

전공 최우수자가 강의하는 전공물리

[정승현 교수]

[24년도 기출해설 및 적중정리]

박문각 임용

연세대학교 물리학과 (4년 장학)

연세대학교 물리학과 대학원

연세대 물리특기자 대표

연세대 SCC(물리 학술 동아리) 회원

現) 박문각 전공물리 전임교수

<경력 사항>

대학 조교 강의 평가 평점 최상위

물리 인증제 1급/2급 지도 경력 및 합격 경력

영국 King's college Physics Qualified Test 지도 전 과목 합격 경력

미국 대학원 입학 Test GRE Subject Physics 세계 상위 1%

정승현 전공물리 앱 개발/ 성적 프로그램 개발

<저서>

기본서 Master Key 시리즈(총 4권)

1. 정승현의 일반물리학
2. 정승현의 고전역학&전자기학
3. 정승현의 열및통계역학&양자역학
4. 정승현의 파동광학&현대물리학

기출 문제집(총 2권)

1. 정승현의 전공물리 기출문제집
2. 정승현의 과학교육론(이론+기출해설) 물리편

Contents

1) 2024 시험 총평

2) 기출 해설 정리

3) 적중 분석

4) 연간 계획

문항 분석

전공A	2교시	기입	4문항	8
		서술	8문항	32
전공B	3교시	기입	2문항	4
		서술	9문항	36

역학	4
전자기	4
광학	2
열통계	2
양자	3
현대물리	2

기본 개념과 계산력을 요구하는 문항 다수 출제
시간관리 및 검토 유무에 따른 편차 발생

과목별 분석

역학 : 중력장 가속도 및 에너지, 회전 관성 및 충돌, 1차원 충돌,
용수철 대칭성 라그랑지안

전자기 : 전자기 유도, 키리히호프, 구멍 무한 도체판, 로렌츠힘

양자역학 : 각운동량 및 섭동, 조화진동자, 스핀 연산자

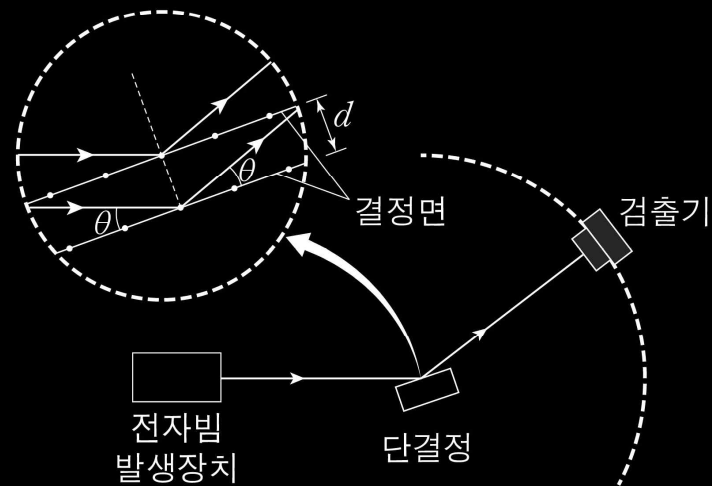
열통계 : 열기관, 보존(광자) 통계

광학 : 이중 렌즈 광학기기, 박막 간섭

현대물리 : 브래그 회절, 특수 상대론 기본

전공 A

1. 그림과 같이 전압 V 로 가속한 전자빔을 단결정에 입사시켰을 때, 결정면에서 산란된 전자 개수 분포가 특정 각도 θ 에서 1차 회절 무늬에 의한 극대값을 갖는다. 전자의 드브로이 파장 λ 를 구하고, 결정면 사이의 간격 d 를 θ 와 λ 로 구하시오. (단, 전자의 전하량은 e , 질량은 m 이고, 플랑크 상수는 h 이다. 상대론적 효과는 무시한다.) [2점]



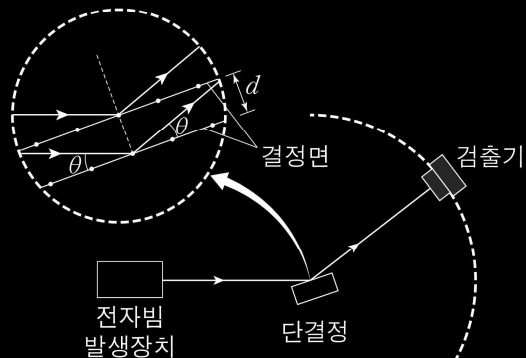
적중 분석

정승현 교수

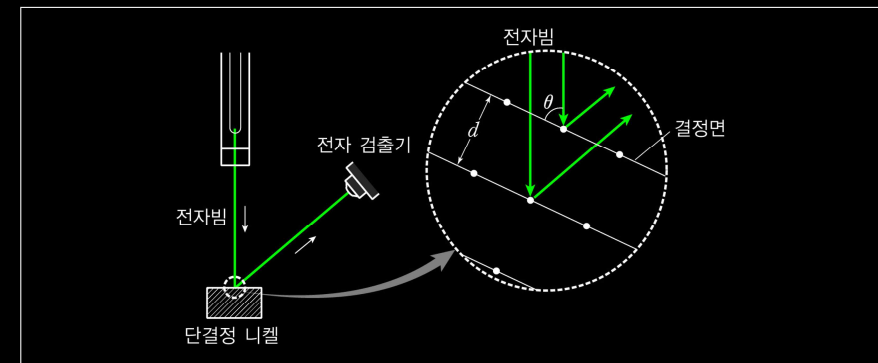
2024년 기출 A #1

이론교재 #03

1. 그림과 같이 전압 V 로 가속한 전자빔을 단결정에 입사시켰을 때, 결정면에서 산란된 전자 개수 분포가 특정 각도 θ 에서 1차 회절 무늬에 의한 극대값을 갖는다. 전자의 드브로이 파장 λ 를 구하고, 결정면 사이의 간격 d 를 θ 와 λ 로 구하시오. (단, 전자의 전하량은 e , 질량은 m 이고, 플랑크 상수는 h 이다. 상대론적 효과는 무시한다.) [2점]



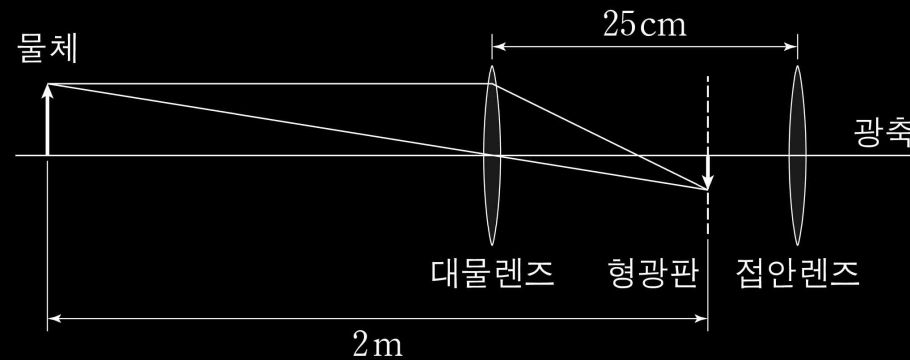
- 03 다음 그림은 데이비슨(C. Davisson)과 거머(L. Germer)가 드브로이(de Broglie) 가설을 검증한 실험을 개략적으로 나타낸 것이다. 그림과 같이 전자빔을 단결정 니켈에 입사시켰을 때, 산란된 전자 개수의 분포가 특정 각도에서 극대값을 가지게 되면, 이는 니켈의 결정면에서 산란되는 전자빔의 회절 현상으로 설명할 수 있다.



간격이 d 인 니켈의 결정면에 대해 단일 에너지를 가진 전자빔을 각 θ 로 입사시켰을 때, 전자의 1차 회절 무늬가 뚜렷하게 관측되었다. 이때 입사된 전자의 파장 λ 와 운동 에너지 K 를 구하시오. (단, 플랑크 상수는 h , 전자의 정지질량은 m_e 이고, 운동에너지 K 는 전자의 정지 질량 에너지에 비해 매우 작다.)

