

2015학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

물 리

수험 번호 : () 성 명 : ()

제1차 시험	3 교시 전공B	6문항 40점	시험 시간 90분
--------	----------	---------	-----------

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

서술형 [1~4]

1. 다음 <보기 1>은 학생의 물리 탐구 능력을 평가하기 위한 [문제]와 이에 대한 학생들의 [답안]이고, <보기 2>는 이 탐구 문제에 대한 교사들의 대화 내용이다.

— <보기 1> —

[문 제]
 두발 자전거를 받침대 없이 세우면 금방 쓰러지지만, 자전거를 굴리면 사람이 타지 않아도 금방 쓰러지지 않고 긴 거리를 굴러간다. ‘달리는 자전거는 왜 잘 쓰러지지 않을까?’라는 의문을 설명할 수 있는 가설을 세우시오.

[답 안]
학생 A: 자전거가 달리고 있기 때문에 쓰러지지 않는다.
학생 B: 자전거가 달릴 때 관찰할 수 없는 어떤 힘이 중력과 반대 방향으로 작용하기 때문에 쓰러지지 않는다.
학생 C: 자전거가 달리는 동안 바퀴의 각운동량이 보존되기 때문에 쓰러지지 않는다.

— <보기 2> —

김 교사: 학생들의 물리 탐구 능력을 평가하려고 이 문제를 냈는데, 학생 A와 학생 B처럼 답을 쓰는 학생들이 많았어요.

박 교사: 자기 나름대로 생각하고 주장한 것을 과학적 관점에서 틀렸다고 단정 짓는 것은 바람직하지 않지만, 그래도 주어진 의문 현상에 대한 과학적 가설로는 타당하지 않은 답안이죠.

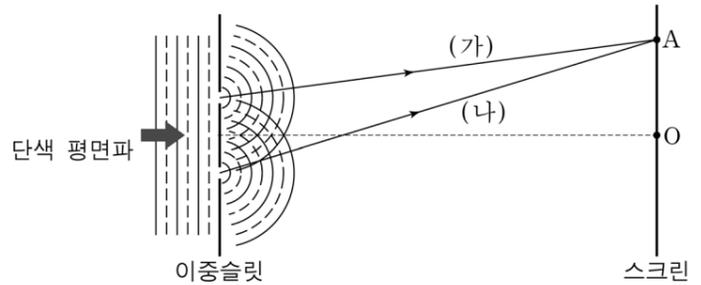
최 교사: 그런데 달리는 자전거가 잘 쓰러지지 않는 정확한 이유가 뭐죠? 제가 알기로는 이에 대한 확실한 해답이 알려져 있지 않거든요. 차라리 ‘회전하는 팽이는 왜 잘 쓰러지지 않는가?’처럼 해답이 있는 문제를 탐구하게 하는 것이 바람직하지 않나요?

김 교사: 최 선생님 말씀이 옳지만, 해답이 아직 알려져 있지 않은 문제도 탐구 문제로 의미 있다고 생각합니다. 학생들이 접하는 일상생활의 문제 중에는 교사나 과학자도 해답을 모르는 것이 많기 때문이죠.

박 교사: 두 분이 강조하시는 탐구는 마치 쿤(T. Kuhn)의 과학혁명 이론에서 설명하는 과학자들의 탐구 활동의 두 가지 양상과 비슷하네요. 김 선생님이 강조하는 탐구가 ㉠ 과학의 위기 단계에서 기존 패러다임을 따르지 않는 문제 풀이 활동과 유사하다면, 최 선생님이 강조하는 탐구는 () ㉡ 활동과 유사하군요.

<보기 1>에 제시된 학생의 [답안] 중 학생 A와 학생 B의 가설이 문제 현상을 설명하려는 가설로서 타당하지 않은 이유를 각각 쓰고, 이를 근거로 학생 C의 가설이 타당한지 여부와 그 이유를 설명하십시오. 또한 <보기 2>에서 ㉠의 내용에 대응되도록 괄호 안의 ㉡에 들어갈 내용을 쓰시오. [5점]

2. 그림은 진공에 놓여 있는 영(T. Young)의 이중슬릿 간섭계를 나타낸 것이다. 점 O는 두 슬릿으로부터 거리가 같은 스크린 상의 한 점이다. 파장 λ_0 인 단색 평면파를 이중슬릿에 수직으로 비추었더니 O로부터 세 번째 어두운 간섭무늬가 A 지점에 생겼다. 이 간섭계를 굴절률 n 인 새로운 매질에 놓았더니 파장은 λ 로 변하였고, A 지점에는 O로부터 네 번째 어두운 무늬가 생겼다.



