

# 2013학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

## 물 리

2차 시험	2교시	2문항 50점	시험 시간 120분
-------	-----	---------	------------

### 수험생 유의 사항

- 문제지(초안 작성 용지 포함)와 답안지의 전체 면 수와 인쇄 상태를 확인하십시오. **답안지는 문항당 2쪽(교시당 4쪽), 초안 작성 용지는 교시당 4쪽입니다. 답안은 문항당 2쪽 이내로만 작성하십시오.**
- 각각의 문항에 대한 답안은 **해당 문항의 전용 답안지에만 작성하십시오.**
- 답안지 모든 면의 상단에 **컴퓨터용 사인펜을 사용하여** 성명과 수험 번호를 기재하고, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 해당란에 '●'로 표기하십시오. '●'로 표기한 부분을 수정하고자 할 경우에는 반드시 수정 테이프를 사용하십시오.

	1번 문항, 1번째 답안지 표기		1번 문항, 2번째 답안지 표기	
예시	문항 1 전용 답안지	쪽 번호 표기란	문항 1 전용 답안지	쪽 번호 표기란
		● ②		① ●

- 답안은 **지워지거나 번지지 않는 동일한 종류의 검은색 펜**을 사용하여 작성하십시오(**연필이나 사인펜 종류는 사용할 수 없음.**).
- 답안지에는 문항 내용을 일절 옮겨 적지 마시오. 단, 하위 문항이 있을 경우, 하위 문항의 번호(1-1, 1-2)를 답안지 앞부분에 쓰고 답안을 작성하십시오.
- 각 문항 답안 작성 후 **마지막 문장 뒤에는 반드시 '끝' 자를 쓰시오**(하위 문항이 있는 경우 각 하위 문항에도 '끝' 자를 쓰시오).
- 답안 초안 작성은 초안 작성 용지를 활용하십시오. **초안 작성 용지는 답안지로 인정하지 않습니다.**
- 답안지 교체가 필요한 경우에는 답안 작성 시간을 고려하기 바라며, 종료종이 올리면 답안을 일절 작성할 수 없습니다. **답안지 교체 후에는 교체 전 답안지를 폐답안지로 처리합니다.**
- 답안 수정 시 삭제하고자 하는 부분에 두 줄(=)을 그으시오.
- 다음에 해당하는 답안은 채점하지 않으니 유의하십시오.
  - 다른 문항의 답안지에 작성한 부분
  - 문항당 답안지 2쪽을 초과하여 작성한 부분
  - 답안 작성란 이외의 공간(뒷면 등)에 작성한 부분
  - 내용이 지워지거나 번지는 등 식별이 불가능한 부분
  - 수정 테이프나 수정액을 사용하여 수정한 부분
  - 개인 정보를 노출한 답안지 전체
  - 개인 정보를 암시하는 표시가 있는 답안지 전체
- 시험 종료 전까지 답안 작성을 완료해야 합니다. **시험 종료 후 답안 작성은 부정 행위로 간주됩니다.**
- 답안을 작성하지 않은 빈 답안지에도 성명, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 기재·표기한 후, 답안지 4쪽을 모두 제출하십시오.**

3. 1927년 데이비슨(C. Davisson)과 저머(L. Germer)는 니켈 결정에 전자빔을 입사시켰더니 X선을 입사시켰을 때 얻은 회절 무늬와 유사한 결과를 얻었고, 이로부터 전자가 파동의 성질을 가진다는 드브로이(de Broglie)의 이론을 검증할 수 있었다. 이 내용은 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정의 고등학교 물리 II ‘미시 세계와 양자 현상’ 영역에 포함되어 있다. <자료 1>은 A 교사가 이 내용을 지도하기 위해 준비한 수업 계획이며, <자료 2>는 <자료 1>을 바탕으로 수업을 진행한 후 A 교사가 동료 교사들과 나눈 수업에 대한 평가, <자료 3>은 정방구조 결정에서의 X선 회절과 관련된 내용이다. 【30점】

<자료 1>

**[수업 목표]**

데이비슨-저머 실험을 통하여 전자가 파동의 성질을 나타냄을 설명할 수 있다.

**[수업 방법]**

컴퓨터 모의실험, 귀추적(abductive) 사고, 순환학습 모형

**[교수·학습 활동]**

- (1) 탐색: 파동의 회절에 대한 컴퓨터 모의실험 → X선 회절 사진 관찰 → 데이비슨-저머 실험 결과 관찰 → 두 회절 무늬 비교를 통한 전자의 파동 성질 추론
- (2) 개념 소개: 드브로이의 물질파 이론 소개, 전자의 드브로이 파장 계산
- (3) 개념 적용: 물질파 이론을 적용하여 전자현미경의 원리를 설명

<자료 2>

A 교사: 학생들이 컴퓨터로 모의실험할 때까지는 좋아했는데, 모의실험이 끝나고 X선 회절이 나오면서부터는 학생들의 수업 참여도가 현저히 떨어져서 힘들었습니다. 또한, 수업 후 확인해 보니 대부분의 학생들이 전자가 횡파처럼 진동하며 움직인다고 생각하더군요.

