2026학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

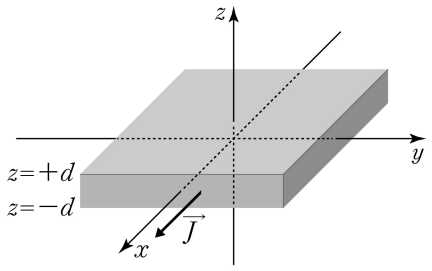
물 리

수험 번호 : ( ) **성 명 : ( )**

제1차 시험	2교시 전공A	12문항 40점	시험 시간 90분

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

1. 그림은 두께가 $2d$인 무한히 넓은 도체판이 xy평면에 평행하게 놓인 모습을 개략적으로 나타낸 것이다.



도체판에 흐르는 부피 전류 밀도 $\vec{J}$는 다음과 같다.

$$\vec{J}=\begin{cases}\alpha|z|\hat{x} & (|z|\le d)\\ 0 & (|z|>d)\end{cases}$$

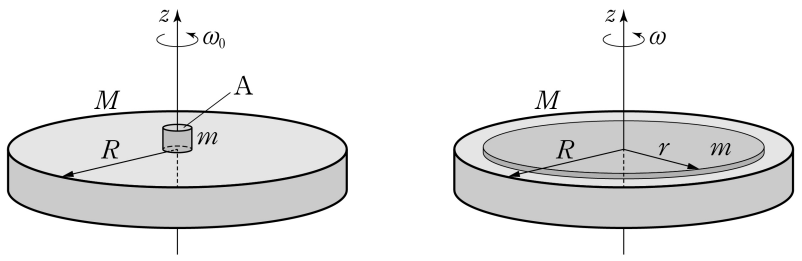
$z=-\frac{d}{2}$, $z=\frac{3d}{2}$에서 자기장의 크기를 각각 구하시오. (단, α는 양의 상수이고, 도체판 내부와 외부의 투자율은 진공의 투자율 μ_0으로 같다.) [2점]

2. 두 개의 기저 $|0\rangle=\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$과 $|1\rangle=\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}$에 대한 해밀토니언 행렬 H는 다음과 같다.

$$H=\begin{pmatrix}E_0 & i\frac{\sqrt{3}}{2}\Delta\\ -i\frac{\sqrt{3}}{2}\Delta & E_0+\Delta\end{pmatrix}$$

E_0, Δ는 모두 양의 실수이다. H의 두 고윳값은 E_1, E_2이다. $|E_2-E_1|$을 구하고, H의 규격화된 바닥상태가 $\frac{1}{\sqrt{1+|\alpha|^2}}(\alpha|0\rangle+|1\rangle)$일 때, α를 구하시오. [2점]

3. 그림 (가)는 z축을 회전축으로 각속력 ω_0으로 회전하는 속이 꽉 찬 원통의 중심에 질량 m인 물체 A가 놓여있는 모습을 나타낸 것이다. 원통의 밀도는 균일하며, 질량은 M이고 반지름은 R이다. 그림 (나)는 (가)에서 A가 반지름 r인 균일한 밀도의 얇은 원판이 되어, 원판과 원통이 함께 각속력 ω로 회전하고 있는 모습을 나타낸 것이다.

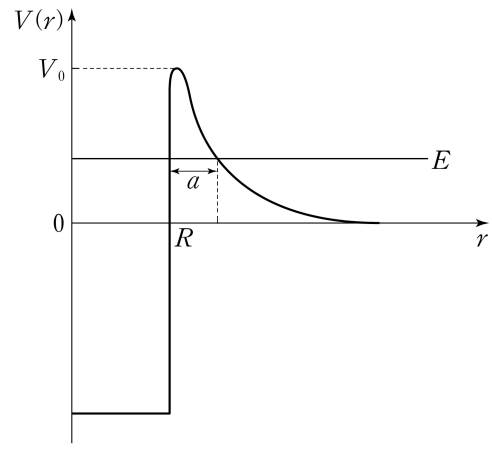


계의 회전 관성 모멘트와 운동 에너지를 각각 (가)에서 I_0, K_0, (나)에서 I, K라고 할 때, <자료>를 이용하여 $\frac{I}{I_0}$와 $\frac{K}{K_0}$를 M, m, R, r로 나타내시오. (단, (가)에서 (나)로 변하는 동안 외부에서 작용하는 알짜 토크는 0이고, (가)에서 물체 A의 크기는 무시한다.) [2점]

<자 료>

○ 질량 μ이고, 반지름 a인 밀도가 균일한 원판이 있을 때, 이 원판의 질량 중심을 지나면서 원판에 수직인 회전축에 대한 관성 모멘트는 $\frac{1}{2}\mu a^2$이다.

