

2016학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

# 물 리

수험 번호 : (                    )

성 명 : (                    )

제1차 시험	3 교시 전공 B	8문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	---------	-----------

- 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하십시오.
- 모든 문항에는 배점이 표시되어 있습니다.

1. 다음은 ‘전자기 유도’ 실험 수업의 도입부에 교사가 제시한 <안내>와 수업에서 사용한 <실험 활동지>이다. 이 실험에서 교사는 학생이 ‘자석의 세기가 클수록 유도 전류의 세기는 크다.’라는 결론을 내릴 수 있기를 기대한다.

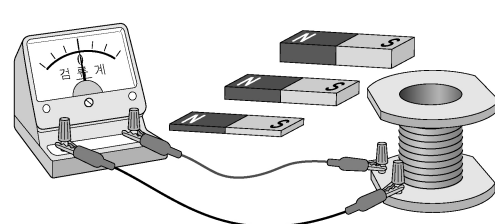
—<안 내>—

교사: 오늘은 실험을 먼저 해 보고 그 결과에 대해 토론할 거예요. 선생님이 각 모듈의 실험대에 실험 장치를 두었어요. <실험 활동지>를 잘 읽고 실험하세요.

—<실험 활동지>—

**[실험 제목]**  
전자기 유도

**[실험 과정]**  
(1) 솔레노이드 속으로 막대 자석을 넣었다 빼면서 검류계 바늘의 움직임을 관찰한다.



(2) 검류계의 바늘이 가리키는 최대 눈금을 관찰하여 **[관찰 결과]**의 표에 기록한다.

(3) 막대 자석의 세기를 달리하여 과정 (1), (2)를 반복한다.

(4) 관찰 결과에서 자석의 세기와 유도 전류의 세기 사이의 관계에 대한 규칙성을 찾아 결론을 도출하여 적는다.

※ 주의 사항  
㉠ 매번 자석을 움직이는 속력은 일정하게 유지한다.

**[관찰 결과]** 검류계의 최대 눈금( $\mu\text{A}$ )

실험 차수 자석의 세기	1차	2차	3차	4차	5차	평균
1배						
2배						
3배						

**[결 론]**  
\_\_\_\_\_

밑줄 친 ㉠이 나타내는 탐구 과정 기능을 쓰시오. 또한 이 실험에서 교사는 학생들에게 어떤 과학적 사고 방법을 사용하도록 하는지 근거와 함께 서술하고, 이 과학적 사고 방법이 과학 지식의 구성에서 갖는 한계점을 1가지 서술하십시오. [4점]

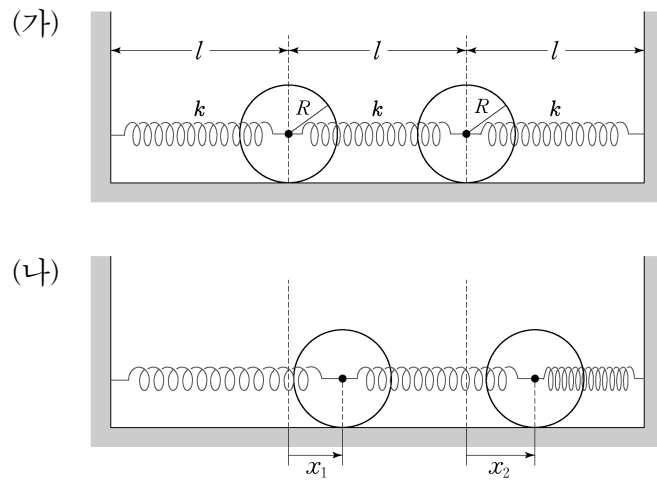
2. 다음은 과학사의 한 사례를 요약한 것이다.

19세기 물리학자들은 빛을 물결과와 같은 파동으로 보고 여러 종류의 빛을 파장에 따라 구분하였다. 그리고 물결파의 파동이 물을 통해 전달되듯이 빛이 파동이라면 빛을 전달하는 매질이 있을 것이라 예측하였고 이를 에테르라 불렀다. 그래서 이 시기 물리학의 가장 중요한 주제 중 하나는 에테르의 성질과 구조를 알아내는 것이었다. ㉠ 많은 물리학자들이 측정 자료를 이용하여 에테르의 비중과 같은 다양한 물리량을 계산하였고, 이렇게 얻은 에테르의 성질은 백과사전에 기록되었다. 맥스웰(J. Maxwell)은 패러데이(M. Faraday)의 실험 결과를 설명할 때 에테르의 탄성을 활용하였다. 한편 1887년 마이컬슨·몰리(Michelson-Morley)는 에테르 속에서 움직이는 지구의 절대 속도를 측정하는 실험을 하였다. 실험 설계의 기본 생각은 빛을 지구의 운동 방향과 운동 방향의 수직 방향으로 각각 쏘아 되돌아오게 하여 둘의 경로차에 의해 생기는 간섭 무늬를 관찰하여 그로부터 에테르에서 움직이는 지구의 속력을 계산하고자 한 것이었다. 그러나 마이컬슨·몰리는 여러 차례의 실험에도 불구하고 경로차로 인한 간섭 무늬를 발견할 수 없었다.

