

2023학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

물 리

수험 번호 : ()

성 명 : ()

제1차 시험	3 교시 전공B	11문항 40점	시험 시간 90분
--------	----------	----------	-----------

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

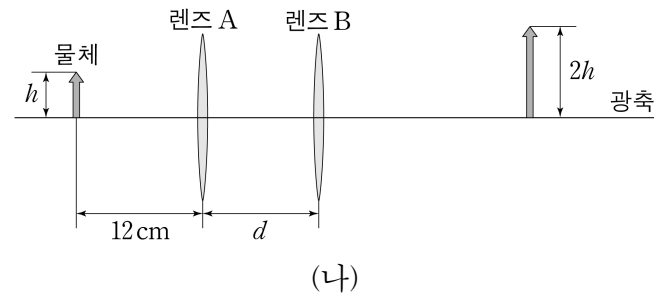
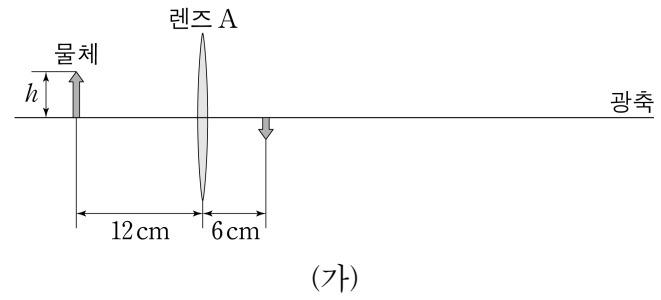
1. 어떤 계의 각운동량 상태를 나타내는 규격화된 파동함수는

$$\psi(\theta, \phi) = \sqrt{\frac{1}{3}} Y_1^1 - i\sqrt{\frac{1}{6}} Y_1^{-1} + aY_1^0$$

이고, a 는 양의 실수이다. $Y_l^m(\theta, \phi)$ 은 구면 좌표계 (r, θ, ϕ) 에서 각 방향에 대한 구면조화 함수이며, l 은 궤도 양자수, m 은 자기 양자수이다.

a 를 구하고, 이 계에서 각운동량의 z 성분의 기댓값 $\langle L_z \rangle$ 를 구하시오. [2점]

2. 그림 (가)는 얇은 볼록 렌즈 A에서 왼쪽으로 12cm 떨어진 곳에 크기가 h 인 물체를 두었을 때, A의 오른쪽으로 6cm 떨어진 곳에 실상이 생긴 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 얇은 볼록 렌즈 B를 A의 오른쪽으로 거리 d 인 곳에 추가하여 크기가 $2h$ 인 실상이 만들어진 것을 나타낸 것이다. A와 B의 초점 거리는 f 로 같다.

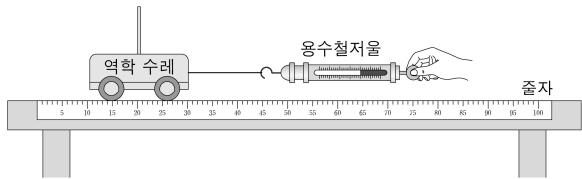


f 와 d 를 각각 구하시오. (단, 광선은 근축 광선이며, A와 B는 광축에 수직으로 배열되어 있다.) [2점]

3. <자료 1>은 '물리학 I'에 제시된 힘, 질량, 가속도 사이의 관계를 알아보는 실험에 대한 예비 교사의 탐구 활동 계획서이고, <자료 2>는 지도 교사가 예비 교사의 탐구 활동 계획서를 평가한 표의 일부이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오 [4점]

<자료 1>

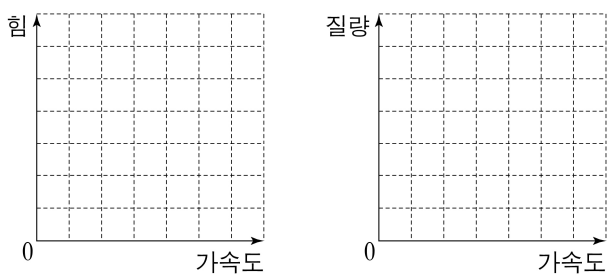
- 탐구 목표 : ㉠ 힘과 가속도, 질량과 가속도의 관계를 설명할 수 있다.
- 준비물 : 역학 수레, 추, 용수철저울, 실, 줄자, 동영상 촬영 장치, 컴퓨터