4. 그림은 어떤 무거운 핵의 알파(α) 붕괴에 대한 알파(α) 입자의 퍼텐셜 에너지 함수 $V(r)$를 나타낸 것이다.



r는 원자핵 중심으로부터의 거리, R는 원자핵의 반지름이다. 에너지가 E인 알파 입자가 퍼텐셜 장벽에 한 번 충돌할 때의 투과 확률은 다음과 같다.

$$T = \exp\left[-\frac{2\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}a\right]$$

m은 알파 입자의 질량, V_0은 퍼텐셜 장벽의 높이, a는 퍼텐셜 장벽의 두께이다.

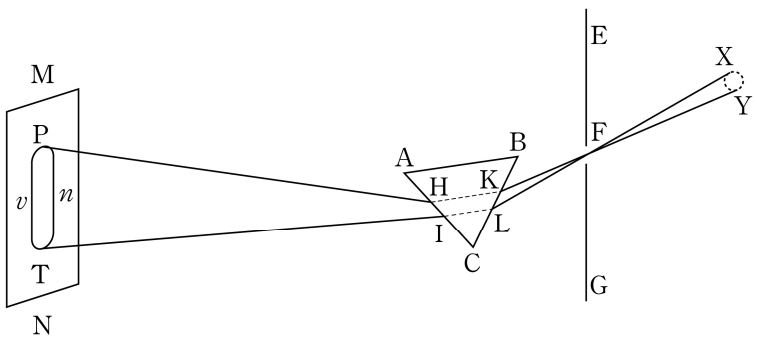
$0 \le r \le R$에서 알파 입자의 속력이 v일 때, 알파 입자가 단위 시간당 퍼텐셜 장벽에 충돌하는 횟수 N을 구하고, 단위 시간당 알파 입자의 투과 확률 P를 구하시오. (단, 알파 입자는 원자핵의 중심을 지나는 지름 방향으로 운동한다고 가정한다. $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h는 플랑크 상수이다.) [2점]

한국교육과정평가원

5. <자료 1>은 뉴턴의 프리즘 실험을 도입하는 과정에서 교사가 학생들에게 제시한 과학사의 일부이고, <자료 2>는 뉴턴의 프리즘 실험 활동지의 일부이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

17세기 망원경과 현미경이 발달하면서 광학 기기의 제조와 연구가 활발해졌다. 그러나 학자들은 여전히 백색광이 순수하고 균질한 빛이고, 프리즘이 백색광을 물들여 다양한 색상이 보인다는 고대 개념을 고집하고 있었다. 이러한 빛의 성질에 대한 개념을 반증한 실험이 뉴턴에 의해 이루어졌다. 1665년 흑사병으로 대학이 문을 닫아 고향에 머물렀던 뉴턴은 프리즘으로 다양한 광학 실험을 수행하였고, 그 결과를 논문으로 발표하였다. 그는 논문에서 햇빛이 프리즘을 통과한 후 길쭉한 모양으로 색이 퍼지는 현상에 놀랐다고 적고, 그 관찰 과정과 결과를 묘사한 그림을 다음과 같이 제시하였다.



