

2011학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물 리

2차 시험	1교시	2문항 50점	시험 시간 120분
-------	-----	---------	------------

수험생 유의 사항

1. 문제지(초안 작성 용지 포함)와 답안지의 전체 면 수와 인쇄 상태를 확인하시오. **답안지는 문항당 2쪽(교시당 4쪽), 초안 작성 용지는 교시당 4쪽입니다. 답안은 문항당 2쪽 이내로만 작성하시오.**
2. 답안지 모든 면의 상단에 **컴퓨터용 사인펜을 사용**하여 성명과 수험 번호를 기재하고, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 해당란에 ‘●’로 표기하시오. ‘●’로 표기한 부분을 수정하고자 할 경우에는 반드시 수정 테이프를 사용하시오.
(예시) 1번 문항, 2번째 답안지 표기

문항 1 전용 답안지	쪽 번호 표기란
	① ●

3. 답안은 **지워지거나 번지지 않는 동일한 종류의 검정색 펜**을 사용하여 작성하시오(연필이나 사인펜 종류는 사용할 수 없음.).
4. 수학, 과학 과목 등 필요한 경우 답안지 가운데 선을 그어 좌우의 2단으로 나누어 답안을 작성해도 됩니다.
5. 답안지에는 문항 내용을 일절 옮겨 적지 마시오. 단, 하위 문항이 있을 경우, 하위 문항의 번호(1-1, 1-2)를 답안지 앞부분에 쓰고 답안을 작성하시오.
6. 각 문항 답안 작성 후 **마지막 문장 뒤에는 반드시 ‘끝’ 자를 쓰시오.**
7. 답안 초안 작성은 문제지의 맨 뒷부분에 있는 초안 작성 용지를 활용하시오.
8. 답안 수정 시 삭제하고자 하는 부분에 두 줄(=)을 그으시오.
9. **다음에 해당하는 답안은 채점하지 않으니 유의하시오.**
 - 문항당 답안지 2쪽을 초과하여 작성한 부분
 - 답안란 이외에(뒷면 등) 작성한 부분
 - 지워지거나 번지는 등 식별이 불가능한 부분
 - 수정 테이프나 수정액을 사용하여 수정한 부분
 - 답안란에 개인 정보를 노출한 답안지 전체
 - 답안란에 개인 정보를 암시하는 표시가 있는 답안지 전체
10. 시험 종료 전까지 답안 작성을 완료해야 합니다. 시험 종료 후 답안 작성은 부정 행위로 간주됩니다.
11. **답안을 작성하지 않은 빈 답안지도 성명, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 기재·표기한 후, 4쪽 모두 제출하시오.**

1. 다음은 <제7차 ‘물리 I’ 교육과정의 목표>와 어느 고등학교의 <‘물리 I’ 학습 내용>이다.

<제7차 ‘물리 I’ 교육과정의 목표>

- 가. 자연 현상의 탐구를 통하여 물리의 기본 개념을 이해하고, 실생활에 이를 적용한다.
- 나. 자연 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 실생활 문제 해결에 이를 활용한다.
- 다. 자연 현상과 물리 학습에 대하여 흥미와 호기심을 가진다.
- 라. 물리학이 기술의 발달과 생활에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

<‘물리 I’ 학습 내용>

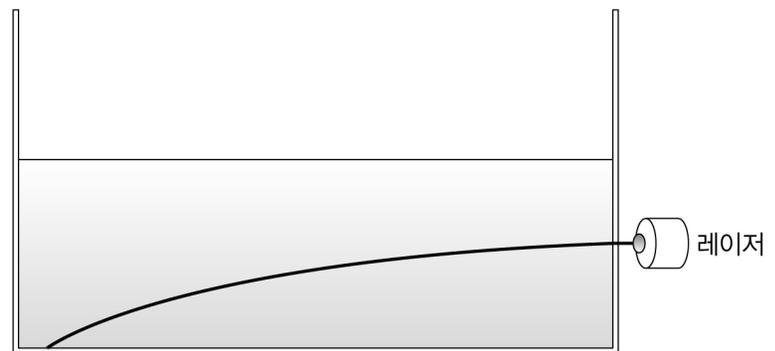
먼저 다음 [탐구] 활동을 통해 매질의 성질과 빛의 굴절에 대해 알아보자.

[탐구]

수조 바닥에 진한 설탕물을 넣고 그 위에 증류수를 가만히 부으면, 아래는 밀도가 높고 위로 갈수록 밀도가 낮은 설탕물이 된다. 이때 그림과 같이 레이저 빛을 비추어 보자. 레이저 빛은 어떻게 진행할까?

그림은 레이저 빛을 비추었을 때 빛이 굴절하는 현상을 나타낸 것이다.

설탕물의 밀도에 따라 빛의 속력이 달라지는 것을 이용하여 레이저 빛이 그림처럼 휘며 진행되는 이유를 설명해 보자.



