

# 2010학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

## 물 리

2차 시험	1교시	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 작성하여야 합니다.
- 답안지 모든 면의 상단에 컴퓨터용 사인펜을 사용하여 성명과 수험 번호를 기재하고, 수험 번호, 문항 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 해당란에 '●'로 표기하십시오. '●'로 표기한 부분을 수정하고자 할 경우에는 반드시 수정 테이프를 사용해야 합니다.
- 답안은 지워지거나 번지지 않는 동일한 종류의 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오(연필이나 사인펜 종류는 사용할 수 없음).
- 답안 좌측 상단에 문항 번호와 답안지 쪽 번호, 과목명을 직접 쓰고 답안을 작성하십시오.  
(예시) 국어 과목의 1교시 1번 문항, 2번째 답안지 표기

문항 번호 및 쪽 번호 표기란	
● ② (문항 번호)	① ● (문항 쪽 번호)
↑ ( 1 )번 문항의	↑ ( 2 )번째 답안지 과목명( 국 어 )

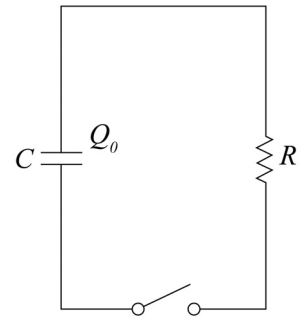
- 수학, 과학 과목의 답안지는 가운데 선을 그어 좌우의 2단으로 나누어 답안을 작성해도 됩니다.
- 답안지에는 문항 번호 외에 문항 내용을 일체 옮겨 적지 마시오. 단, 하위 문항이 있을 경우, 하위 문항의 번호(1-1, 1-2 등)를 답안지 앞부분에 한 번 더 쓰고 답안을 작성하십시오.
- 답안은 문항별로 답안지의 새로운 면에 작성하고(단, 하위 문항은 이어서 작성해도 됨.), 해당 문항의 답안 작성이 완료되면 **답안 마지막 문장의 뒤에 반드시 <끝>이라고 쓰시오.**
- 답안 초안 작성은 문제지의 맨 뒷부분에 있는 초안 작성 용지를 활용하십시오.
- 답안 수정 시에는 해당 부분에 두 줄(=)을 긋고 수정 내용을 쓰시오.
- 다음에 해당하는 답안은 채점하지 않습니다.
  - 연필로 작성한 부분
  - 수정 테이프나 수정액을 사용하여 수정한 부분
  - 답안란 이외에 작성한 부분
  - 답안란에 개인 정보를 노출한 답안지 전체
  - 답안란에 개인 정보를 암시하는 표시가 있는 답안지 전체
  - 문항당 답안지 2쪽을 초과하여 작성한 부분
- 답안지 교체 시 시험 종료 전까지 답안 작성을 완료해야 합니다. 시험 종료 후 답안 작성은 부정 행위로 간주됩니다.
- 답안을 작성하지 않은 빈 답안지도 성명, 수험 번호, 문항 번호, 문항 쪽 번호를 기재·표기한 후, 순서대로 정리하여 4쪽 모두 제출하십시오.

1. 여러 물리 현상을 동일한 수학적 모형으로 설명하거나, 하나의 물리 개념이 여러 가지 다른 현상에서 어떻게 나타나는지 생각하는 활동은 과학적 사고에 도움을 준다. <사례 1>은 전기 현상에서 사용한 수학적 모형을 일상적 상황에 적용해 보는 과정의 일부를 제시한 것이고, <사례 2>는 속력을 구할 수 있는 서로 다른 방법 2가지를 제시한 것이다. **【30점】**

<사례 1>

[전기 현상]

그림과 같은 RC 회로에서 전하  $Q_0$ 로 충전된 축전기의 전하가 스위치를 닫으면 줄어들기 시작한다. 이때 축전기에 남아 있는 전하량  $Q(t)$ 를 수학적 모형으로 나타내면,  $-\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{RC}Q$ 가 된다. 이를 적분하여  $Q$ 를 구하면,  $Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ 이다.