이 교사: A 선생님의 수업 계획은 좋았습니다. 다만 수업 방법을 실제 수업에 적용할 때는 계획대로 되지 않는 부분이 있는데, 어떤 점에서 문제가 있고 그 이유가 무엇인지 함께 생각해 보면 다른 선생님들에게도 도움이 될 수 있을 겁니다.

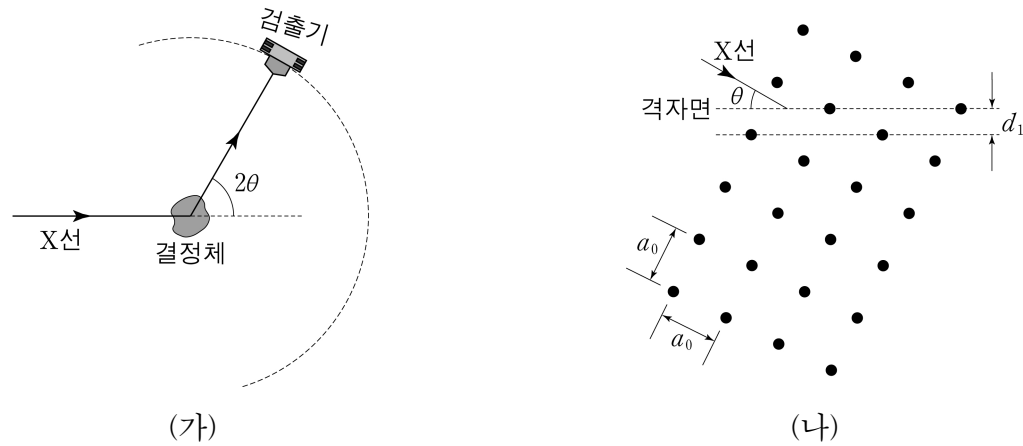
A 교사: 저는 학생들이 탐색 단계에서 귀추적 사고를 활용하여 전자의 파동 성질을 스스로 발견하기를 기대했습니다. 그런데 일부 학생들은 전혀 수업을 이해하지 못한 것 같아서 과연 이러한 접근이 옳았는지 반성이 되네요.

김 교사: 물질파 이론을 먼저 소개하는 대신, 학생들의 탐색 활동을 먼저 도입한 이 수업 접근은 바람직하다고 생각합니다. 다만, 물질의 이중성 개념 자체가 워낙 추상적이라 내용 이해가 어려웠을 수 있어요. 순환학습 모형을 확장하여, 참여-탐색-설명-정교화-평가로 구성되는 5E 모형으로 현재의 교수·학습 활동을 보완하면 어떨까요?

박 교사: 탐색 단계를 통해 학생들의 자기 주도적 활동을 유도하는 것은 좋은 시도입니다. 그런데, 개별 활동 위주로 진행된 이 수업을 다양한 수준의 학생들이 고루 섞이는 모둠 활동 위주로 바꾸면, 개념 이해뿐만 아니라 과학적 태도 함양에도 더 도움이 되는 수업이 될 것 같네요.

<자료 3>

그림 (가)는 파장  $\lambda$ 인 X선이 결정체에 입사하였을 때, 산란된 X선을 검출하는 것을 나타낸 모식도이다. 입사된 X선과 산란된 X선의 진행 방향이 이루는 각은  $2\theta$ 이다. 그림 (나)는 정방구조 결정체에서 파장  $\lambda$ 인 X선이 간격  $d_1$ 인 격자면에 각  $\theta$ 로 입사하는 것을 나타낸 것이다.  $\theta$ 는 X선 방향과 격자면 사이의 각이고  $a_0$ 은 격자상수이다.



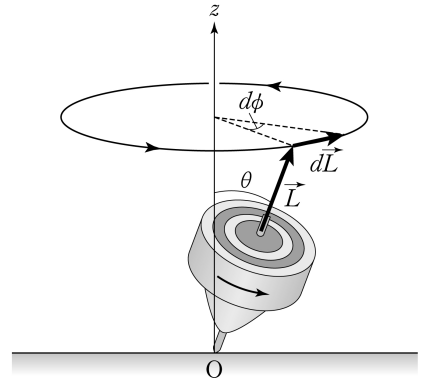
3-1. <자료 1>과 <자료 2>를 근거로 하여 A 교사의 의도대로 수업이 잘 진행되지 않은 부분과 그 원인을 <자료 1>의 3가지 수업 방법 측면에서 각각 논하시오. 또한, 김 교사의 제안에 따라 <자료 1>의 [교수·학습 활동]을 다시 작성하시오. 박 교사의 주장처럼 개별 활동을 모둠 활동으로 재구성할 때 기대되는 장점을 2가지 쓰고, 이에 대해 비고츠키(L. Vygotsky)의 이론(사회문화적 관점)을 바탕으로 설명하시오. [20점]

