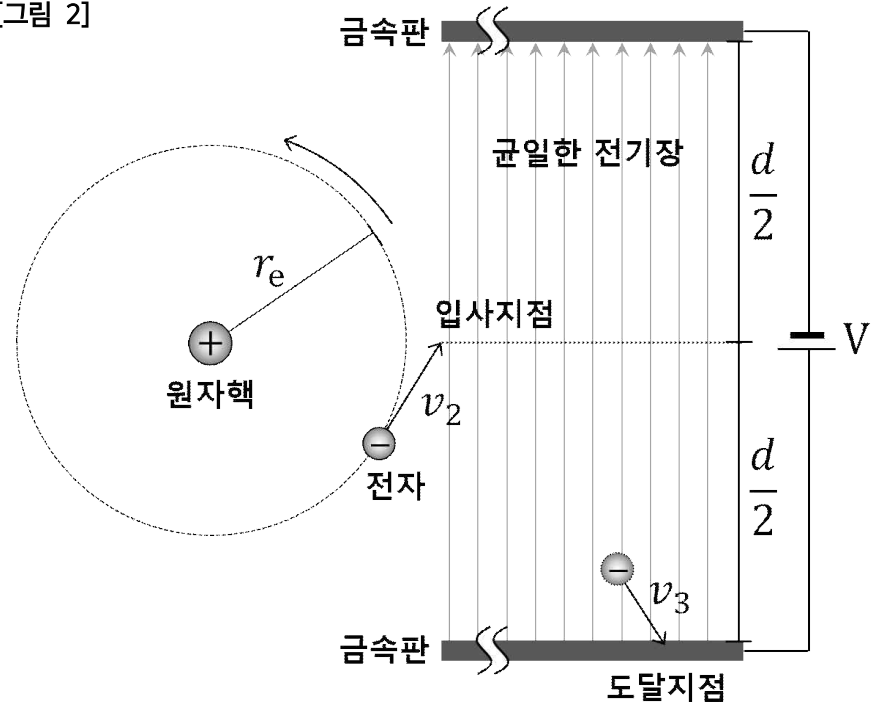
[다] [그림 2]에서 전자가 등속 원운동을 하던 중 갑자기 원자핵이 사라졌다고 가정하자. 전자는 원자핵이 사라지는 순간의 속력 v_2 로 직선 운동하여 균일한 전기장이 형성되어 있는 두 개의 평행한 금속판의 가운데 지점에서 입사한다. 입사한 전자는 두 개의 금속판 사이 균일한 전기장 영역에서 운동하여 아래쪽 금속판에 속력 v_3 로 도달한다. (전자는 이 과정에서 위쪽 금속판에 도달하지 않는다).

[라] 드브로이의 물질파 이론에 따르면 미시적인 세계의 입자뿐만 아니라 거시적인 세계의 입자도 파동적 성질을 갖는다. 입자들이 나타내는 파동을 물질파라 하고 물질파의 파장을 드브로이 파장이라 한다. 하지만 거시적인 세계의 입자가 지닌 파동적 성질은 보통 관찰하기 어렵다.

[그림 1]



[그림 2]



[주의] 아래 질문에 답할 때 물리 상수와 단위 변환은 아래 표의 값을 사용한다.

중력 가속도 g	$10 \text{ (m/s}^2\text{)}$	기본 전하량 e	$1.6 \times 10^{-19} \text{ (C)}$
플랑크 상수 h	$6.6 \times 10^{-34} \text{ (J} \cdot \text{s)}$	전자의 질량 m_e	$9 \times 10^{-31} \text{ (kg)}$
에너지 단위 변환	$1 \text{ (eV)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (J)}$	쿨롱 상수 k	$9 \times 10^9 \text{ (N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2\text{)}$

- 제시문 [가]의 상황에서 쇠공의 질량 m 이 3 (kg) , 등속 원운동의 반지름 r 이 2 (m) , 진동수 f 가 $\frac{1}{\pi} \text{ (s}^{-1}\text{)}$, 줄을 끊는 순간의 θ 가 60° 일 때, 낙하지점의 속력 v_1 이 줄이 끊어지는 순간의 속력 v_0 의 4배가 되도록 하기 위해서는 지지대의 높이 h 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 줄의 질량과 공기저항은 무시한다.) [10점]
- 제시문 [나]의 상황에서 전자가 등속 원운동하는 궤도의 반지름 r_e 가 $1 \times 10^{-10} \text{ (m)}$ 일 때, 전자의 속력 v_2 와 운동에너지에 관해 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]
- 제시문 [다]의 상황에서 전자가 아래쪽 금속판에 도달하는 순간의 속력 v_3 가 원자핵이 사라지는 순간의 속력 v_2 의 4배가 되도록 하기 위해서는 평행한 금속판 사이의 전위차 V 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]
- 제시문 [라]를 읽고 질량이 3 (kg) 이고 속력이 10 (m/s) 인 쇠공과 속력이 $\frac{1}{3} \times 10^6 \text{ (m/s)}$ 인 전자의 드브로이 파장을 각각 구하여 비교하고, 미시적인 세계의 입자에 비해 거시적인 세계의 입자가 지닌 파동적 성질을 관찰하기 어려운 이유를 간단히 논하시오. [10점]