- 탐구 과정
 - (가) 책상 위에 역학 수레를 올려놓고 줄자를 접착테이프로 책상에 고정한 다음, 동영상 촬영을 준비한다.
 - (나) 그림과 같이 역학 수레에 용수철저울을 걸고 용수철저울의 눈금이 일정한 값을 가리키도록 당기면서 동영상을 촬영한다.
 - (다) (㉡) 상태에서 용수철저울의 눈금을 2배, 3배 증가시키면서 과정 (나)를 반복한다.
 - (라) 역학 수레에 추의 개수만을 1개, 2개, 3개로 증가시키면서 과정 (나)를 반복한다.
 - (마) 동영상을 컴퓨터로 분석하여 0.1초 간격으로 역학 수레의 위치를 측정한다.
 - (바) 용수철저울의 눈금과 추의 개수를 증가시킬 때마다 다음 표를 만들어 각 과정에서 역학 수레의 가속도를 구한다.
(역학 수레와 추의 질량의 합: $_ \text{ kg}$, 역학 수레를 잡아당기는 힘: $_ \text{ N}$)

시간(s)									
위치(cm)									
속도(cm/s)									
가속도(cm/s ²)									

- (사) 역학 수레에 작용하는 힘과 가속도, 질량과 가속도 사이의 관계를 그래프로 그린다.



- 결과 및 정리
 - 질량이 일정할 때 힘과 가속도, 힘이 일정할 때 질량과 가속도 사이의 관계를 각각 설명해 보자.

<자료 2>

평가 요소	평가 준거	평가 결과
변인 통제	변인 통제와 관련하여 탐구 과정은 옹계 제시되었는가?	㉢ 충족
자료 변환	자료 변환을 위한 그래프의 일부가 옹계 제시되었는가?	㉢ 미충족

<작성 방법>

- <자료 1>의 탐구 과정 (다)와 (라)에 나타난 조작 변인을 밑줄 친 ㉠에서 각각 찾아 제시할 것.
- 밑줄 친 ㉢과 같은 평가 결과가 되기 위하여 괄호 안의 ㉡에 해당하는 변인 통제 조건을 제시할 것.
- 밑줄 친 ㉢과 같이 평가한 근거 중 1가지를 <자료 1>에서 찾아 제시할 것.

4. <자료>는 통합과학의 '자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동'에 관한 수업 상황을 제시한 것이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

교사: 질량이 같은 물체 A, B가 있다고 생각해 봅시다. 같은 높이에서 동시에 수평으로 던진 A와 정지 상태에서 가만히 놓은 B 중 어느 쪽이 더 늦게 지면에 떨어질까요?
 학생: A가 더 늦게 떨어져요.
 교사: ㉠ 만약 관찰자가 A의 처음 속도로 등속 직선 운동하면서 A, B를 관찰하면, A, B 중 어느 쪽이 더 늦게 떨어질까요?
 학생: 관찰자가 움직이면서 관찰해도 여전히 A가 더 늦게 떨어지겠죠.
 교사: 그럴까요? 운동하는 관찰자에게 A는 정지 상태에서 가만히 놓은 것으로 보이고 B는 (㉡) (으)로 보이게 됩니다. 그러니 학생의 생각대로라면 B가 더 늦게 떨어지게 되겠네요.
 학생: 그렇겠네요. 이상한데요. 제가 뭔가 잘못 생각했나요?
 교사: 이 모순을 해결할 수 있는 방법은 (㉢) 밖에 없습니다.
 학생: 아, 그렇군요. 이제 이해가 되었어요.

<작성 방법>

- <자료>와 같이 논리적 생각만으로 하는 가상의 실험을 무엇이라 하는지 쓸 것.
- 포스너(G. Posner) 등이 제안한 개념변화를 위한 4가지 조건 중 교사가 밀줄 친 ㉠을 제시한 이유와 가장 밀접한 관련이 있는 조건을 제시할 것.
- 관찰자에게 B가 어떻게 운동하는 것으로 보일지를 괄호 안의 ㉡에 쓰고, <자료>에 나타난 학생의 오개념에 대응되는 과학적 개념을 괄호 안의 ㉢에 쓸 것.

5. <자료>는 전반사가 발생하기 위한 조건을 알아보는 수업 계획이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

(가) 단계: (㉠)

- ① 그림과 같이 각도기 판 위에 반원형 유리를 올려놓고 레이저 빛이 유리의 둥근 면에 입사하여 ㉡ 원의 중심 O를 지나도록 한다.
- ② 입사각을 변화시키면서 굴절각이 90°가 되는 순간의 입사각을 구한다.
- ③ 입사각이 ②에서 구한 입사각보다 클 때, 유리의 평평한 면을 빠져 나가는 빛이 있는지 관찰한다.
- ④ 레이저 빛을 공기에서 유리의 평평한 면의 O에 입사시킨 후 입사각을 변화시키면서 입사된 빛이 전부 반사되는 경우가 있는지 관찰한다.