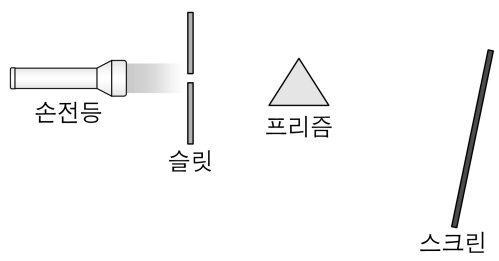
뉴턴은 둥근 구멍을 지나 진행한 빛이 프리즘을 통과하여 맞은편 벽에 길쭉한 모양으로 색이 퍼져 나타나는 현상을 다양한 실험을 통해 반복적으로 확인하였고, 그 이유를 알아내고자 하였다. ㉠ 뉴턴은 테니스 라켓에 맞은 공의 경로가 꺾이는 것처럼 프리즘이 빛을 꺾이게 하는 것일지도 모른다는 가설을 세우고, 이를 확인할 수 있는 실험을 수행하였다.

<자료 2>

○ **실험 제목**: 뉴턴의 프리즘 실험 따라 해 보기

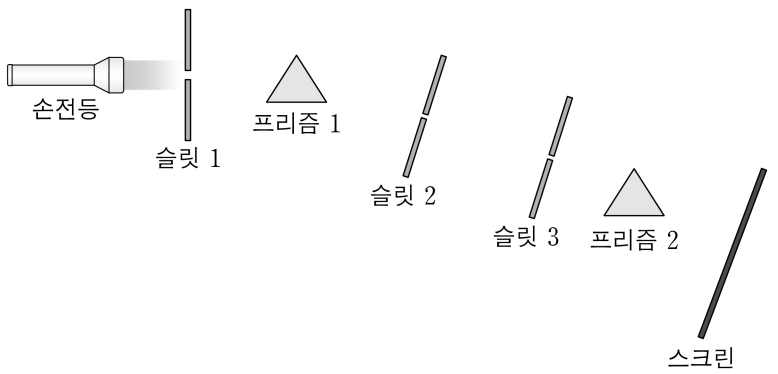
○ **실험 과정**

(1) [그림 1]과 같이 손전등(백색등), 슬릿, 프리즘, 스크린을 배치한다. 주위를 어둡게 하고, 슬릿을 통과한 손전등의 빛이 프리즘을 통과하게 하여 스크린에 나타난 스펙트럼을 관찰하고, 빨간색과 파란색의 위치를 표시해 보자.



[그림 1]

(2) [그림 1]의 장치에 [그림 2]와 같이 슬릿과 프리즘을 추가로 배치한다. 손전등을 켜고 프리즘 1을 조절하여 프리즘 2로 빨간색 빛만 입사하게 하고, 빨간색 빛이 스크린에 나타난 위치를 표시해 보자.



[그림 2]

(3) 프리즘 1을 조절하여 프리즘 2로 파란색 빛만 입사하게 하고, 파란색 빛이 스크린에 나타난 위치를 표시해 보자.

○ **실험 정리**

(1) ㉡ 실험 결과를 종합하여 과학사 자료에서 뉴턴이 궁금해했던 길쭉한 모양으로 색이 퍼지는 이유를 설명해 보자.

(2) ㉢ 제시된 과학사 자료를 바탕으로 뉴턴이 2가지 실험을 통해 반증하려 한 빛의 성질에 대한 생각을 적어 보자.

<작성 방법>

○ <자료 1>의 밑줄 친 ㉠에서 사용된 과학적 사고의 유형을 쓰고, 그 근거를 설명할 것.

○ <자료 2>의 밑줄 친 ㉡과 ㉢으로 적절한 내용을 <자료 1>과 <자료 2>에 근거하여 순서대로 서술할 것.

6. <자료>는 양자 역학에 관한 과학사의 일부이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

(가) 19세기 초 돌턴(J. Dalton)은 화합물의 생성을 설명하기 위해 모든 원소는 원자로 이루어져 있다는 원자론을 주장하였다. ㉠ 원자론이 과학 지식으로 받아들여지기 위해서는 원자의 존재를 실험으로 확인해야 했다. 1897년 톰슨(J. J. Thomson)은 음극선 실험 중 전자의 존재를 밝혀내고, 그 후 원자 모형을 제시하였다. 1908년 페랭(J. Perrin)이 물 분자의 크기를 측정하는 데 성공하면서 그때까지 원자의 존재를 거부하던 과학자들이 원자의 존재를 받아들였다.