전공 A

2. 그림은 대물렌즈를 통해 물체에서 나오는 적외선의 상이 형광판에 맺고, 형광판에서 나온 가시광선의 상을 접안렌즈를 통해 보는 적외선 투시경의 구조를 나타낸 것이다. 두 렌즈 사이의 거리가 25cm이고 물체와 형광판 사이의 거리가 2m일 때, 초점 거리가 18cm인 대물렌즈를 통해 형광판에 상이 맺혔다.



대물렌즈와 형광판 사이의 거리를 구하시오. 접안렌즈의 초점 거리가 6cm일 때, 투시경의 횡배율을 구하시오. (단, 횡배율은 상의 크기를 물체의 크기로 나눈 값이고, 모든 광선은 근축광선이다.) [2점]

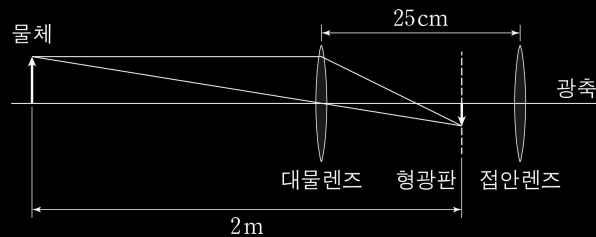
적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 A #2

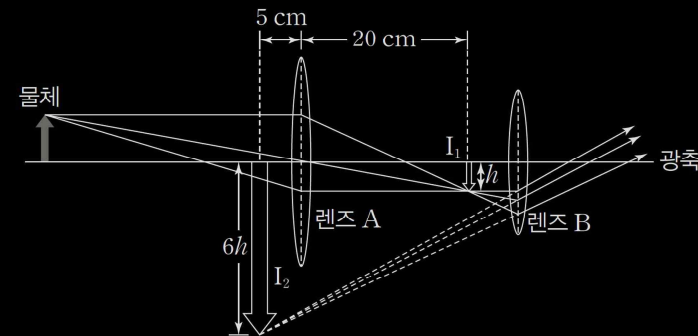
이론교재 7장 #7

2. 그림은 대물렌즈를 통해 물체에서 나오는 적외선의상이 형광판에 맺고, 형광판에서 나온 가시광선의상을 접안렌즈를 통해 보는 적외선 투시경의 구조를 나타낸 것이다. 두 렌즈 사이의 거리가 25cm이고 물체와 형광판 사이의 거리가 2m일 때, 초점 거리가 18cm인 대물렌즈를 통해 형광판에 상이 맺혔다.



대물렌즈와 형광판 사이의 거리를 구하시오. 접안렌즈의 초점 거리가 6cm일 때, 투시경의 확대율을 구하시오. (단, 확대율은 상의 크기를 물체의 크기로 나눈 값이고, 모든 광선은 근축광선이다.) [2점]

7. 그림은 광축 위에 놓인 물체에서 나온 빛의 일부가 렌즈 A, B를 통과하여 진행되는 경로와 크기가 각각 $h, 6h$ 인 상 I_1, I_2 를 나타낸 것이다. 초점거리는 A가 B의 2배이고, A에서 I_1, I_2 사이의 거리는 각각 20cm, 5cm이다.



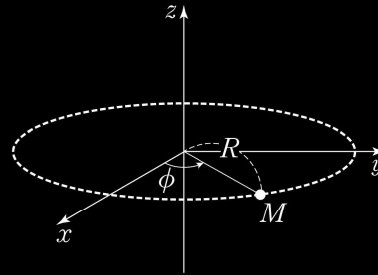
렌즈 A의 초점거리 f_A 를 구하고, 물체의 크기를 h 로 표현하시오. 7.

전공 A

3. 질량이 M , 반지름이 R 인 지구의 탈출 속력은 v_0 이다. 지표면에서 질량 m 인 물체를 속력 $v = \alpha v_0$ 으로 연직상방으로 쏘아 올렸을 때, 물체가 도달할 수 있는 지표면으로부터의 최대 높이를 α 와 R 로 나타내시오. 물체가 최대 높이에 도달했을 때, 중력 가속도가 지표면의 중력 가속도의 $\frac{1}{4}$ 이 되는 α 를 구하시오. [2점]

전공 A

4. 그림은 스핀이 없고 전하를 띤 질량 M 인 입자가 xy 평면에서 반지름 R 인 원 궤도에 속박되어 있는 것을 나타낸 것이다.



이 입자의 규격화된 에너지 고유함수 $\psi_n(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{in\phi}$ 에 대응하는 에너지 고유값 E_n 을 구하시오. 세기가 약하고 균일한 자기장 $\vec{B} = B_0 \hat{z}$ 을 가했을 때, 섭동항 $H' = -\frac{\mu}{\hbar} B_0 L_z$ 에 의한 E_n 의 변화량을 구하시오. (단, n 은 정수이고, μ , B_0 은 양의 상수이다. $\hbar$ 는 플랑크 상수이다.) [2점]

<자 료>

○ 질량이 m 이고 반지름 r 인 원 궤도에 속박된 입자의 해밀토니언:

$$H_0 = \frac{L_z^2}{2mr^2}, \quad \left(L_z = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial \phi} \right)$$

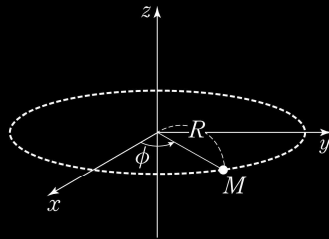
적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 A #4

실전문풀2강 #12

4. 그림은 스핀이 없고 전하를 띤 질량 M 인 입자가 xy 평면에서 반지름 R 인 원 궤도에 속박되어 있는 것을 나타낸 것이다.



이 입자의 규격화된 에너지 고유함수 $\psi_n(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{in\phi}$ 에 대응하는 에너지 고유값 E_n 을 구하시오. 세기가 약하고 균일한 자기장 $\vec{B} = B_0 \hat{z}$ 을 가했을 때, 섭동항 $H' = -\frac{\mu}{\hbar} B_0 L_z$ 에 의한 E_n 의 변화량을 구하시오. (단, n 은 정수이고, μ , B_0 은 양의 상수이다. $\hbar$ 는 플랑크 상수이다.) [2점]

12. 반지름이 일정한 원 궤도를 따라 운동하는 입자의 규격화된 파동 함수는 다음과 같다.

$$\psi_m(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi}$$

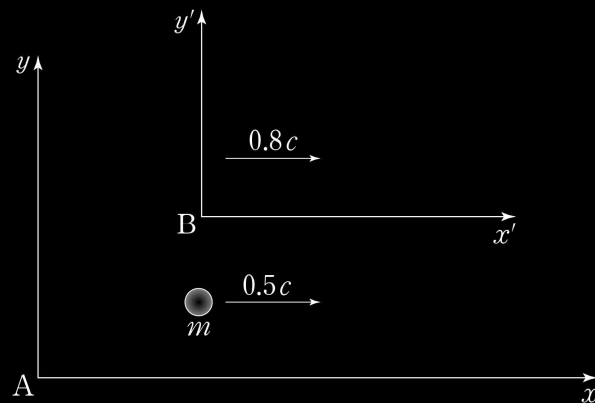
여기서 ϕ 는 회전각이고, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 이다. 이때 각운동량 z 축성분 연산자 $L_z = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial \phi}$ 이고 입자의 해밀토니안은 다음과 같이 주어진다.

$$H = \frac{L_z^2}{2I}$$

여기서 I 는 양의 상수이다. 입자의 바닥 상태 고유함수와 고유 에너지를 각각 구하시오. 또한 H 에 섭동 해밀토니안 $H' = \frac{V_0}{2} (3 \cos^2 \phi - 1)$ 이 주어질 때, 바닥 상태 에너지 고유값의 1차 보정값 $\Delta E_0^{(1)}$ 을 구하시오. (단, V_0 는 양의 상

전공 A

8. 그림과 같이 관성계 A에 대해 관성계 B가 속력 $0.8c$ 로 x 축을 따라 운동하고 있고, 정지질량 m 인 입자는 A에 대해 속력 $0.5c$ 로 x 축을 따라 운동하고 있다. A에서 측정한 입자의 운동량을 구하시오. B에서 측정한 입자의 속력을 풀이 과정과 함께 구하고, 총에너지를 구하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.) [4점]



<자 료>

- A에 대해 B가 $+x$ 방향으로 속력 v 로 등속운동할 때, 두 좌표계 사이의 로렌츠 변환식은 다음과 같다.