(나) 단계: 개념 도입

- 빛이 한 매질에서 다른 매질로 진행할 때 굴절 없이 전부 반사하는 현상을 전반사라고 설명한다.
- 굴절각이 90°가 되는 순간의 입사각을 임계각이라고 설명한다.
- 전반사가 발생하는 다음의 2가지 조건을 설명한다.

조건 1: 빛은 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행해야 한다.

조건 2: (㉢)

(다) 단계: (㉣)

- 전반사 현상이 나타나는 다음의 예에서 빛의 진행을 전반사로 설명한다.

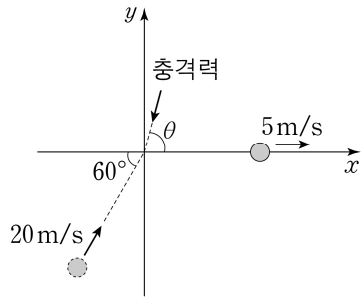
예 1: 레이저 빛이 프리즘에 입사한 후 되돌아 나온다.
 예 2: 레이저 빛이 플라스틱 컵의 뚫린 구멍에서 나오는 물줄기를 따라 진행한다.
 예 3: 휘어진 광섬유의 끝에서 레이저 빛이 보인다.

- 그 밖에 전반사 현상을 관찰할 수 있는 예를 찾아 친구에게 설명한다.

<작성 방법>

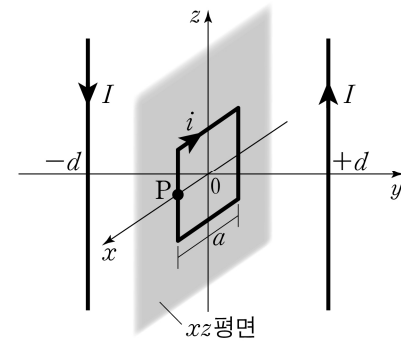
- <자료>의 수업 계획에 적용된 과학과 수업 모형의 종류를 쓰고, 괄호 안의 ㉠과 ㉡에 해당하는 수업 모형의 단계명을 제시할 것.
- (가) 단계의 밀줄 친 ㉡과 같이 실험하는 이유를 설명할 것.
- (가) 단계의 과정 ①~③을 통해 알 수 있는, 괄호 안의 ㉢에 들어갈 전반사 조건을 제시할 것.

6. 그림은 xy 평면상에서 $+x$ 축 방향과 60° 를 이루며 20m/s 의 속력으로 등속 직선 운동하던 질량 1kg 인 물체에 일정한 충격력을 $5 \times 10^{-3}\text{s}$ 동안 가했더니, 물체가 $+x$ 축 방향으로 5m/s 의 속력으로 운동하는 것을 나타낸 것이다. θ 는 충격력과 x 축 사이의 각이다.



물체에 가해진 충격량의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 $\tan\theta$ 와 충격력의 크기를 각각 구하시오. [4점]

7. 그림은 z 축과 평행한 무한히 긴 두 직선 도선이 y 축상의 $+d$ 와 $-d$ 위치에 각각 놓여 있고, xz 평면에 한 변의 길이가 a 인 정사각형 고리 도선이 놓인 것을 나타낸 것이다. 고리 도선의 중심은 원점에 위치하고, 고리의 각 변들은 x 축 또는 z 축에 평행하다. 두 직선 도선에는 서로 반대 방향으로 전류 I 가 흐르며, 고리 도선에는 전류 i 가 흐른다.



위치 $P = \left(\frac{a}{2}, 0, 0\right)$ 에서 두 직선 도선이 만드는 자기장의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 원점에 대한 고리 도선에 작용하는 알짜 돌림힘의 크기와 방향을 각각 구하시오. (단, 도선의 굵기는 무시하고, 공간의 투자율은 μ_0 이다.) [4점]

8. 질량 m , 전하량 q 인 입자가 다음과 같은 3차원 정육면체 퍼텐셜 우물

$$V(x,y,z) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x,y,z \leq a \\ \infty, & \text{그 외 영역} \end{cases}$$

에 갇혀 있다. 이 입자의 규격화된 바닥상태 에너지 고유함수는

$$\psi_{\text{바닥}} = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi y}{a}\right) \sin\left(\frac{\pi z}{a}\right)$$

이고 에너지 고유값은 $\varepsilon_{\text{바닥}}$ 이다. 이 입자에 다음과 같은 약한 전기장

$$\vec{E} = (E_x, E_y, E_z) = \left(\frac{E_0}{a}y, \frac{E_0}{a}x, 0\right)$$

이 가해졌다. \vec{E} 에 의한 입자의 전위는 $\phi(x,y,z)$ 이고, 퍼텐셜 에너지 $U(x,y,z) = q\phi$ 이며, $\phi(0,0,0) = 0$ 이다.