(나) 건포도 푸딩 모형으로 불리는 톰슨의 원자 모형은 러더퍼드(E. Rutherford)의 알파 입자 산란 실험 결과로 문제점이 드러났다. 그러나 러더퍼드가 대안으로 제시한 태양계 원자 모형은 고전 전자기 이론에 따르면 원자의 안정성을 보장할 수 없어 큰 관심을 받지 못했다. 당시 러더퍼드 실험실에서 연구를 하던 보어(N. Bohr)는 태양계 원자 모형의 한계를 해결하기 위해 전자 궤도 에너지의 양자화 가설을 제안하게 된다. ㉡ 이 가설을 입증하려면 기존의 실험 데이터를 설명하거나, 가설로 예측한 결과를 실험으로 확인해야 했다. 이 문제로 고민하던 중 보어는 자신의 가설을 적용하여 수소 스펙트럼 관찰로 기존에 알려졌던 발머 계열의 규칙성을 설명해냈다. 또한 수소 스펙트럼의 파셴 계열에서 자외선과 적외선 계열을 예측하였고, 이는 그 후 실험 결과로 입증되었다. 무엇보다도 발머 공식을 일반화한 수소 스펙트럼의 뤼드베리 상수를 이미 알려진 기본 상수와 플랑크 상수로 표현하는 데 성공하였다. 이로써, 보어의 양자화 가설은 입증되었다.

(다) 1935년 아인슈타인(A. Einstein)은 포돌스키(B. Podolsky), 로젠(N. Rosen)과 함께 양자 역학이 물리적 실체를 불완전하게 기술한다는 점을 보여주는 사고 실험인 EPR 역설을 논문으로 발표하였다. 이후 봄(D. Bohm)은 저서에서 EPR 역설을 소개하고, 실현 가능한 사고 실험을 제안하였다. 벨(J. Bell)은 1964년 논문에서 봄의 사고 실험과 숨은 변수 개념을 적용하여 부등식을 도출하였다. 벨의 부등식은 얽힌 양자 입자의 실체를 실험으로 확인할 수 있는 방법을 제시한다. 이 실험이 성공적으로 수행된 결과로 벨의 부등식이 성립하면, 숨은 변수를 가정하는 결정론이 옳고 양자론이 틀렸음이 증명된다. 반면, 벨의 부등식이 성립하지 않고 양자론이 예측하는 결과값을 얻는다면 아인슈타인이 비판했던 비국소적이면서 '원거리 유령 작용(spooky actions at a distance)'을 허용하는 양자적 실체가 증명되고, 숨은 변수를 가정하는 결정론이 반증된다. 이후 얽힌 광자쌍에 대한 실험은 꾸준히 발표되었지만 벨의 정리를 처음으로 완전하게 검증한 실험은 1980년대 초에 이루어지게 된다. 프랑스 물리학자 아스페(A. Aspect)는 자신의 박사 논문과 이후 발간된 논문에서 벨의 부등식이 성립하지 않는다는 결론을 제시하였다. 이 실험 결과는 양자 역학이 예측한 값과 거의 일치했으므로 양자적 실체를 받아들이지 않을 수 없게 되었다. 이 실험으로 아스페는 '양자 얽힘 상태를 이용하여 벨 부등식이 성립하지 않음을 실험적으로 보였으며 양자 정보 과학에 선도적인 공적을 세웠다'라는 이유로 2022년 클라우저(J. Clauser), 자일링거(A. Zeilinger)와 함께 노벨 물리학상을 받았다.

<작성 방법>

- 밑줄 친 ㉠과 ㉡이 공통적으로 보여주는 실험의 역할을 쓰고, <자료>에서 사례를 찾아 1가지 서술할 것.
- <자료>의 (다)에서 성공적으로 수행된 결정적 실험을 찾아 쓰고, 그 근거를 서술할 것.