위의 [탐구] 활동을 해 보면, 밀도가 연속적으로 변하는 매질을 빛이 지날 때 연속적으로 굴절하는 것을 관찰할 수 있다. 매질 1과 매질 2에서의 빛의 속력을 각각 v_1, v_2 라고 하면, 빛이 매질 1에서 매질 2로 입사할 때 입사각(θ_1)과 굴절각(θ_2)은 다음의 관계식을 만족한다.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

여기서 n_1, n_2 는 각각 매질 1과 매질 2의 절대 굴절률이다.

이 관계식을 이용하면 [탐구]에서 관찰한 레이저 빛이 휘며 진행되는 현상을 설명할 수 있다.

교사는 이 학습 내용을 바탕으로 <제7차 ‘물리 I’ 교육과정의 목표> 중 ‘물리의 기본 개념 이해’와 ‘자연 현상의 과학적 탐구 능력 신장’을 학습 목표로 하는 수업을 계획할 수 있다. 각 학습 목표별로 성취 정도를 평가하기 위한 평가 방법을 3개씩만 제시하고, 각 학습 목표별로 평가 방법을 1개 선택하여 위 학습 내용을 근거로 타당한 평가 문항(또는 도구)을 1개 개발하시오. 그리고 각 평가 문항(또는 도구)의 평가 목표와 정답을 서술하시오. (단, 서술형 또는 논술형 문항의 경우에는 채점기준을 제시하시오.) **【20점】**

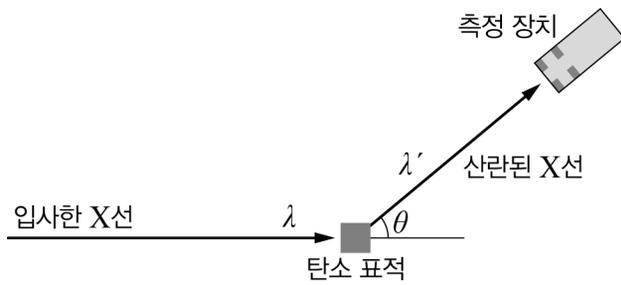
2. 다음은 콤프턴 산란에 대해 토론하고 있는 학생들의 대화 내용이다. 【30점】

영희: 빛의 이중성에 대한 과학사는 참 재미있어.

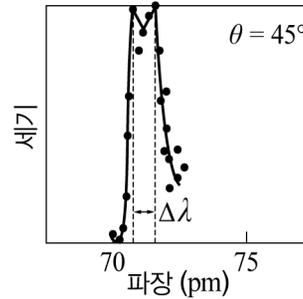
철수: 영과 프레넬 등의 빛의 간섭과 회절에 관한 연구 이후 맥스웰이 고전 전자기학을 완성하면서 대부분의 과학자들이 빛을 파동이라고 생각했지. 그런데 1905년에 아인슈타인이 광전 효과 실험을 해석하면서 빛이 입자라는 주장을 했어.

영희: 20세기 초반에 빛의 파동설과 입자설에 관한 많은 논란이 있었는데, 이와 관련하여 콤프턴이 중요한 실험을 했다면서?

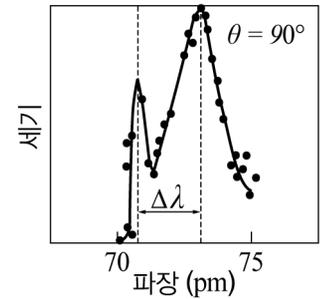
철수: 맞아. 1923년에 콤프턴은 [그림 1]과 같은 실험 장치를 이용하여 X선을 탄소 표적에 쏘아 여러 각도로 산란된 X선의 파장과 세기를 측정했어. 그는 [그림 2]와 같이 입사한 X선의 파장 λ 와 이보다 긴 파장 λ' 에서 X선의 세기가 극대가 되고, $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ 가 산란각에 따라 달라진다는 것을 발견했지.



[그림 1]



[그림 2]



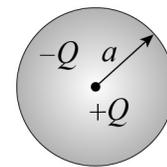
영희: 그런데 그게 빛의 파동설과 입자설에 관한 논란과 어떤 관련이 있지?

철수: 빛을 파동으로 보는 고전물리학으로는 설명할 수 없는 현상이었기 때문이지. 고전물리학에 의하면 X선은 전자기파이기 때문에 X선의 진동하는 전기장이 탄소 원자 안의 전자를 진동시키는데, 이때 전자의 진동에 의해 방출되는 전자기파의 진동수는 X선의 진동수와 같거든.

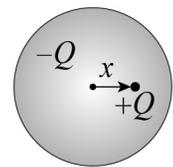
영희: 그래? 그럼 하나씩 알아보자. 우선 어떻게 탄소 원자의 전자가 진동할 수 있지?

철수: 콤프턴 당시의 원자모형은 아니지만, 이렇게 생각하면 도움이 될 거야.

탄소 원자를 [그림 3-1]과 같이 반지름이 a 인 공 모양의 균일한 전자구름이 점으로 된 전하량 $+Q$ 의 원자핵을 둘러싸고 있는 것으로 단순화하기로 해. 이제 [그림 3-2]와 같이 어떤 이유로 원자핵과 전자구름의 중심이 약간 어긋나면 서로 어떤 힘을 미치는지 알아볼까?