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

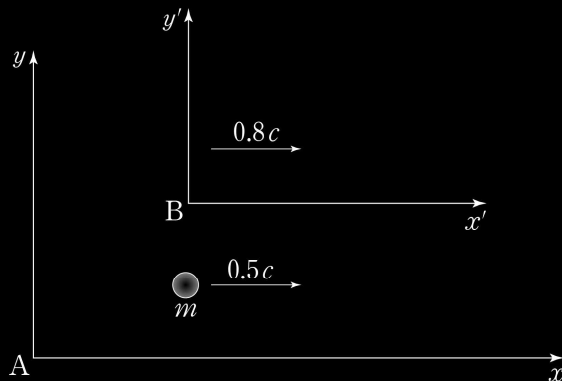
적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 A #8

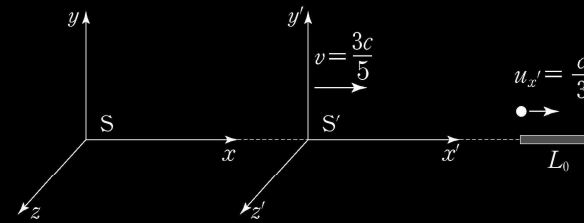
통합모의 1차 A#10

8. 그림과 같이 관성계 A에 대해 관성계 B가 속력 $0.8c$ 로 x 축을 따라 운동하고 있고, 정지질량 m 인 입자는 A에 대해 속력 $0.5c$ 로 x 축을 따라 운동하고 있다. A에서 측정한 입자의 운동량을 구하시오. B에서 측정한 입자의 속력을 풀이 과정과 함께 구하고, 총에너지를 구하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.) [4점]



현대 a10

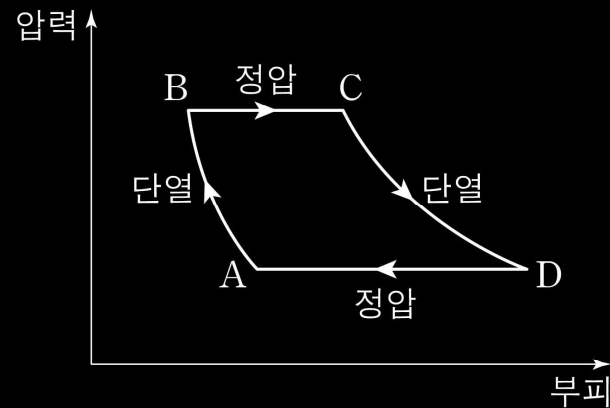
7. 그림과 같이 관성계 S' 은 관성계 S 에 대해 x 축 방향으로 $v = \frac{3c}{5}$ 의 속력으로 운동한다. 고유 길이 L_0 인 막대는 S' 에 대해 정지해 있고, 정지 질량이 m 인 입자가 S' 에 대해 $u_{x'} = \frac{c}{3}$ 의 속력으로 x 축 방향으로 움직이고 있다.



- 관성계 S 에 측정한 우주선 길이 L 과 입자의 상대론적 총에너지 E 를 각각 구하시오. 또한 관성계 S 에서 입자가 막대를 통과하는 데까지 걸린 시간을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, c 는 진공에서 빛의 속력이다.) [4점]

전공 A

9. 그림은 열기관에 사용된 1몰(mol)의 단원자 분자 이상기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 의 경로를 따라 변할 때, 기체의 압력과 부피 관계를 나타낸 것이다. $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$ 는 단열, $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ 는 정압 과정이다. A, B, C, D에서의 온도는 각각 T_A , T_B , T_C , T_D 이다.



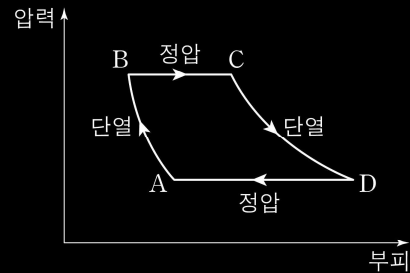
$B \rightarrow C$ 과정에서 기체에 흡수되는 열과 이 열기관의 효율을 제시된 온도 값으로 나타내시오. $C \rightarrow D$ 과정에서 기체가 한 일을 풀이 과정과 함께 제시된 온도 값으로 구하시오. [4점]

적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 A #9

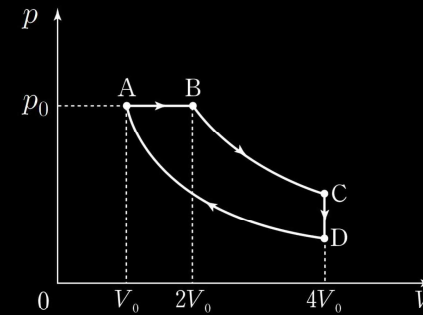
9. 그림은 열기관에 사용된 1몰(mol)의 단원자 분자 이상기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 의 경로를 따라 변할 때, 기체의 압력과 부피 관계를 나타낸 것이다. $A \rightarrow B$, $C \rightarrow D$ 는 단열, $B \rightarrow C$, $D \rightarrow A$ 는 정압 과정이다. A, B, C, D에서의 온도는 각각 T_A , T_B , T_C , T_D 이다.



$B \rightarrow C$ 과정에서 기체에 흡수되는 열과 이 열기관의 효율을 제시된 온도 값으로 나타내시오. $C \rightarrow D$ 과정에서 기체가 한 일을 풀이 과정과 함께 제시된 온도 값으로 구하시오. [4점]

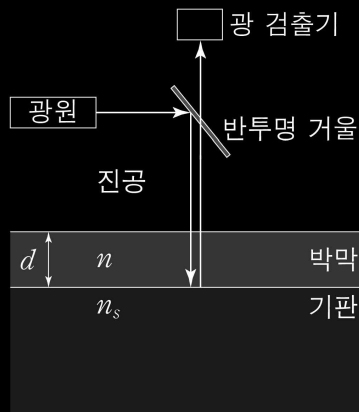
실전모의 2차 B#2

2. 그림은 1몰의 단원자 분자 이상기체가 상태 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 를 따라 순환하는 열역학적 과정에서 압력 p 와 부피 V 사이의 관계를 나타낸 그래프이다. $A \rightarrow B$ 는 등압 과정, $C \rightarrow D$ 는 등적 과정, $B \rightarrow C$ 와 $D \rightarrow A$ 는 등온 과정이다.