한국교육과정평가원

7. <자료 1>은 2022 개정 과학과 교육과정(교육부 고시 제2022-33호)의 '물리학' 과목에서 '볼록 렌즈에 의한 상'에 대한 예비 교사가 수립한 수업 계획의 일부이고, <자료 2>는 이에 대한 예비 교사와 지도 교사의 대화이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

○ **학습 주제 1**: 볼록 렌즈에 의해 상이 맺히는 과정 탐구하기

단계	교수·학습 활동
탐색	• 학생들은 볼록 렌즈 앞에 물체를 놓고 렌즈에 의해 굴절된 빛에 의한 상을 관찰한다. • 볼록 렌즈와 물체 사이의 거리를 바꾸어 가면서 상의 크기와 상의 모양이 어떻게 달라지는지 여러 물체를 이용하여 탐색한다. • 관찰 결과에서 규칙성을 찾는다.
용어 도입	• 학생들은 관찰 결과를 통해 발견한 규칙성을 발표한다. • 교사는 학생이 발견한 규칙성을 이용하여 '초점', '실상'의 용어를 제시한다.
적용	… (생략) …

○ **학습 주제 2**: 볼록 렌즈에 의한 실상을 관찰하여 상의 위치와 초점 거리 찾기

… (하략) …

<자료 2>

지도 교사: 학습 주제 1에 관한 수업은 로슨(A. Lawson)의 순환학습 모형 중 (㉠)을/를 적용한 것이네요. 탐색 단계와 용어 도입 단계를 잘 구성했네요.

예비 교사: ㉡적용 단계에서 복합 렌즈에 의해 상이 맺히는 원리를 다루는 것은 적절할까요?

… (중략) …

예비 교사: 학습 주제 2 수업에서, 실험을 통해 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리, 볼록 렌즈와 상 사이의 거리를 측정하여 초점 거리를 알아내는 수업을 계획하고 있어요.

지도 교사: 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리를 변화시켜 가면서 볼록 렌즈와 상 사이의 거리를 측정하려는군요.

예비 교사: 초점 거리보다 짧은 위치에 물체를 놓으면 스크린에 상이 맺히지 않잖아요. 학습 주제 2의 실험을 원활하게 하기 위해 실험에 사용할 볼록 렌즈의 초점 거리를 알아내는 활동을 먼저 해 보려고 해요.

지도 교사: ㉢광원 또는 물체를 이용하여 볼록 렌즈의 초점 거리를 알아내는 방법에는 어떤 것이 있을까요?

… (하략) …

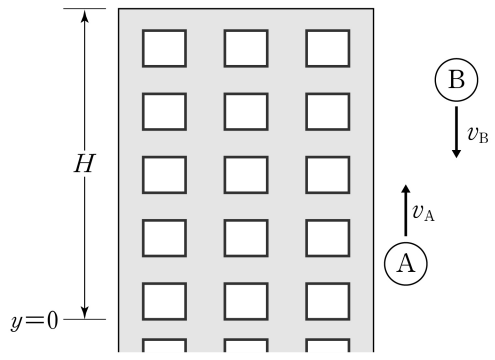
<작성 방법>

○ 괄호 안의 ㉠에 해당하는 수업 모형을 제시하고, 그 근거를 탐색 단계의 교수·학습 활동을 바탕으로 서술할 것.

○ 밑줄 친 ㉡이 적절한지를 2022 개정 과학과 교육과정에 근거하여 서술할 것.

○ 밑줄 친 ㉢에 해당하는 내용을 1가지 제시할 것.

8. 그림은 $y=0$인 지점에서 속력 v_0으로 연직 위로 던져진 물체 A와, $y=H(H>0)$인 지점에서 연직 아래로 속력 v_0으로 던져진 물체 B가 각각 속력 v_A, v_B로 운동하고 있는 것을 나타낸 것이다. A와 B는 동시에 던져졌다.