3-2. <자료 3>의 그림 (가)에서 간격이  $d$ 인 이웃한 두 결정면에 의한 X선 회절 무늬 세기가 1차 최대인 조건식을 유도하시오. 그림 (나)에서 결정체의  $a_0$ 과  $d_1$ 의 관계식을 구하고,  $\lambda = 0.1 \text{ nm}$ 인 X선을 사용하여  $\theta = 30^\circ$ 에서 1차 최대 회절 신호가 검출되었을 때  $a_0$ 을 구하시오. [10점]

4. 신체의 단층 촬영에 사용되는 자기공명영상(MRI) 장비는 스핀 각운동량의 세차운동을 기반으로 한다. <자료 1>은 중력장 속에서 자전하는 물체의 각운동량의 세차운동 각진동수를 구하는 방법을, <자료 2>는 균일한 자기장 속에 있는 수소( $^1\text{H}$ ) 원자핵의 스핀 각운동량의 세차운동을 <자료 1>과 같은 고전역학적 관점으로 나타낸 것이다.

<자료 1>

그림과 같이 점 O와 질량중심을 지나는 축을 회전축으로 하여 자전하는 질량  $m$ 인 물체의 각운동량  $\vec{L}$ 은 토크  $\vec{\tau}$ 를 받아  $z$ 축 둘레를 각진동수  $\omega_p$ 로 세차운동을 하게 되며, 이때  $\omega_p$ 는 다음과 같이 구할 수 있다. (단, 중력가속도는  $g$ 이고, O로부터 물체의 질량 중심까지의 위치 벡터는  $\vec{R}$ ,  $\theta$ 는  $z$ 축과  $\vec{L}$  사이의 각이다.)



[ $\omega_p$ 를 구하는 과정]

물체에 작용하는 토크는  $\vec{\tau} = \vec{R} \times (-mg\hat{z})$  이므로  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau} = \vec{R} \times (-mg\hat{z})$  ..... ①

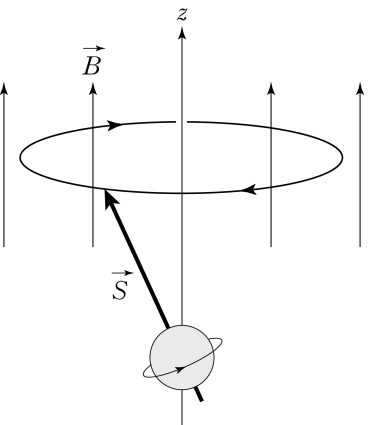
그림에서 시간 간격  $dt$  동안 세차운동에 의한  $\vec{L}$ 의 변화의 크기는  $|d\vec{L}| = L \sin \theta d\phi$  ..... ②

식 ①과 ②로부터  $\left| \frac{d\vec{L}}{dt} \right| = L \sin \theta \frac{d\phi}{dt} = |\vec{R} \times (-mg\hat{z})| = mgR \sin \theta$

따라서  $\vec{L}$ 의 세차운동의 각진동수  $\omega_p$ 는 다음과 같이 구해진다.  $\omega_p = \frac{d\phi}{dt} = \frac{mgR}{L}$

<자료 2>

그림은 자기쌍극자 모멘트  $\vec{\mu} = \gamma \vec{S}$ 인 수소( $^1\text{H}$ ) 원자핵의 스핀 각운동량  $\vec{S}$ 가 균일한 자기장  $\vec{B} = B_0 \hat{z}$  속에서  $z$ 축 둘레를 각진동수  $\omega_s$ 로 세차운동하는 것을 나타낸 것이다. (단,  $\gamma$ 는 자기회전비(gyromagnetic ratio)이다.)



<자료 1>에 제시된 것과 동일한 방법을 사용하여 <자료 2>에서  $\vec{S}$ 의 세차운동 각진동수  $\omega_s$ 를  $\gamma$ 를 포함하여 구하고, 수소 원자핵을 낮은 에너지 스핀상태(spin up 상태)에서 높은 에너지 스핀상태(spin down 상태)로 전이시키기 위한 전자기파의 각진동수  $\omega_f$ 를 구하여  $\omega_s$ 와 비교하시오. 또한, 균일한 자기장  $\vec{B} = B_0 \hat{z}$  속에 있는 물체(단위 부피당 수소원자의 개수  $N$ , 온도  $T$ )에서 수소원자들이 열평형상태의 분포를 이루고 있을 때, 볼츠만 분포를 이용하여 스핀-업(spin up) 상태, 스핀-다운(spin down) 상태인 단위 부피당 수소 원자핵의 개수  $n_+$ ,  $n_-$ 을 각각 구하고,  $\vec{B}$  방향의 알짜 자화(net magnetization)  $\vec{M}$ 의 크기를 구하시오. 【20점】

수고하셨습니다