이후 다른 많은 과학자들이 실험을 하였으나 에테르의 존재를 증명하지 못했고, 푸앵카레(H. Poincaré)는 어떤 실험으로도 에테르를 발견하는 것은 불가능하다고 선언하며 에테르의 존재를 의심하였다. 그런데 1905년 아인슈타인(A. Einstein)은 에테르의 존재가 필요 없는 상대성 이론을 발표하였다. 그는 맥스웰의 식에 기초하여 전자기 유도에서 유도되는 전류는 자성체와 도체의 상대적 움직임에 의존할 뿐 절대 속력의 도입은 필요없다는 결론을 내렸다. 아인슈타인의 상대성 이론은 에테르를 필요로 하였던 뉴턴 역학의 절대 시공간 개념을 상대 시공간 개념으로 대체하는 이론으로 물리학자 사회에서 받아들여졌다. 이후 ㉡ 물리학자들은 상대성 이론이 예측하는 중력장에 의해 휘는 빛, 빛의 중력 적색편이, 수성의 근일점 이동 등을 확인하였다.

쿤(T. Kuhn)이 제시한 과학혁명 이론의 발달 단계 중 이 사례에 나타난 단계들을 제시하고 각 단계에 해당하는 내용을 찾아 서술하시오. 또한 쿤의 관점에서 밑줄 친 ㉠과 ㉡이 공통적으로 과학 지식 발달에 미친 영향을 설명하시오. [4점]

3. 그림 (가)는 질량  $m$ , 반지름  $R$ 인 균일한 두 원판이 용수철 상수가  $k$ 로 동일한 세 용수철에 수평으로 연결되어 수평면에서 평형 상태에 있는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 두 원판이 평형 상태에서부터 각각의 변위  $x_1, x_2$ 만큼 이동한 모습을 나타낸 것이다.



원판이 수평면에서 미끄러짐 없이 구르며 운동할 때, 이 계의 라그랑지안  $L$ 을  $x_1, x_2$ 와 각각의 속도  $\dot{x}_1, \dot{x}_2$ 로 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 이 계의 정상 모드 진동수(normal mode frequency)  $\omega_1, \omega_2$ 를 쓰시오. (단,  $l$ 은 용수철이 늘어나지도 줄어들지도 않은 상태의 길이이다. 원판의 중심을 지나고 원판 면에 수직으로 통과하는 축에 대한 원판의 관성 모멘트는  $I = \frac{1}{2} mR^2$ 이고 용수철의 질량은 무시한다.) [4점]

4. 그림은 실험실 좌표계에서 볼 때 정지질량  $m$ 인 입자 A가 속력  $\frac{2\sqrt{6}}{5}c$ 로 정지해 있는 정지질량  $m$ 인 입자 B와 충돌하여 새로운 정지질량  $M$ 인 입자 C가 생성되어 움직이는 모습을 나타낸 것이다. C가 생성된 후 소멸할 때까지 실험실 좌표계에서 측정한 C의 수명은  $\tau_{\text{lab}}$ 이고 C와 함께 움직이는 좌표계에서 측정한 수명은  $\tau_0$ 이다. 충돌 전후에 상대론적 총에너지와 상대론적 운동량은 보존된다.