[일상적 상황]

얼마 전 철수는 부모님과 함께 자동차를 타고 집으로 가는데, 고속도로에서 차량이 많아져 속력이 점점 줄어들고 있었다. 집까지 90km가 남았을 때는 차의 속도계가 90km/h를 나타내었고, 70km가 남았을 때는 70km/h를 나타내었다. 다음은 철수와 아버지의 대화 내용 중 일부이다.

철 수: 이렇게 가면 50km가 남았을 때는 50km/h이겠네요. 그러면 집에 언제 갈 수 있나요?

아버지: 앞으로도 계속해서 남은 거리와 속력이 비례한다면 무한대의 시간이 걸릴 수 있어.

철 수: 왜요?

아버지: 그건 수학적 모형을 만들어 설명할 수 있지.

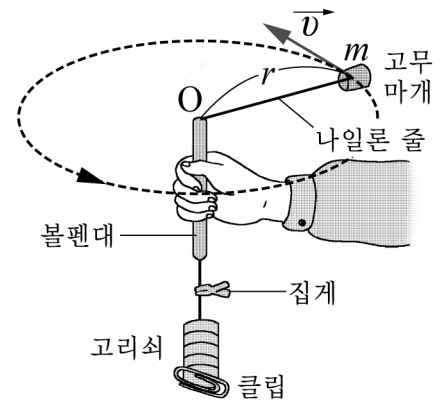
철 수: 어떻게요?

아버지: 일단, 남은 거리를  $x$ 라 하고, 그 지점에서 차의 속력을  $v$ 라 하면 ……

<사례 2>

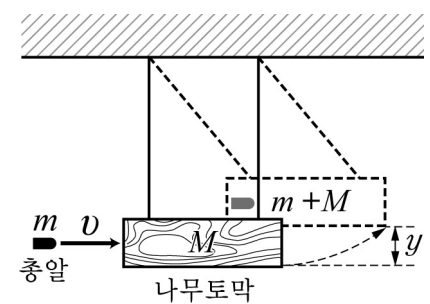
[속력 구하는 방법 1]

- 상황: 오른쪽 그림은 질량  $m$ 인 고무마개를 줄에 매달아 회전시키는 것을 나타낸 것이다.
- 방법: 줄의 회전이 거의 한 수평면에서 이루어질 때, 회전 주기  $T$ 와 회전 반지름  $r$ 을 측정하거나, 고무마개의 질량  $m$ 을 알고 고무마개에 작용하는 구심력  $F$ 와 회전 반지름  $r$ 을 측정하면,  $v = \frac{2\pi r}{T}$  식이나  $F = m \frac{v^2}{r}$  식을 이용하여 등속 원운동하는 고무마개의 속력을 구할 수 있다.



[속력 구하는 방법 2]

- 상황: 오른쪽 그림과 같이 질량  $m$ 인 총알이  $v$ 의 속력으로 수평으로 날아와 가벼운 줄에 매달린 질량  $M$ 인 나무토막에 박힌 후 높이  $y$ 까지 올라간다.
- 방법: 총알이 박힌 직후 나무토막이 움직이는 속력을  $V$ 라고 하면, 운동량 보존법칙에 따라  $mv = (m + M)V$  이고, 에너지 보존법칙에 따라  $\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gy$ 이다. 따라서  $M$ ,  $m$ , 중력가속도  $g$ 를 알고  $y$ 를 측정하면  $v$ 를 구할 수 있다.



