

2012학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물 리

2차 시험	2교시	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.

	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 ●

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**(하위 문항이 있는 경우 각 하위 문항에도 '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
 - 개인 정보를 노출한 답안지 전체
 - 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.**

3. 물리교육에서는 추상적인 물리 개념을 좀 더 쉽게 설명하기 위해 비유(analogy)가 많이 사용된다. 다음의 <자료 1>은 어느 물리 교재에 제시된 비유를, <자료 2>는 비유물(analog 또는 source)의 조건과 비유의 한계를, <자료 3>은 두 물리계를 기술한 것이다. 【30점】

<자료 1>

“도선에 흐르는 전류는 철로 된 실뭉치로 가득 채워져 있는 파이프 속을 흐르는 물에 비유할 수 있다. 파이프 속을 흐르는 물 분자들이 철로 된 실뭉치에 부딪히면서 흐르게 되면 실뭉치가 들어있지 않은 파이프 속을 흐르는 경우보다 유속이 더 느린 것과 같이, 도선에 흐르는 전자들은 도선의 원자들과 충돌하여 유동 속도(drift velocity)를 가지고 느리게 흐른다.”

<자료 2>

<비유물의 조건>

- 첫째, 학습자에게 친숙해야 한다.
- 둘째, 비유물 자체가 학생들에게 이해될 수 있어야 한다.
- 셋째, 목표물(target)과의 대응 관계가 명확하고 목표물에 대한 설명 가능성이 높아야 한다.

<비유의 한계>

- 첫째, 비유물의 친숙함이 필요조건이긴 하지만 충분조건은 되지 못한다.
- 둘째, 비유물과 목표물의 모든 요소들이 일대일 대응관계를 가지는 것은 아니다.
- 셋째, 비유를 잘못 사용하면 오개념으로 이끌 수도 있다.

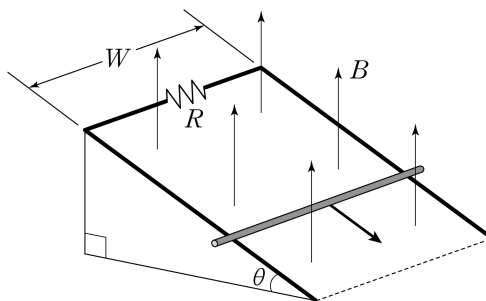
<자료 3>

물체의 속도에 비례하는 저항력을 받으며 연직으로 낙하하는 질량 m 인 물체의 운동방정식은 다음과 같다.

$$m \frac{dv}{dt} = mg - bv \quad \dots\dots \text{[식 1]}$$

여기서 $b(>0)$ 는 저항력과 속도 사이의 비례상수이다. 물체의 종단속력 $v_T = \frac{mg}{b}$ 는 이 식으로부터 쉽게 얻을 수 있다.

그림은 균일한 자기장 B 속에서, 경사각 θ 의 비탈면 위에 놓인 \square 자 모양의 도체 레일 위를 질량 m 인 금속 막대가 미끄러져 내려오는 것을 나타낸 것이다. 자기장의 방향은 연직 위 방향이고 레일의 폭은 W 이다. R 이외의 전기저항과 공기의 저항 및 모든 마찰은 무시한다.



3-1. 비유 추론(analogical reasoning)을 통해 <자료 1>에서 비유 관계를 형성하는 요소들을 모두 찾아 대응시키고, 이 비유의 적절성을 <자료 2>에 제시된 ‘비유물의 조건’과 ‘비유의 한계’의 관점에서 논하시오. 【20점】

3-2. <자료 3>의 그림에 나타낸 계에서 사각형 회로를 통과하는 자기력선속(magnetic flux)을 금속 막대가 이동한 거리의 함수로 쓰고, 이로부터 유도전류를 구한 다음, 금속 막대에 대해 [식 1]과 유사한 운동방정식을 세워 금속 막대가 종단속력에 도달했을 때의 전류를 계산하시오. 또한 이때 금속 막대의 중력 퍼텐셜에너지의 시간변화율과 저항에서의 소모 전력을 서로 관련지어 논하시오. 【10점】

4. 자연에서 관찰되는 많은 진동 현상은 단조화 진동으로 단순화하여 이해할 수 있다. <자료 1>은 단조화 진동자의 고유함수와 고유에너지를 구하는 과정의 일부를, <자료 2>는 중력장에서의 진자 운동을 나타낸 것이다.

<자료 1>

1차원 단조화 진동을 하는 질량 m 인 입자의 해밀토니안은 $H_0 = T + V = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ 이며, x 와 p 의 선형 결합인 두 연산자

$$a = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}} x + i \frac{p}{\sqrt{2m\omega\hbar}}$$

$$a^\dagger = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}} x - i \frac{p}{\sqrt{2m\omega\hbar}}$$

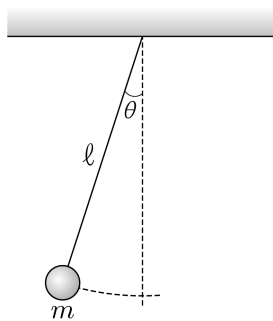
는 H_0 의 규격화된 고유함수 ψ_n 에 대해 다음 관계를 만족한다.

$$\left. \begin{aligned} a\psi_n &= \sqrt{n}\psi_{n-1} \\ a^\dagger\psi_n &= \sqrt{n+1}\psi_{n+1} \end{aligned} \right\}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

여기서 바닥상태의 고유함수는 $\psi_0(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{1/4} \exp\left(-\frac{m\omega}{2\hbar}x^2\right)$ 이다.

<자료 2>

그림은 중력장 내에서 질량 m 인 입자가 길이 ℓ 인 실에 매달려 연직면 내에서 운동하는 것을 나타낸 것이다.



이 계의 퍼텐셜에너지는 $U = mgl(1 - \cos\theta)$ 이고, $\theta \ll 1$ 일 때 이 진자 운동은 해밀토니안이

$$H_0 = \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}mgl\theta^2$$

인 단조화 진동으로 단순화할 수 있다. 이를 보정하는 첫 번째 섭동항은 $H' = -\frac{1}{24}mgl\theta^4$ 이다.

<자료 1>을 이용하여 운동에너지 T 와 퍼텐셜에너지 V 를 a 와 a^\dagger 로 표현하여 n 번째 상태에 대한 기댓값을 각각 구한 다음, 이로부터 위치와 운동량에 대한 불확정성 원리가 만족됨을 보이시오. 또한 <자료 2>에서 H' 을 구하는 과정을 기술하고, <자료 1>을 참고하여 H' 에 의한 바닥상태의 1차 보정 에너지를 구하시오. (단, $\int_{-\infty}^{\infty} x^4 e^{-ax^2} dx = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{\pi}{a^5}}$ 이다.)

【20점】

수고하셨습니다