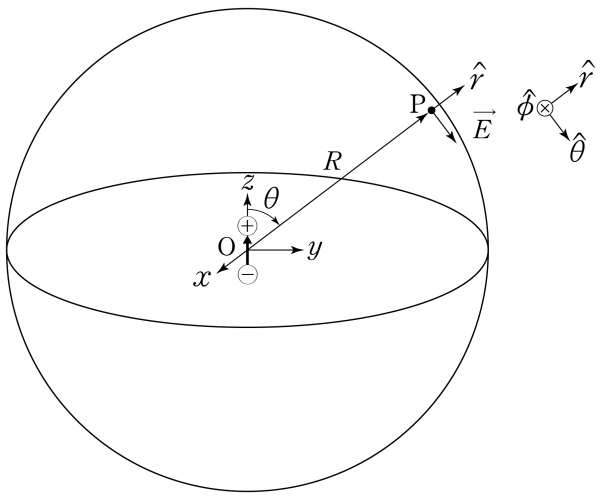


A가 $y=0$으로부터 최고점에 도달하는 동안 B가 이동한 거리를 구하시오. B가 $y=0$인 지점에 도달하는 순간의 속력을 구하시오. A와 B는 $y=h$인 지점을 각각 다른 시간에 지나고, $y=h$인 지점에서의 속력은 A가 B의 $\frac{1}{2}$배이다. h를 풀이 과정과 함께 v_0, g, H로 나타내시오. (단, 중력 가속도는 g이다. A와 B는 동일 연직면에서 운동하며 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [4점]

9. 그림은 원점 O에서 z축 방향으로 진동하는 전기 쌍극자로부터 복사되는 전자기파를 매우 먼 거리($kR \gg 1$)에서 나타낸 것이다. 반지름이 R인 구면위의 한 점 P에서 시간 t에 따른 전자기파의 전기장 $\overrightarrow{E}$는 다음과 같다.

$$\overrightarrow{E}(\theta, t) = \alpha \frac{I_0 \sin\theta}{R} \cos[\omega(t - t')]\hat{\theta}$$

α는 상수, I_0은 쌍극자에 흐르는 최대 전류의 세기, $\omega = ck$이고 k는 파수, t'은 상수이다.



전자기파가 P에서 평면파로 근사될 때, 시간 t에 따른 자기장 $\overrightarrow{B}(\theta, t)$의 크기와 방향을 각각 구하시오. <자료>를 이용하여, 구간 $0 \le t \le \frac{2\pi}{\omega}$에서 시간 t에 따른 포인팅 벡터 $\overrightarrow{S}(\theta, t)$의 시간 평균을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, c는 진공에서 빛의 속력이다.) [4점]

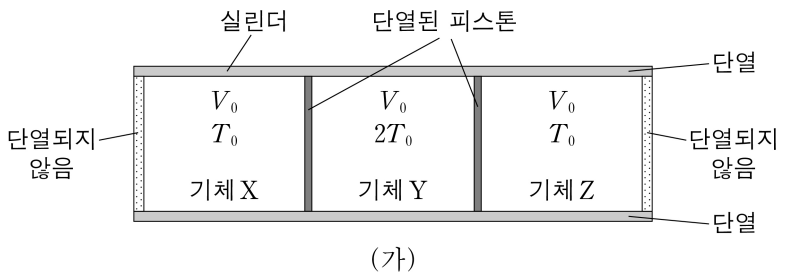
<자 료>

○ $\overrightarrow{S} = \frac{1}{\mu_0}\overrightarrow{E} \times \overrightarrow{B}$, μ_0은 진공의 투자율이다.

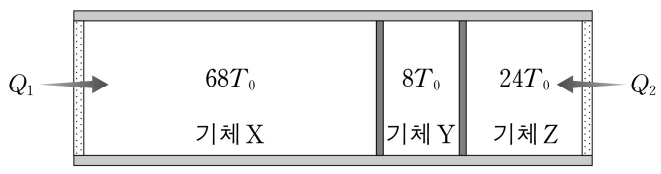
○ 주기가 T인 함수 $f(t)$의 시간평균값 : $\langle f \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt$

○ $\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \cos^2 x dx = \frac{1}{2}$

10. 그림 (가)는 두 개의 단열된 피스톤으로 구분되어 있는 절대 온도가 각각 T_0, $2T_0$, T_0인 단원자 분자 이상 기체 X, Y, Z가 같은 부피 V_0으로 역학적 평형을 이루고 있는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 기체 X에 Q_1의 열을, 기체 Z에 Q_2의 열을 외부로부터 가했더니, X, Y, Z의 절대 온도가 각각 $68T_0$, $8T_0$, $24T_0$이 되어 X, Y, Z가 역학적 평형을 이루고 있는 것을 나타낸 것이다.