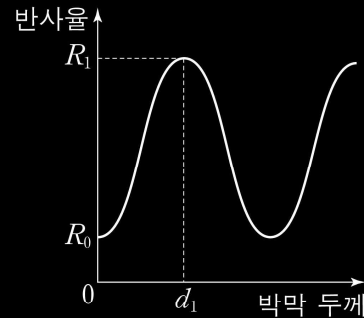


한 순환 과정 동안 기체가 한일 W 를 구하시오. $A \rightarrow B \rightarrow C$ 에서 이상기체의 엔트로피 변화량의 크기를 R 로 구하시오. (단, R 은 기체 상수이다.) [2점]

10. 그림 (가)는 진공에서의 파장이 λ 인 빛을 이용하여 기판 위에 놓인 두께 d 인 박막의 반사율을 측정하는 장치를 나타낸 것이다. 기판의 굴절률은 n_s 이며 박막의 굴절률은 n 이다. 그림 (나)는 $n > n_s$ 일 때 (가)에서 두께 d 를 변화시키며 측정한 반사율을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

<자 료>

○ 그림 (가)와 같은 장치에서 빛의 반사율 :

$$R = \frac{n^2(n_s - 1)^2 \cos^2 \delta + (n^2 - n_s)^2 \sin^2 \delta}{n^2(n_s + 1)^2 \cos^2 \delta + (n^2 + n_s)^2 \sin^2 \delta}, \quad \left(\delta = 2\pi \frac{d}{\lambda/n} \right)$$

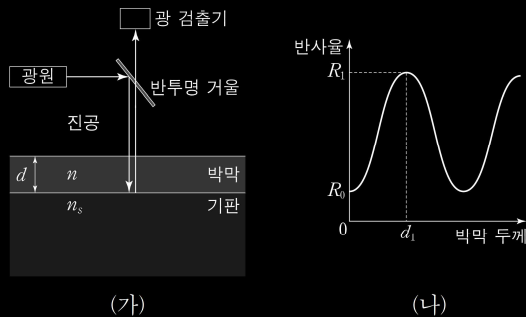
반사율이 R_1 이 되는 최소 박막 두께 d_1 을 풀이 과정과 함께 구하시오. 최소 반사율이 $R_0 = 0.04$ 이고 최대 반사율이 $R_1 = 0.25$ 일 때, n_s 와 n 을 구하시오. (단, 기판으로 투과된 빛은 되돌아오지 않는다. 진공의 굴절률은 1이다.) [4점]

적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 A #10

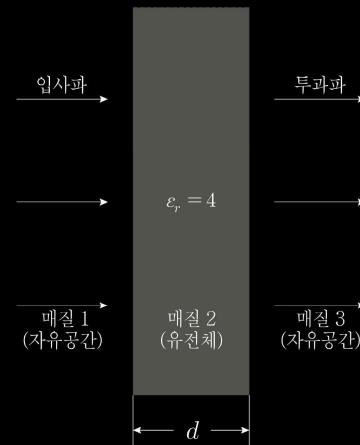
10. 그림 (가)는 진공에서의 파장이 λ 인 빛을 이용하여 기관 위에 놓인 두께 d 인 박막의 반사율을 측정하는 장치를 나타낸 것이다. 기관의 굴절률은 n_s 이며 박막의 굴절률은 n 이다. 그림 (나)는 $n > n_s$ 일 때 (가)에서 두께 d 를 변화시키며 측정한 반사율을 나타낸 것이다.



반사율이 R_1 이 되는 최소 박막 두께 d_1 을 풀이 과정과 함께 구하시오. 최소 반사율이 $R_0 = 0.04$ 이고 최대 반사율이 $R_1 = 0.25$ 일 때, n_s 와 n 을 구하시오. (단, 기관으로 투과된 빛은 되돌아오지 않는다. 진공의 굴절률은 1이다.) [4점]

실전모의 6차 A#11

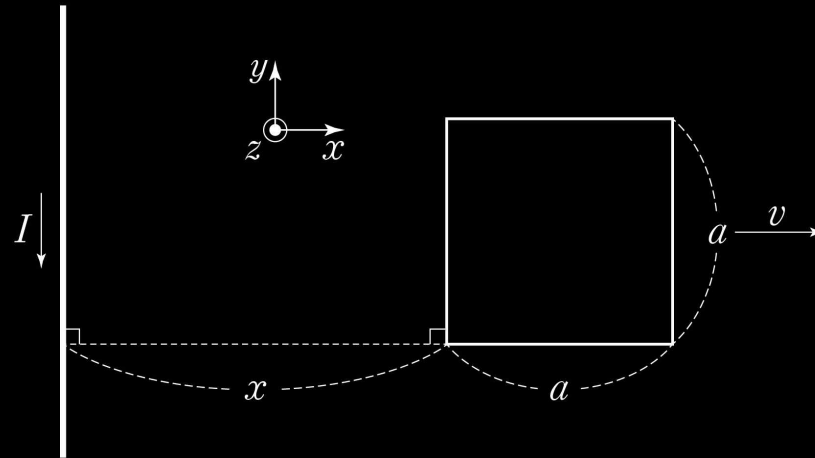
11. 그림과 같이 유전율이 ϵ_0 인 자유공간과 두께가 d 이고 상대 유전율을 $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = 4$ 인 유전체가 있다. 자유 공간에서 파장이 λ 인 선형 편광된 평면파가 유전체 경계면에 수직으로 진행하며, 진공과 유전체의 자기 투자율은 μ_0 로 동일하다. 입사파의 세기는 I_{in} 이고, 매질 2와 매질 3의 경계면에서 투과파의 세기는 I_t 이다.



매질 1과 매질 2의 경계면에서 반사파와 매질 2와 매질 3의 경계면에서 반사파가 상쇄간섭을 하기 위한 유전체의 두께 d 의 최솟값을 구하시오. 또한 이때 두 파의 광경로차 크기를 구하시오. 그리고 투과율 $T = \frac{I_t}{I_{in}}$ 을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 유전체는 균일하고 등방적이며 선형적이다. 상쇄간섭은 세기가 최소가 되는 상태를 의미한다.) [4점]

전공 A

11. 그림은 xy 평면상에서 무한히 긴 직선 도선에 $-y$ 방향으로 일정한 전류 I 가 흐르고, 한 변의 길이 a 인 정사각형 도체 고리가 도선으로부터 x 만큼 떨어진 지점을 일정한 속도 $\vec{v} = v\hat{x}$ 로 움직이고 있는 한 순간을 나타낸 것이다. 이때 고리를 통과하는 자기선속 Φ 를 구하시오. 고리에 유도되는 기전력을 풀이 과정과 함께 구하고, 유도 전류의 방향을 구하시오. (단, 고리의 자체 유도는 무시하고, 공간의 투자율은 μ_0 이다.) [4점]



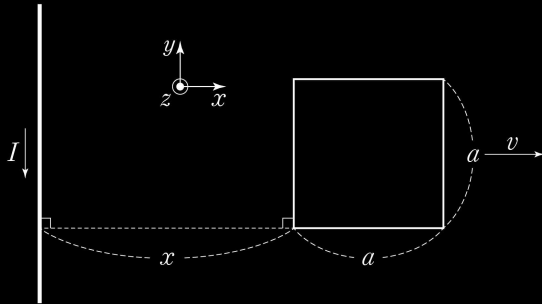
적중 분석

정승현 교수

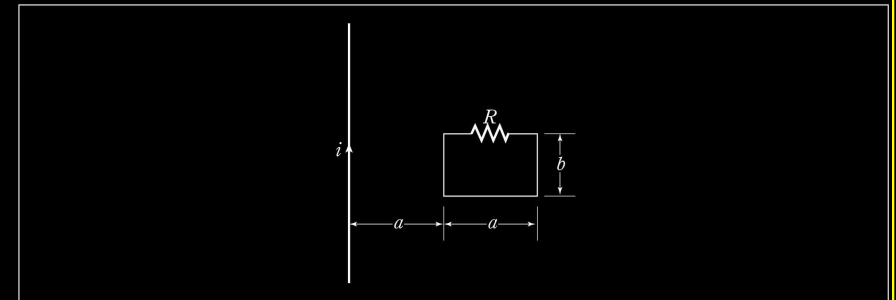
2024년 기출 A #11

이론교재 10장 #10

11. 그림은 xy 평면상에서 무한히 긴 직선 도선에 $-y$ 방향으로 일정한 전류 I 가 흐르고, 한 변의 길이 a 인 정사각형 도체 고리가 도선으로부터 x 만큼 떨어진 지점을 일정한 속도 $\vec{v} = v\hat{x}$ 로 움직이고 있는 한 순간을 나타낸 것이다. 이때 고리를 통과하는 자기선속 Φ 를 구하시오. 고리에 유도되는 기전력을 풀이 과정과 함께 구하고, 유도 전류의 방향을 구하시오. (단, 고리의 자체 유도는 무시하고, 공간의 투자율은 μ_0 이다.) [4점]