1-1. <사례 1>의 마지막 대화 내용에 적합한 수학적 모형을 만들어 설명하고, 이와 동일한 수학적 모형으로 설명할 수 있는 서로 다른 현상을 추가로 2가지만 제시하고 설명하시오. 그리고 <사례 2>의 방법들 이외에 물리학의 여러 영역에서 서로 다른 개념이나 법칙을 적용하여 속력을 구할 수 있는 방법 4가지만 <사례 2>처럼 제시하시오. [20점]

1-2. <사례 2>에서 제시한 [속력 구하는 방법 1]의 상황에서 고무마개에 작용하는 구심력  $F$ 와 고무마개의 속력  $v$ 와의 관계를 실험을 통해 구해 보려고 한다. 다음에 제시한 <실험 안내서>의 실험 목표와 준비물을 참고하여 고등학생용 실험 안내서를 완성하시오. [10점]

—<실험 안내서>—

제 목	등속 원운동하는 물체에 작용하는 구심력과 물체의 속력과의 관계
실 험 목 표	회전 반지름이 일정할 때, 구심력과 속력의 관계를 구한다.
준 비 물	볼펜대, 고무마개, 나일론 줄, 자, 초시계, 저울, 고리쇠 여러 개, 클립, 집게
실 험 과 정	
결 과 및 해 석	
정 리	

2. 양자역학에서 에너지 고유값을 정확하게 구할 수 없거나 구하는 과정이 복잡한 경우에는 바닥상태의 에너지값을 근사적으로 알아 볼 수 있는 방법이 있다. 질량  $m$ 인 입자가 <아래>와 같은 1차원 퍼텐셜 에너지에 속박되어 있을 때, <보기>의 3가지 방법을 이용하여 바닥상태의 에너지값을 각각 추정하고, [방법 2]와 [방법 3]의 한계에 대해서 각각 논의하시오. 【20점】

<아 래>

$$V(x) = Ax \quad (x > 0) \quad (A \text{는 양의 상수})$$

$$= \infty \quad (x \leq 0)$$

<보 기>

[방법 1]

보어의 궤도 양자화를 나타내는 식  $2\pi r = n\lambda = n\frac{h}{p}$ 에서  $p(2\pi r) = nh$ 이다.

이 식을 1차원에서 닫힌 선적분 형태로 일반화하면,

$$\oint p dx = nh \quad (h \text{는 플랑크 상수, } n = 1, 2, \dots)$$

이다.  $E$ 를 상수로 가정하고  $E = \frac{p^2}{2m} + Ax$ 에서  $p(x)$ 를 구한 후,  $0 \leq x \leq \frac{E}{A}$  구간에 대해 위의 적분을 한 다음,  $n=1$ 을 대입하여  $E$ 를 계산하면 바닥상태의 에너지값을 추정할 수 있다.

[방법 2]

불확정성 원리를 이용하기 위해  $x$ 와  $p$ 를  $\Delta x$ 와  $\Delta p$ 로 바꾸고  $\Delta x \Delta p = h$ 라고 가정하면, 아래와 같이  $E(\Delta p)$ 가 표현된다.

$$E(\Delta p) = \frac{(\Delta p)^2}{2m} + A\Delta x = \frac{(\Delta p)^2}{2m} + A\frac{h}{\Delta p} \quad \left( h = \frac{h}{2\pi} \right)$$

$E(\Delta p)$ 가 최소가 되도록 하는 양수  $\Delta p$ 를 구한 다음,  $E(\Delta p)$ 의 최솟값을 구하면 바닥상태의 에너지값을 추정할 수 있다.

[방법 3]

임의의 규격화된 파동함수  $\psi$ 에 대해서 에너지의 기댓값은 항상 바닥상태의 에너지값보다 크거나 같다.

규격화된 함수  $\psi(x) = \sqrt{4a^3} x e^{-ax}$  ( $a$ 는 양의 실수)를 선택하여

$$E(a) = \int_0^\infty \psi^*(x) \left( -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + Ax \right) \psi(x) dx$$

를 계산하고,  $E(a)$ 가 최소가 되도록 하는  $a$ 를 구한 다음,  $E(a)$ 의 최솟값을 구하면 바닥상태의 에너지값을 추정할 수 있다. 이때 다음 적분식을 활용할 수 있다.

$$\int_0^\infty x e^{-2ax} dx = \frac{1}{4a^2}, \quad \int_0^\infty x^2 e^{-2ax} dx = \frac{1}{4a^3}, \quad \int_0^\infty x^3 e^{-2ax} dx = \frac{3}{8a^4}$$

수고하셨습니다