$\frac{M}{m}$ 과  $\frac{\tau_{\text{lab}}}{\tau_0}$ 을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 실험실 좌표계는 관측자가 실험 장치와 함께 정지 상태에 있도록 잡은 좌표계이다. 로렌츠 인자가  $\gamma$ 일 때, 상대론적 총에너지는  $E = \gamma mc^2$ 이고, 상대론적 운동량은  $p = \gamma mv$ 이다.  $c$ 는 빛의 속력이다.) [4점]

5.  $N$ 개의 동일한 1차원 단순 조화 진동자로 이루어진 계가 있다. 진동자들은 1차원 격자에 고정되어 서로 독립적이고 서로 상호 작용을 하지 않는다. 계를 이루는 진동자 1개의 허용 가능한 에너지는

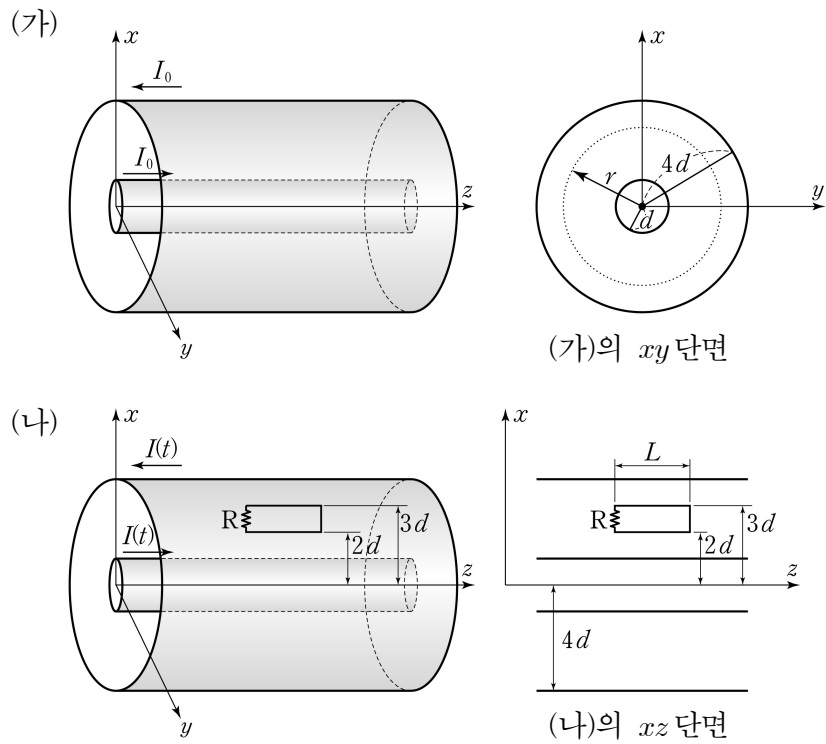
$$\varepsilon_n = (2n+1)\varepsilon_0, \quad n=0, 1, 2, \dots$$

이다. 계는 절대 온도가  $T$ 인 열원과 평형 상태에 있다.

계를 이루는 진동자 1개의 분배함수  $Z_1$ 과 계의 평균 에너지  $U$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 고온( $k_B T \gg \varepsilon_0$ )에서의 근사값  $U_{\text{고온}}$ 을 쓰시오. (단,  $\varepsilon_0$ 은 양의 상수이고,  $k_B$ 는 볼츠만 상수이며,  $\beta = \frac{1}{k_B T}$ 이다.  $x \ll 1$ 일 때  $e^x \approx 1+x$ 를 이용하시오.)

[4점]

6. 그림 (가)는 반지름이 각각  $d, 4d$ 인 원통 껍질로 이루어진 무한히 긴 동축 도선을 나타낸 것이다. 원통의 축은  $z$ 축과 같으며, 내부와 외부의 껍질에는 일정한 전류  $I_0$ 이 서로 반대 방향으로 흐르고 있다. 그림 (나)는 저항  $R$ 가 연결된 길이가  $L$ 이고 폭이  $d$ 인 직사각형 회로가 (가)의 두 껍질 사이  $xz$  평면에 고정되어 있는 모습을 나타낸 것이다.



(가)에서 두 껍질 사이 원통 축으로부터의 거리  $r$  ( $d < r < 4d$ )에서의 자기장 세기  $B(r)$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 (나)에서 각 껍질에 흐르는 전류의 세기가 시간  $t$ 에 따라  $I(t) = I_0(1+at)$ 로 변할 때  $R$  양단의 전위차를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 껍질 사이 공간의 투자율은  $\mu_0$ 이다.  $a$ 는 상수이고  $I(t)$ 는 천천히 변하여 변위전류는 무시한다.) [5점]

7. 진공에서  $\hat{x}$  방향으로 진동하는 자기장이 다음과 같다.

$$\vec{B}(z, t) = B_0 [\cos(kz + \omega t) + \cos(kz - \omega t)] \hat{x} = 2B_0 \cos(kz) \cos(\omega t) \hat{x}$$