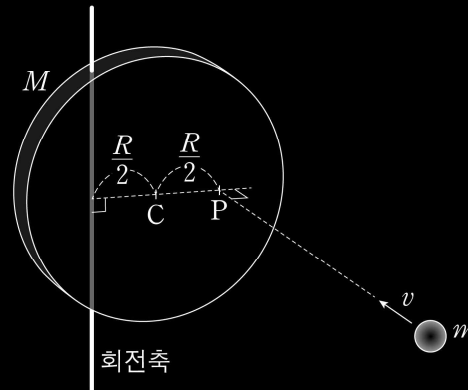
- 10 다음 그림과 같이 무한히 긴 직선 도선 주위에 가로 a , 세로 b 의 직사각형 도선이 거리 a 만큼 떨어져 위치하고 있다. 직선 도선에는 $i = I_0 \sin \omega t$ 인 전류가 흐르고 있으며, 직선 도선과 직사각형 도선은 같은 평면상에 존재한다. 직사각형 도선에는 저항값이 R 인 저항이 연결되어 있다.



이때 직사각형 도선에 흐르는 유도전류의 세기를 구하시오. 또한 $t = \frac{\pi}{\omega}$ 일 때 직사각형 도선에 흐르는 전류의 방향을 쓰시오. 그리고 직선 도선과 직사각형 도선 사이의 상호 유도계수 M 을 구하시오. (단, 진공의 투자율은 μ_0 이다.)

전공 A

12. 그림은 질량 m 인 물체가 원판에 수직인 방향으로 원판 위의 점 P를 향해 일정한 속력 v 로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 원판은 고정된 회전축을 포함한 평면 위에 정지해 있고, 밀도는 균일하며, 질량은 M , 반지름은 R 이다. 원판의 중심 C에서 회전축 사이의 거리와 C에서 P까지 거리는 각각 $\frac{R}{2}$ 이다.



회전축에 대한 원판의 관성모멘트를 구하고, 물체가 충돌하는 동안 회전축이 원판에 준 충격량의 크기를 구하시오. 물체가 P에서 탄성 충돌 후, 물체는 정지하고 원판은 회전축을 중심으로 회전할 때, $\frac{M}{m}$ 을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 원판의 두께, 충돌하는 데 걸리는 시간, 마찰, 공기 저항, 중력은 무시한다.) [4점]

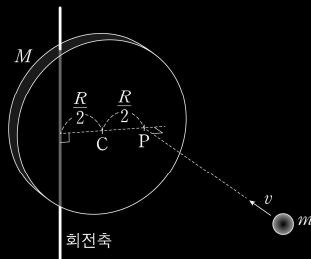
적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 A #12

실전모의 4차 A#8

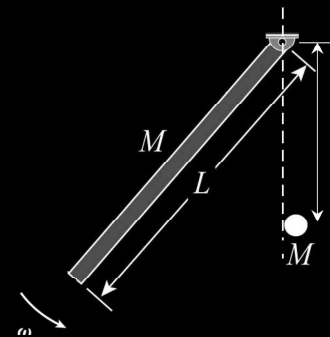
12. 그림은 질량 m 인 물체가 원판에 수직인 방향으로 원판 위의 점 P를 향해 일정한 속력 v 로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 원판은 고정된 회전축을 포함한 평면 위에 정지해 있고, 밀도는 균일하며, 질량은 M , 반지름은 R 이다. 원판의 중심 C에서 회전축 사이의 거리와 C에서 P까지 거리는 각각 $\frac{R}{2}$ 이다.



회전축에 대한 원판의 관성모멘트를 구하고, 물체가 충돌하는 동안 회전축이 원판에 준 충격량의 크기를 구하시오. 물체가 P에서 탄성 충돌 후, 물체는 정지하고 원판은 회전축을 중심으로 회전할 때, $\frac{M}{m}$ 을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 원판의 두께, 충돌하는 데 걸리는 시간, 마찰, 공기 저항, 중력은 무시한다.) [4점]

역학 a8

8. 그림은 수평면 위에서 고정점에 한쪽 끝이 고정되어 일정한 각속력 ω 로 회전하고 있는 질량이 M 이고 길이가 L 인 막대를 나타낸 것이다. 그리고 질량이 M 으로 동일한 물체는 고정점과 거리 x ($0 < x < L$)인 지점에 정지상태에 있다. 두 물체가 탄성 충돌하여 막대는 정지하고, 물체는 v 의 속력으로 오른쪽 방향으로 움직인다.



속력 v 를 ω, L 로 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 거리 x 를 L 로 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다. 막의 질량 중심에 대한 회전 관성 모멘트는 $\frac{1}{12}ML^2$ 이다.) [4점]

전공 B 1. 질량 m 인 입자가 다음과 같은 1차원 조화 퍼텐셜

$$V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$$

에 갇혀있다. 이 입자의 규격화된 파동함수는

$$\psi(x) = \alpha\psi_0 + \beta\psi_2 + \frac{1}{2}\psi_3$$

이고, α 와 β 는 양의 실수이다. ψ_n 은 1차원 조화 퍼텐셜에 있는 입자의 규격화된 고유함수이며, $n=0,1,2,\dots$ 이다. 입자를 바닥상태($n=0$)에서 발견할 확률은 세 번째 들뜬상태($n=3$)에서 발견할 확률과 같다. $\frac{\alpha}{\beta}$ 와 에너지의 기댓값을 구하시오. (단, ω 는 양의 상수이다.) [2점]

적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 B #1

실전문풀 2장 #2

1. 질량 m 인 입자가 다음과 같은 1차원 조화 퍼텐셜

$$V(x) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

에 갇혀있다. 이 입자의 규격화된 파동함수는

$$\psi(x) = \alpha \psi_0 + \beta \psi_2 + \frac{1}{2} \psi_3$$

이고, α 와 β 는 양의 실수이다. ψ_n 은 1차원 조화 퍼텐셜에 있는 입자의 규격화된 고유함수이며, $n = 0, 1, 2, \dots$ 이다. 입자를 바닥상태 ($n=0$)에서 발견할 확률은 세 번째 들뜬상태($n=3$)에서 발견할 확률과 같다. $\frac{\alpha}{\beta}$ 와 에너지의 기댓값을 구하시오. (단, ω 는 양의 상수이다.) [2점]

2. 질량 m 인 입자가 1차원 퍼텐셜 $V(x) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$ 안에 놓여 있다.

$t=0$ 일 때 규격화된 파동 함수는 다음과 같다.

$$\psi(x, t=0) = \sqrt{\frac{2}{3}} \phi_0(x) + i \frac{1}{\sqrt{3}} \phi_1(x), \text{ 여기서 } \phi_n \text{은 규격화된 고유함}$$

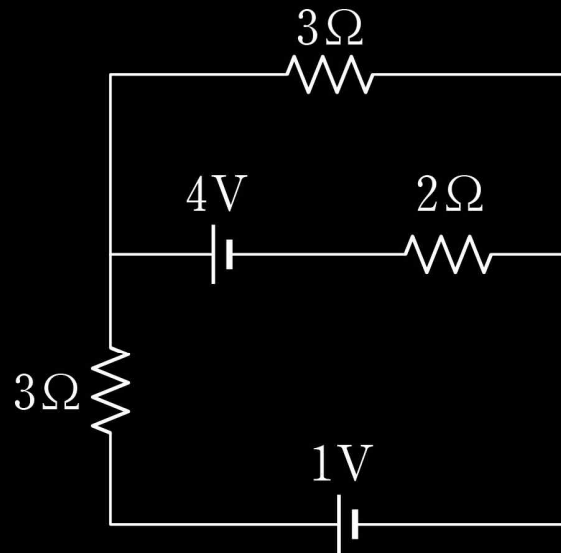
수이다. $x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} (a^\dagger + a)$ 이고, 입자의 고유벡터가 $|n\rangle$ 일 때

$$a|n\rangle = \sqrt{n}|n-1\rangle, a^\dagger|n\rangle = \sqrt{n+1}|n+1\rangle \text{이다.}$$

$t > 0$ 일 때, 파동 함수 $\psi(x, t)$ 를 구하시오. 또한 에너지 기댓값 $\langle E \rangle$ 와 위치의 기댓값 $\langle x \rangle$ 를 각각 구하시오.