λ 와 λ_0 의 관계식을 쓰고, 새로운 매질에서의 네 번째 어두운 간섭무늬에 대한 (가)와 (나) 사이의 광경로차 Δ 를 쓰시오. 또한 n 값을 풀이 과정과 함께 구하십시오. [5점]

3. 균일한 자기장 \vec{B} 에 놓여 있는 어느 입자의 해밀토니안이

$$H = -\mu \vec{S} \cdot \vec{B}$$

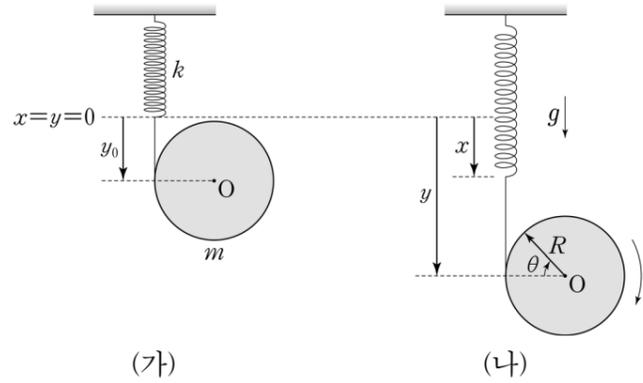
로 주어진다. μ 는 자기모멘트의 단위를 갖는 양의 상수이고, $\vec{S} = (S_x, S_y, S_z)$ 는

$$S_x = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -i \\ 0 & i & 0 \end{pmatrix}, S_y = \begin{pmatrix} 0 & 0 & i \\ 0 & 0 & 0 \\ -i & 0 & 0 \end{pmatrix}, S_z = \begin{pmatrix} 0 & -i & 0 \\ i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

로 표현된다.

자기장의 방향을 z 축으로 할 때, H 에 대해 바닥상태 에너지를 갖는 규격화된 고유벡터를 구하고, 첫 번째 들뜬상태에서 바닥상태로 전이할 때 방출되는 전자기파의 파장을 쓰시오. 또한 상태벡터 $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 \\ i \\ 1 \end{pmatrix}$ 의 에너지 기댓값을 풀이 과정과 함께 구하시오. [5점]

4. 그림 (가)는 원반에 감긴 끈의 끝에 용수철상수 k 인 용수철을 연결하여 천장에 매단 것을 나타낸 것이다. 이때 용수철은 늘어나지도 줄어들지도 않은 상태이고 원반은 정지해 있다. 그림 (나)는 시간 $t=0$ 에서 원반을 가만히 놓아 끈이 풀리면서 용수철과 원반이 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 원반의 질량은 m , 반지름은 R 이고, 원반의 중심 O 와 용수철은 연직 방향으로만 움직인다. 용수철의 변위 x , 원반의 변위 y , 원반의 각변위 θ 는 $y = x + R\theta + y_0$ 의 관계식을 만족하며, y_0 는 상수이다.



이 계의 라그랑지안 L 을 쓰고, 끈에 걸리는 장력의 최댓값 kx_{\max} 를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 원반의 병진가속도를 시간 t 의 함수로 풀이 과정과 함께 나타내시오. (단, 용수철의 질량은 무시하고, 원반의 중심을 원반 면에 수직으로 지나는 회전축에 대한 원반의 관성모멘트는 $\frac{1}{2}mR^2$ 이며, 중력 퍼텐셜에너지가 0인 기준점은 $y=0$ 이다.) [5점]

논술형 [1~2]

1. <자료 1>은 고등학생을 대상으로 일반상대성 이론을 지도하기 위해 박 교사가 세운 수업 계획의 일부이다. <자료 2>는 일반상대성 이론의 기본 원리를 도출하기 위한 사고 실험을 요약한 것이다.

— <자료 1> —

[학습 목표] 중력렌즈 효과를 일반상대성 이론으로 설명할 수 있다.

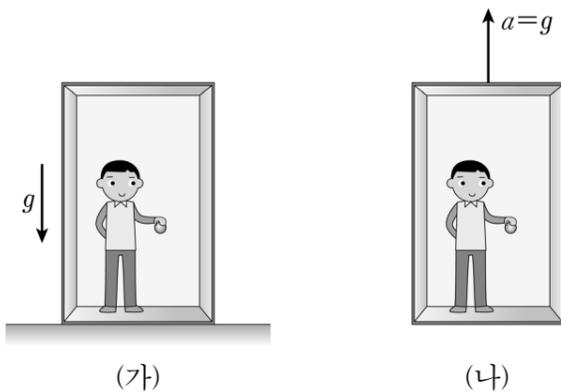
[교수·학습 활동]

- 중력렌즈 효과를 나타내는 천체 사진을 보여 주며 의문 유발
- [사고 실험 1]로부터 등가원리 소개
- [사고 실험 1]과 [사고 실험 2]로부터 빛이 중력장에서 휘어짐을 추론
- 중력렌즈 효과를 일반상대성 이론으로 설명

— <자료 2> —

[사고 실험 1]

그림 (가)에서 관찰자가 탄 엘리베이터는 중력가속도가 g 인 지구의 균일한 중력장에서 정지해 있다. 여기서 들고 있던 공을 가만히 놓아 공이 바닥으로 떨어지는 ㉠ 가속도를 측정한다. 그림 (나)에서 관찰자가 탄 엘리베이터는 중력이 미치지 않는 우주 공간에서 일정한 가속도 g 로 위로 가속되고 있다. 마찬가지로 동일한 공을 가만히 놓아 공이 바닥으로 떨어지는 ㉡ 가속도를 측정한다.