맥스웰 방정식을 사용하여 전기장  $\vec{E}$ 와 포인팅(Poynting) 벡터  $\vec{S}$ 를 각각 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 포인팅 벡터의 한 주기 동안 시간 평균값  $\langle \vec{S} \rangle_t$ 를 구하고, 그 값의 물리적 의미를 설명하시오. (단,  $B_0$ 은 상수이며 진공의 유전율과 투자율은 각각  $\epsilon_0$ 과  $\mu_0$ 이고 빛의 속력은  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ 이다.) [5점]

8. 다음은 고등학교 물리 II '양자 물리' 수업에 대한 학생들의 반응이다. 양자 역학 개념 학습 과정을 물리 학습 이론 관점에서 <작성 방법>에 따라 논하시오. [10점]

교 사: '운동과 에너지' 단원에서 배웠던 단진동에서 입자가 어떻게 움직였는지 생각해 봅시다. ... (중략) ... 파동함수의 절댓값을 제공한 값은 입자가 존재할 확률을 알려 줍니다. ... (중략) ... 터널 효과에서 퍼텐셜에너지  $V_0$ 보다 작은 에너지  $E$ 를 가진 입자가 접근할 때 그 입자에 대응하는 파의 일부가 반사되고 나머지는 투과된다는 것을 배웠어요. 입자가 넘을 수 없는 퍼텐셜 장벽을 통과한 것이죠. 오늘 수업에서 배운 내용에 대해 여러분의 생각을 얘기해 봅시다.

학생 A: 단진동이 단순히 용수철에 매달린 입자의 운동만을 설명하는 것이라 생각하였는데, 양자 역학의 다양한 현상도 설명할 수 있다는 것을 배웠어요. 이미 알고 있는 고전 역학의 내용과 연관 지어 생각하니 양자 역학의 내용을 공부하는 데 어려움이 없었어요. 특히 확률밀도로 해석할 수 있다는 것은 지금까지 제가 알고 있던 파동함수의 의미를 새롭게 해석해 주는 것이라 인상적이었어요.

학생 B: 파동함수의 확률밀도는 입자가 특정 위치에 있을 확률이라는 것을 알았어요. 그것을 고전 역학에서 보면 무한 퍼텐셜 우물에서 입자가 발견될 확률은 어느 곳에서나 같다는 것은 충분히 이해가 되었어요. 하지만 양자 역학에서는 입자가 발견될 확률이 위치에 따라 다르다는 것이 이해하기 어려워요. 왜냐하면 서로 같은 퍼텐셜 우물 상황인데, 고전 역학과 양자 역학이 서로 다른 결과가 나오는 것은 받아들이기 어렵네요.

학생 C: 저는 입자가 파동적 성질을 가진다는 것을 처음에는 받아들이기 어려웠어요. 그러나 양자 역학이 발전하여 이미 다양한 분야에서 적용되고 있고 특히 양자 역학의 터널 효과가 주사터널현미경 실험에 적용되어 쓰이고 있잖아요. 즉, 입자가 퍼텐셜 장벽 너머에서 발견될 확률밀도가 있다는 것을 증명한 것이잖아요. 양자 역학은 유용한 것이고, 미시 세계의 입자가 파동인지 아닌지는 중요하지 않다고 이해했어요. 그래서 양자 역학에서 파동함수로 입자의 운동을 설명하는 것을 받아들일 수 있었어요.

학생 D: 슈뢰딩거 방정식을 풀어 해석한 터널 효과를 수학적 으로는 이해했어요. 입자가 퍼텐셜 장벽 너머에서 발견될 확률밀도가 있다는 것이잖아요. 하지만 입자가 통과할 수 없는 퍼텐셜 장벽을 통과하였다는 것을 믿을 수가 없어요. 입자가 파동적 성질을 가진다는 것은 받아들이기 어렵네요.

<작성 방법>

- 오수벨(D. Ausubel)의 '유의미학습'의 '잠재적 유의미가'를 설명하고, 이 관점에서 학생 A와 B의 학습을 비교 분석하여 서술하고, 이를 근거로 학생 A와 B 중 추가적인 학습 과제가 필요한 학생에게 줄 구체적인 학습 과제를 제시할 것.
- '인지 갈등과 개념 변화'에서 '인지 갈등'을 설명하고, 이 관점에서 학생 C와 D의 학습을 비교 분석하여 서술하고, 이를 근거로 개념 변화가 일어나기 어려웠던 이유를 제시할 것.
- 서론에는 물리 개념 학습에서 교사가 학생의 사전 개념을 고려해야 하는 이유를 포함할 것.
- 서론, 본론, 결론의 형식을 갖출 것.

<수고하셨습니다.>