전공 B

2. 그림과 같이 저항값이 각각 3Ω , 3Ω , 2Ω 인 저항, 기전력이 각각 $4V$, $1V$ 인 전원이 연결된 회로가 있다. 저항값이 2Ω 인 저항에 흐르는 전류의 세기와 소모 전력을 구하시오. [2점]



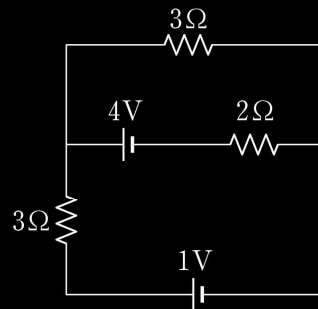
적중 분석

정승현 교수

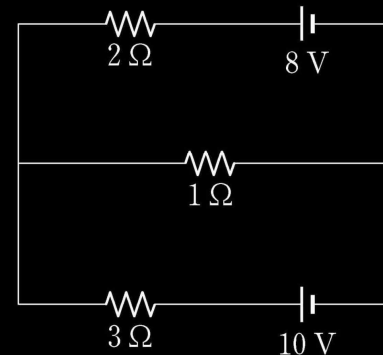
2024년 기출 B #2

기출동형 1강 #2/ 실전 1강 #1

2. 그림과 같이 저항값이 각각 3Ω , 3Ω , 2Ω 인 저항, 기전력이 각각 $4V$, $1V$ 인 전원이 연결된 회로가 있다. 저항값이 2Ω 인 저항에 흐르는 전류의 세기와 소모 전력을 구하시오. [2점]

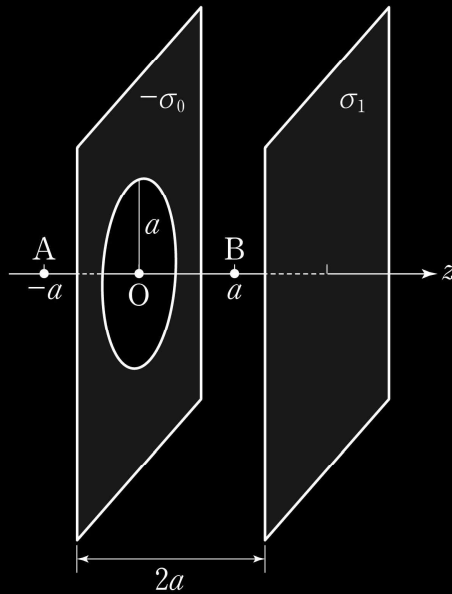


2. 그림은 저항값이 1Ω , 2Ω , 3Ω 인 3개의 저항과 전압이 $8V$ 와 $10V$ 인 2개의 직류 전원으로 구성된 회로를 나타낸 것이다.



- 저항값이 1Ω 인 저항에 흐르는 전류의 세기와 저항값이 3Ω 인 저항에서 소비되는 전력을 각각 구하시오.

6. 그림은 균일한 면전하 밀도 $-\sigma_0$ 로 대전된 무한 평면에 반지름 a 인 원형 구멍을 뚫은 평면과 균일한 면전하 밀도 σ_1 로 대전된 무한 평면이 나란히 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. 공간의 유전율은 ϵ_0 이고, 두 평면은 $2a$ 만큼 떨어져 있다. 지점 A에서 전기장과 전위가 모두 0일 때, $\frac{\sigma_1}{\sigma_0}$ 과 지점 B에서 전기장의 크기를 구하고, B에서 전위를 풀이 과정과 함께 구하시오. [4점]



<자 료>

- 반지름 R 인 원판에 전하가 σ 로 균일하게 대전되어 있을 때, 원판의 중심을 원점으로 하고 원판에 수직인 z 축 상의 점에서 전기장은 아래와 같다.

$$\vec{E}(z) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{|z|}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right) \frac{z}{|z|} \hat{z}$$

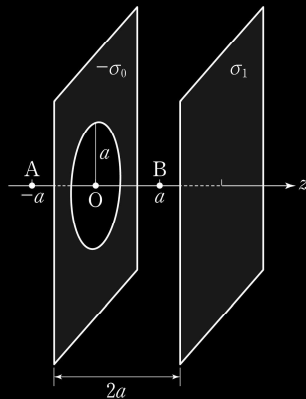
- $\int \frac{x}{\sqrt{x^2 + \alpha^2}} dx = \sqrt{x^2 + \alpha^2} + C$

적중 분석

정승현 교수

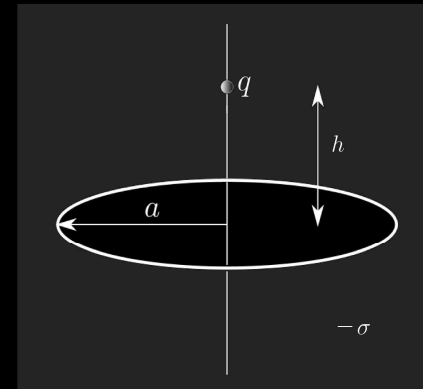
2024년 기출 B #6

6. 그림은 균일한 면전하 밀도 $-\sigma_0$ 으로 대전된 무한 평면에 반지름 a 인 원형 구멍을 뚫은 평면과 균일한 면전하 밀도 σ_1 로 대전된 무한 평면이 나란히 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. 공간의 유전율은 ϵ_0 이고, 두 평면은 $2a$ 만큼 떨어져 있다. 지점 A에서 전기장과 전위가 모두 0일 때, $\frac{\sigma_1}{\sigma_0}$ 과 지점 B에서 전기장의 크기를 구하고, B에서 전위를 풀이 과정과 함께 구하시오. [4점]



실전문풀 2강 #8

8. 그림과 같이 두께를 무시할 수 있는 얇은 원판에 표면 전하 밀도 $-\sigma$ 로 균일하게 전하가 분포되어 있다. 원판에는 반지름이 a 인 구멍이 뚫려 있으며 구멍의 중심축을 따라 h 만큼 떨어진 지점에 질량이 m 이고 전하량이 q 인 전하가 놓여 있다.



전하 q 가 받는 힘의 크기를 구하시오. 또한 전하 q 의 전기적 퍼텐셜 에너지 U 를 구하시오. 그리고 전하가 초기 위치 $h = \sqrt{3}a$ 인 지점에서 자유롭게 움직일 때 속력의 최대값을 구하시오. (단, 공간의 유전율은 ϵ_0 이고, $\sigma > 0$ 이다. 전기적 퍼텐셜 에너지의 기준점은 구멍의 중심으로 한다.)

<자 료>

$$\int \frac{x}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dx = -\frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$\int \frac{x}{(x^2 + a^2)^{1/2}} dx = \sqrt{x^2 + a^2}$$

전공 B

7. 스핀 $\frac{1}{2}$ 인 입자의 스핀 상태가 다음과 같은 스피너로 주어져 있다.

$$\chi = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} -3i \\ 4 \end{pmatrix}$$

<자료>를 이용하여 S^2 과 $[S_y, S_z]$ 의 기댓값을 각각 구하고, S_x 의 측정값이 $\frac{\hbar}{2}$ 일 확률을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, $\hbar$ 는 플랑크 상수이다.) [4점]

—<자 료>—

○ 두 연산자 A, B 의 교환관계식은 $[A, B] = AB - BA$ 이다.