(가)

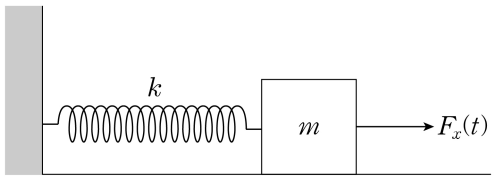


(나)

(나)에서 Y의 부피를 V_0으로 나타내고, Y의 압력을 N, k, T_0, V_0으로 나타내시오. $Q_1 + Q_2$를 풀이 과정과 함께 N, k, T_0으로 나타내시오. (단, X의 분자 수는 N이고, k는 볼츠만 상수이며, 기체가 열을 흡수한 경우에 열의 부호를 양(+)으로 한다. 피스톤과 실린더 사이의 마찰은 무시한다. 단원자 분자 이상 기체 1몰(mol)의 정압 비열과 정적 비열은 각각 $\frac{5}{2}R$, $\frac{3}{2}R$이며, R는 기체 상수이다.) [4점]

한국교육과정평가원

11. 그림은 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수 k인 용수철에 연결된 질량 m인 물체가 외부 힘 $F_x(t)=m\omega^2 A\sin(\omega t)$에 의해 x방향으로 진동하는 것을 나타낸 것이다. A와 ω는 양의 상수이고, $k=9m\omega^2$이다.



시간 t에서 물체의 평형위치로부터 변위를 $x(t)$, 물체의 속도를 $v(t)$라고 할 때, 초기 조건은 $x(0)=A$, $v(0)=\dfrac{A\omega}{8}$이다. <자료>를 이용하여, 초기 조건을 만족하는 물체의 운동 방정식의 해 $x(t)$를 풀이 과정과 함께 구하시오. 시간 $t_1=\dfrac{\pi}{2\omega}$에서 $x(t_1)$와 $v(t_1)$를 각각 구하시오. [4점]

<자 료>

○ B가 상수인 경우에 미분방정식 $\dfrac{d^2x}{dt^2}+Bx=s(t)$의 일반해는 $x=f(t)+g(t)$이다. $f(t)$는 $s(t)\neq 0$일 때의 해이고, $g(t)$는 $s(t)=0$일 때의 해이다.

12. 질량이 m이고, 전하량이 $+e$인 입자가 1차원 조화 퍼텐셜에 의해 바닥상태 $|0\rangle$에 있다. 입자의 해밀토니언 연산자 $\hat{H}_0=\dfrac{\hat{p}^2}{2m}+\dfrac{1}{2}m\omega^2\hat{x}^2$이다. 입자의 $\hat{H}_0$의 규격화된 에너지 고유상태는 에너지가 낮은 상태부터 $|0\rangle$, $|1\rangle$, $|2\rangle$, … 이다. 이때, x방향으로 세기가 α인 전기장에 의한 $\hat{H}'=-e\alpha\hat{x}$의 섭동 해밀토니언이 입자에 작용한다. <자료>를 이용하여, $\hat{H}'$에 의한 $|0\rangle$의 1차 섭동 함수 $|0'\rangle$를 구하고, $\langle 0|\hat{H}'|0'\rangle$를 구하시오. $\langle 0'|\hat{x}|0'\rangle$를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, $\hbar=\dfrac{h}{2\pi}$이고, h는 플랑크 상수이다.) [4점]

<자 료>

○ 연산자 $\hat{a}=\sqrt{\dfrac{m\omega}{2\hbar}}\,\hat{x}+i\sqrt{\dfrac{1}{2m\omega\hbar}}\,\hat{p}$이다.

○ $\hat{a}|n\rangle=\sqrt{n}\,|n-1\rangle(n\geq 1)$이고, $\hat{a}^\dagger|n\rangle=\sqrt{n+1}\,|n+1\rangle$ $(n\geq 0)$이다.

○ 1차 섭동항을 포함한 1차 섭동 함수는 $|0'\rangle=|0\rangle+\sum_{n\neq 0}\dfrac{H_{n0}'}{E_0-E_n}|n\rangle$이고 $H_{n0}'=\langle n|\hat{H}'|0\rangle$이다.

<수고하셨습니다.>