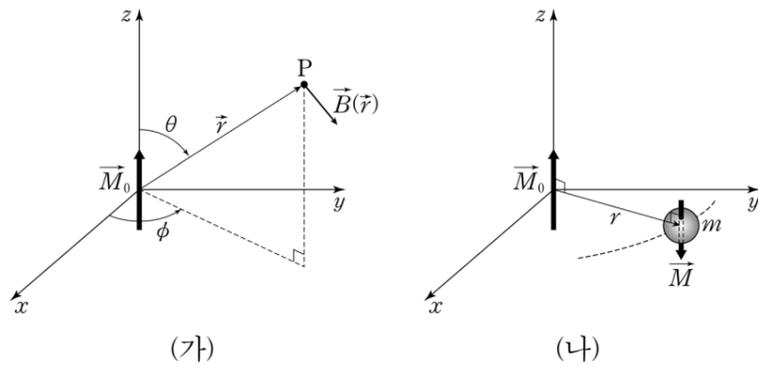


[사고 실험 2]

그림 (가)와 (나)의 상황에서 각각 관찰자가 레이저 광선을 바닥과 평행하게 발사하면서 그 경로를 조사한다.

박 교사의 [교수·학습 활동]은 어떤 유형의 과학적 추론 과정을 따르고 있는지 <자료 1>과 <자료 2>의 내용을 근거로 설명하고, 사고 실험이 물리 교수·학습에서 갖는 교육적 의의를 상대성 이론 수업과 관련하여 한 가지만 쓰시오. 또한 [사고 실험 1]에서 뉴턴의 운동 법칙으로부터 중력질량 m_g 와 관성질량 m_i 를 써서 ㉠을 구하고, 이 결과를 ㉡과 비교하여 등가원리를 설명하시오. 그리고 [사고 실험 2]의 결과가 고전역학과 일반상대성 이론에 따라 어떻게 다르게 예측되는지 쓰고, 그러한 현상이 나타나는 이유를 등가원리에 근거하여 설명하시오. [10점]

2. 그림 (가)는 좌표의 원점에 고정되어 z 축 방향으로 놓인 자기쌍극자 모멘트 \vec{M}_0 에 의한 임의의 점 P에서의 자기장 $\vec{B}(\vec{r})$ 를 나타낸 것이다. \vec{M}_0 에 의한 자기장은 $\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} [3(\vec{M}_0 \cdot \hat{e}_r)\hat{e}_r - \vec{M}_0]$ 이고, \hat{e}_r 은 지름 방향의 단위벡터이다. 그림 (나)는 이 \vec{M}_0 이 만드는 자기장에서 질량 m , 자기쌍극자모멘트 \vec{M} 인 입자가 xy 평면 상에서 운동하는 모습을 나타낸 것이다. \vec{M} 과 \vec{M}_0 의 방향은 서로 반대이다.



<보기>는 그림 (나)의 상황에 대해 학생 A와 학생 B가 나눈 대화 내용이다.

< 보 기 >

학생 A: \vec{M}_0 으로부터 거리 r 에서 \vec{M} 의 퍼텐셜 에너지 $V = -\vec{M} \cdot \vec{B}$ 를 구하면 (㉠)이 되고, 이 입자에 작용하는 힘 \vec{F} 를 구하면 (㉡)이 되겠군.

학생 B: 그래! 그리고 이 입자의 각운동량 L 은 보존되니, 이 입자의 에너지는 $E = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 + U_{\text{eff}}(r)$ 로 쓸 수 있어. 여기서 유효 퍼텐셜에너지 $U_{\text{eff}}(r)$ 를 구하면 (㉢)이야.

학생 A: 이 경우에 운동 궤도는 어떤 모양일까? 이 입자가 원운동을 할 수 있는 조건이 있을까?

학생 B: 있긴 있어. 만약 이 입자가 원운동을 한다면 그때의 반지름 R 는 (㉣)이야.

학생 A: 그럼 이 원 궤도가 안정적일까?

학생 B: 아니, 이 궤도는 불안정해.

괄호 안의 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣에 해당하는 내용을 풀이 과정을 포함하여 순서대로 쓰시오. 또한 이 입자의 원 궤도가 불안정한 이유에 대해 $U_{\text{eff}}(r)$ 의 그래프를 개략적으로 그려 설명하시오. (단, 전자기파 발생과 중력 효과는 무시한다.) [10점]

<수고하셨습니다.>