○ 스핀 연산자 $\vec{S} = (S_x, S_y, S_z)$ 에 대해

$$S_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, S_y = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, S_z = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \text{이다.}$$

○ $S^2 = S_x^2 + S_y^2 + S_z^2$ 이다.

적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 B #7

통합모의 4차 A#3

7. 스핀 $\frac{1}{2}$ 인 입자의 스핀 상태가 다음과 같은 스피너로 주어졌다.

$$\chi = \frac{1}{5} \begin{pmatrix} -3i \\ 4 \end{pmatrix}$$

<자료>를 이용하여 S^2 과 $[S_y, S_z]$ 의 기댓값을 각각 구하고, S_x 의 측정값이 $\frac{\hbar}{2}$ 일 확률을 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, $\hbar$ 는 플랑크 상수이다.) [4점]

<자 료>

- 두 연산자 A, B 의 교환관계식은 $[A, B] = AB - BA$ 이다.
- 스핀 연산자 $\vec{S} = (S_x, S_y, S_z)$ 에 대해
$$S_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, S_y = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, S_z = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$
이다.
- $S^2 = S_x^2 + S_y^2 + S_z^2$ 이다.

3. 스핀이 $\frac{1}{2}$ 인 입자가 다음과 같은 규격화된 양자 상태에 있다.

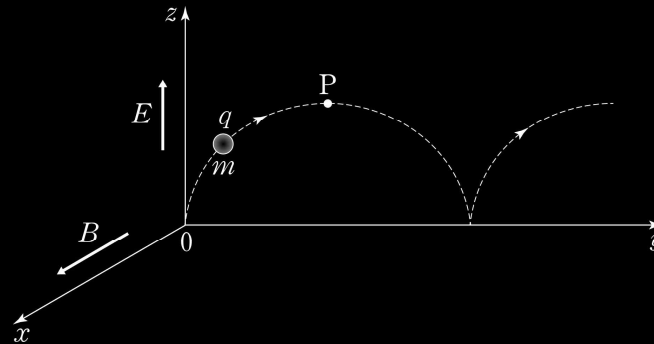
$$\psi = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1+i \\ 1 \end{pmatrix}$$

S_x 의 측정값이 $+\frac{\hbar}{2}$ 일 확률 $P(S_x = +\frac{\hbar}{2})$ 과 S_z 의 기댓값 $\langle S_z \rangle$ 를 각각 구하시오. (단, $S_x = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, S_z = \frac{\hbar}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ 이다.) [2점]

전공 B

8. 그림은 질량 m , 전하량 q 인 입자를 균일한 전기장 $\vec{E} = E\hat{z}$ 과 균일한 자기장 $\vec{B} = B\hat{x}$ 영역의 원점에 가만히 두었을 때, 각진동수 $\omega = \frac{qB}{m}$ 인 사이클로이드 운동하는 것을 나타낸 것이다.

입자의 위치는 $y(t) = \left(\frac{E}{B}\right)t - C\sin\omega t$, $z(t) = C(1 - \cos\omega t)$ 이다.



$t=0$ 에서 원점에 놓인 입자의 속력이 0이 되기 위한 상수 C 를 구하고, 입자가 사이클로이드 곡선의 최고점 P에 도달하는 시간을 구하시오. P에서 입자가 받는 전기력의 크기를 F_E , 자기력의 크기를 F_M 이라 할 때, $\frac{F_E}{F_M}$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 입자의 크기와 중력은 무시한다.) [4점]

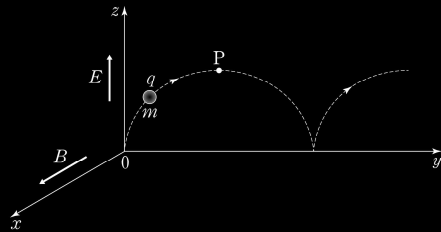
적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 B #8

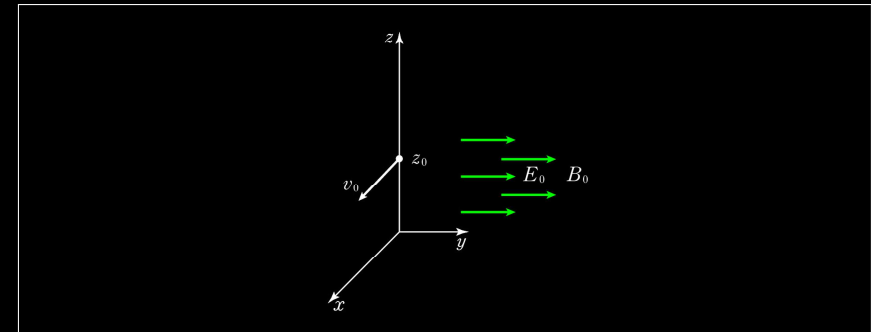
이론교재 3장 #3

8. 그림은 질량 m , 전하량 q 인 입자를 균일한 전기장 $\vec{E} = E\hat{z}$ 과 균일한 자기장 $\vec{B} = B\hat{x}$ 영역의 원점에 가만히 두었을 때, 각진동수 $\omega = \frac{qB}{m}$ 인 사이클로이드 운동하는 것을 나타낸 것이다. 입자의 위치는 $y(t) = \left(\frac{E}{B}\right)t - C\sin\omega t$, $z(t) = C(1 - \cos\omega t)$ 이다.



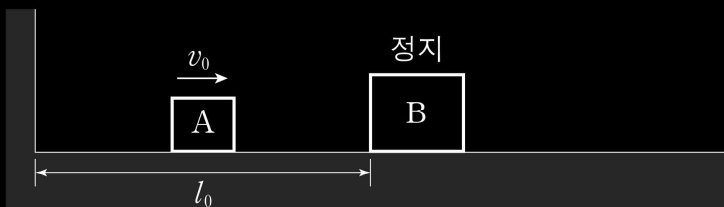
$t=0$ 에서 원점에 놓인 입자의 속력이 0이 되기 위한 상수 C 를 구하고, 입자가 사이클로이드 곡선의 최고점 P에 도달하는 시간을 구하시오. P에서 입자가 받는 전기력의 크기를 F_E , 자기력의 크기를 F_M 이라 할 때, $\frac{F_E}{F_M}$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 입자의 크기와 중력은 무시한다.) [4점]

- 03 다음 그림과 같이 전하량이 q 이고 질량이 m 인 입자가 초기 속도 $\vec{v}(t=0) = (v_0, 0, 0)$, 초기 위치 $\vec{S}(t=0) = (0, 0, z_0)$ 에서 전기장 $\vec{E} = E_0\hat{y}$, 자기장 $\vec{B} = B_0\hat{y}$ 인 영역에 입사되었다.



이때 시간에 따른 전하의 속도 $\vec{v}(t)$ 와 위치 $\vec{S}(t)$ 를 구하시오.

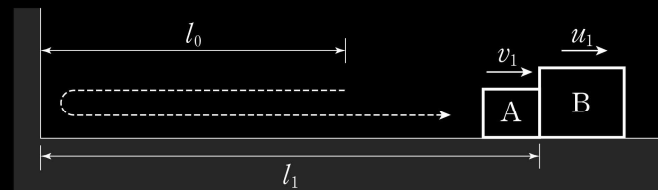
9. 그림 (가)는 물체 A가 정지해 있는 물체 B를 향해 속력 v_0 으로 수평면 상에서 운동하는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)와 같이 A와 B는 벽으로부터의 거리가 l_0 인 지점에서 충돌한 후, A가 v_1 , B가 u_1 의 속력으로 서로 반대 방향으로 운동한다. 그림 (다)와 같이 A는 벽과 충돌하여 되돌아와 벽으로부터 거리가 l_1 인 지점에서 B와 충돌한다. A와 B의 질량은 각각 m , $5m$ 이다.