[그림 3-1]



[그림 3-2]

(가) 우선 전자구름의 중심으로부터 x 만큼 떨어진 곳의 전기장을 구해보자.

.....

따라서 전자구름과 원자핵 사이에 작용하는 힘의 크기는 x 에 비례하고 방향은 변위의 반대방향이므로 단진동이 일어나게 되지.

영희: 그러면 그 진동수는 X선의 진동수와 다를 수도 있지 않을까?

철수: 그렇지. 하지만 전자기파에 의해 전자가 운동하는 것은 역학 시간에 배운 강제진동과 같아. 변위에 비례하는 복원력과 속도에 비례하는 저항력, 그리고 주기적인 힘 $F_0 \sin \omega t$ 를 받아 움직이는 물체의 운동방정식은

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = F_0 \sin \omega t$$

가 되는데

(나) 이 방정식을 풀어서 알아보자.

.....

영희: 그러니까 진동자가 자신의 고유 진동수에 관계없이 외부 힘의 진동수로 진동하는 거네. 그런데 전자가 진동하면 왜 전자기파가 나오는 거지?

철수: 가속되는 전하는 전자기파를 방출하기 때문이지. 전자가 진동하면 원자는 진동하는 전기쌍극자처럼 행동하게 돼. 이때 각진동수 ω 로 진동하는 전기쌍극자로부터 r 만큼 떨어진 곳에 도달하는 전자기파 세기의 평균은

$$\left(\frac{\mu_0 p_0^2 \omega^4}{32\pi^2 c}\right) \frac{\sin^2 \varphi}{r^2}$$

가 돼. 여기에서 φ 는 전기쌍극자 모멘트의 방향과 \vec{r} 이 이루는 각이고, p_0 는 전기쌍극자 모멘트의 크기, μ_0 는 진공에서의 투자율, c 는 빛의 속도야. 이 식을 이용하면 맑은 날 하늘이 파랗게 보이는 것도 설명할 수 있어.

영희: 흔히들 '하늘이 파랗게 보이는 것은 공기에 의한 빛의 산란 때문'이라고 하는데, 내가 조금 더 설명해 볼게.

(다) 그 산란의 물리적 의미는

그리고 하늘이 파랗게 보이는 것은

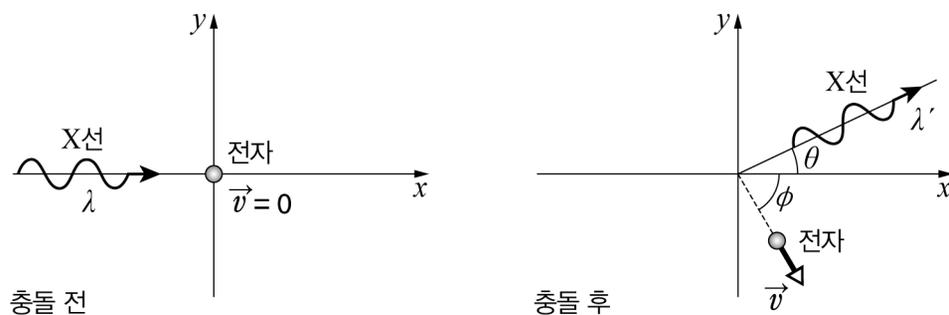
철수: 그러니까 빛을 전자기파로 취급해도 원자나 분자에 의한 빛의 산란을 설명할 수 있는 거야. 하지만 그것만으로는 [그림 2]와 같은 실험 결과를 설명할 수 없었지.

영희: 그러면 콤프턴은 자신의 실험을 어떻게 해석했지?

철수: 콤프턴은 아인슈타인의 광자 개념을 도입했어. 이에 의하면 파장이 λ 인 광자의 에너지는 $E=hc/\lambda$, 운동량은 $p=h/\lambda$ 지. 이것은 질량이 m 인 입자의 에너지-운동량 관계식 $E^2=(pc)^2+(mc^2)^2$ 과도 잘 맞아. 광자는 질량이 0인 입자이기 때문이지.

(라) [그림 4]와 같이 파장이 λ 인 광자가 정지해 있는 전자와 충돌하면 어떻게 되는지 알아보자.

.....



[그림 4]

이러한 결과로부터 콤프턴은 입사시킨 X선보다 긴 파장의 X선이 나올 수 있다는 것뿐만 아니라, 산란각 θ 와 $\Delta\lambda$ 의 관계까지도 설명할 수 있었어. 이후로도 여러 실험 결과들이 발표되었지만 결과적으로 빛의 이중성은 양자역학을 통해 새롭게 해석되었지.

2-1. 이 대화에서 (가)~(라)에 들어갈 내용을 적절한 수식이나 물리 개념 등을 사용하여 완성하시오. [20점]

2-2. 이 대화 내용을 참고로 콤프턴 산란이 물리학의 변화에 미친 영향을 라카토스(I. Lakatos)의 연구프로그램과 쿤(T. Kuhn)의 과학 혁명 관점에서 각각 설명하시오. [10점]

수고하셨습니다