에너지 고유값 $\varepsilon_{\text{바닥}}$ 을 쓰고, $U(x,y,z)$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 U 를 섭동으로 취급하여 1차 섭동론에 의한 바닥 상태의 1차 에너지 보정값 $\varepsilon_{\text{바닥}}^{(1)}$ 을 구하시오. (단, E_0 은 양의 상수이다.) [4점]

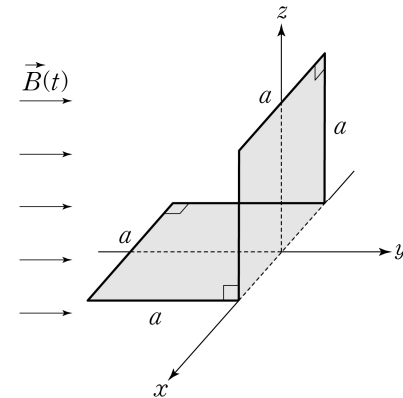
— <자 료> —

○ 폭이 a 인 1차원 무한 퍼텐셜 우물에 갇힌 질량 m 인 입자의

에너지 고유값은 $\varepsilon_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$ ($n=1,2,3,\dots$)이다.

○ $\int_0^a x \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \frac{a^2}{4}$, $\int_0^a \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \frac{a}{2}$

9. 그림과 같이 시간 t 에 따라 변하는 자기장이 $\vec{B}(t) = B_0 \sin \omega t \hat{y}$ 로 균일한 공간에, 저항 R 인 금속 고리를 직각으로 구부려 xy 평면과 xz 평면에 고정하였다. 고리 각 변의 길이는 a 이고, B_0 과 ω 는 양의 상수이다.



고리를 통과하는 자기 선속과 고리에 유도되는 전류의 크기를 각각 구하시오. 또한 $\omega t = 2\pi$ 일 때, 고리의 자기 쌍극자 모멘트를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 고리의 자체 유도는 무시한다.)

[4점]

10. 부피가 V 인 공간에 서로 상호 작용하지 않는 동일한 입자 N 개로 구성된 계가 있다. 입자 하나의 에너지는 $E=pc$ 이고, p 는 입자 운동량의 크기, c 는 빛의 속력이다. 계는 절대 온도 T 인 열원과 접촉하여 열평형 상태에 있다.

이 계의 입자 하나의 분배 함수 Z_1 을 구하시오. 입자 하나의 평균 에너지 U_1 을 풀이 과정과 함께 구하고, 계의 정적 열용량 C_V 를 구하시오. (단, 계는 볼츠만 통계를 따른다.) [4점]

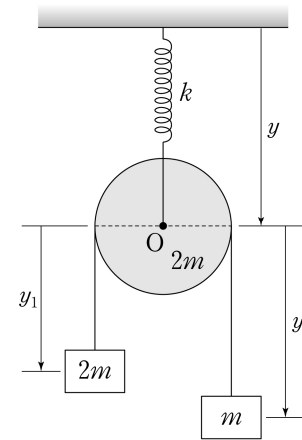
<자 료>

$$\circ Z_1 = \frac{1}{h^3} \int d^3r d^3p \exp\left[-\frac{E}{k_B T}\right] = \frac{4\pi V}{h^3} \int_0^\infty p^2 \exp\left[-\frac{E}{k_B T}\right] dp$$

r 는 공간 좌표, h 는 플랑크 상수, k_B 는 볼츠만 상수이다.

$$\circ \int_0^\infty dx x^n e^{-x} = n!$$

11. 그림은 천장에 매달린 용수철에 연결된 질량 $2m$ 인 원반과 원반을 통해 실로 연결된, 질량이 각각 $2m$, m 인 두 물체를 나타낸 것이다. y 는 천장에 대한 원반 중심 O 의 변위이고, y_1 , y_2 는 O 를 지나는 수평면에 대한 두 물체의 변위이다. 용수철 상수는 k 이고, 용수철이 늘어나거나 줄어들지 않았을 때, $y = y_0$ 이다. 이 계는 연직 방향으로만 움직이며, 원반과 실 사이의 마찰은 없다. 이 계의 중력 퍼텐셜 에너지는 $-5mgy - mgy_1 + c$ 이고, c 는 상수이다.



이 계의 라그랑지안 $L(y, \dot{y}, y_1, \dot{y}_1)$ 을 쓰고, y 에 대한 운동 방정식을 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 단진동하는 원반의 진동 주기를 구하시오. (단, 실의 길이는 일정하고, 원반은 회전하지 않는다. 중력 가속도의 크기는 g 이다.) [4점]

<수고하셨습니다.>