(가)



(나)



(다)

u_1 을 v_0 , v_1 로 나타내고, $\frac{v_1}{v_0}$ 을 풀이 과정과 함께 구하시오. $\frac{l_1}{l_0}$ 을 구하시오. (단, 모든 충돌은 탄성충돌이고, 물체의 크기, 물체와 바닥 면 사이의 마찰은 무시한다.) [4점]

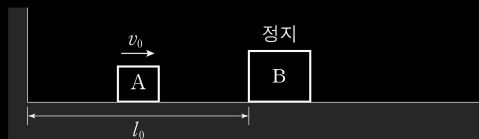
적중 분석

정승현 교수

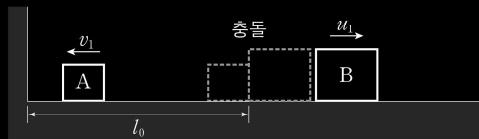
2024년 기출 B #9

이론교재 3강 #6

9. 그림 (가)는 물체 A가 정지해 있는 물체 B를 향해 속력 v_0 으로 수평면 위에서 운동하는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)와 같이 A와 B는 벽으로부터의 거리가 l_0 인 지점에서 충돌한 후, A가 v_1 , B가 u_1 의 속력으로 서로 반대 방향으로 운동한다. 그림 (다)와 같이 A는 벽과 충돌하여 되돌아와 벽으로부터 거리가 l_1 인 지점에서 B와 충돌한다. A와 B의 질량은 각각 m , $5m$ 이다.

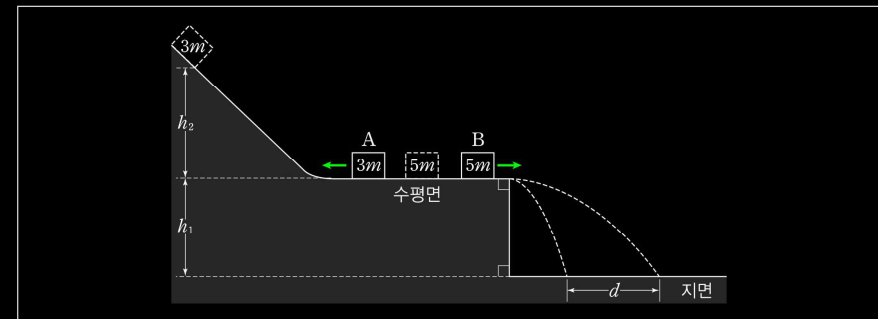


(가)



(나)

- 06 다음 그림은 지면으로부터 높이 $h_1 + h_2$ 인 지점에 물체 A를 가만히 놓았을 때, A가 경사면을 따라 내려와 높이 h_1 인 수평면에 정지해 있던 물체 B와 정면으로 탄성 충돌한 후, A, B가 운동하는 것을 나타낸 것이다. 충돌 후 B는 지면으로 떨어지고 A는 경사면을 따라 올라간 뒤에 다시 내려와서 지면으로 떨어진다. A, B의 질량은 각각 $3m$, $5m$ 이며, A가 지면에 처음 닿은 위치와 B가 지면에 처음 닿은 위치 사이의 거리는 d 이다.



이때 A, B가 충돌한 후, 수평면으로부터 A가 올라가는 최대 높이와 두 물체가 지면에 떨어지는 수평 방향 이동 거리 차이 d 를 구하시오. (단, 공기저항, 물체의 크기 및 모든 마찰은 무시하며, A와 B는 동일한 연직면에서 운동한다.)

전공 B

10. 부피가 V 인 공간에 광자 N 개가 있는 계가 있다. 계는 절대 온도 T 인 열원과 접촉하여 열평형 상태에 있고, 계의 총에너지는 U 이다. 광자의 양자상태 에너지를 ϵ 이라 할 때, <자료>를 이용하여 $\frac{dN}{d\epsilon}$ 을 풀이 과정과 함께 구하고, $\frac{dU}{d\epsilon}$ 과 U 를 구하시오. (단, 광자는 보즈-아인슈타인 통계를 따른다.) [4점]

<자 료>

- 광자에 대한 보즈-아인슈타인 분포함수는 $\bar{n}_{\text{BE}} = \frac{1}{e^{E/kT} - 1}$ 이고, k 는 볼츠만 상수이다.
- 광자의 에너지 $E=pc$ 이고, 운동량의 크기가 p 와 $p+dp$ 사이의 값을 가지는 광자의 양자상태 수는 $\frac{8\pi Vp^2dp}{h^3}$ 이다.
 c 는 빛의 속력이고, h 는 플랑크 상수이다.
- $\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$

적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 B #10

통합모의 4차 A#4

10. 부피가 V 인 공간에 광자 N 개가 있는 계가 있다. 계는 절대 온도 T 인 열원과 접촉하여 열평형 상태에 있고, 계의 총에너지는 U 이다. 광자의 양자상태 에너지를 ϵ 이라 할 때, <자료>를 이용하여 $\frac{dN}{d\epsilon}$ 을 풀이 과정과 함께 구하고, $\frac{dU}{d\epsilon}$ 과 U 를 구하시오. (단, 광자는 보즈-아인슈타인 통계를 따른다.) [4점]

<자 료>

- 광자에 대한 보즈-아인슈타인 분포함수는 $\bar{n}_{BE} = \frac{1}{e^{E/kT} - 1}$ 이고, k 는 볼츠만 상수이다.
- 광자의 에너지 $E=pc$ 이고, 운동량의 크기가 p 와 $p+dp$ 사이의 값을 가지는 광자의 양자상태 수는 $\frac{8\pi V p^2 dp}{h^3}$ 이다. c 는 빛의 속력이고, h 는 플랑크 상수이다.
- $\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$

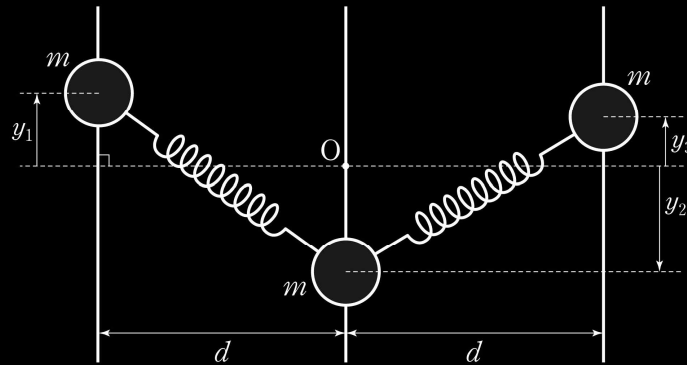
4. 온도 T 인 열원과 열적 평형 상태에 있는 부피 V 인 공간에 에너지가 ϵ 인 광자의 상태밀도(density of states)는 $D(\epsilon) = \frac{8\pi V}{h^3 c^3} \epsilon^2$ 이고, 평균 점유수(mean photon number)는 $n(\epsilon) = \frac{1}{e^{\epsilon/k_B T} - 1}$ 이다. 여기서 h 는 플랑크 상수, c 는 빛의 속력, k_B 는 볼츠만 상수이다. 계의 광자 수 N 을 구하시오. 또한 광자 한 개의 평균 에너지 $\langle \epsilon \rangle$ 을 $k_B T$ 로 구하시오. [2점]

<자 료>

$$\int_0^\infty \frac{x^2}{e^x - 1} dx \simeq \frac{12}{5}, \quad \int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$$

전공 B

11. 그림은 용수철로 연결된 세 물체가 가는 막대를 따라 진동 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 물체의 질량은 m 으로 모두 같고, 막대는 한 면에 간격 d 로 서로 평행하게 고정되어 놓여 있다. y_1, y_2, y_3 은 세 물체의 질량 중심 O 를 지나며 막대에 수직인 선에 대한 물체의 변위이고 $y_1 + y_2 + y_3 = 0$ 이다. 이 계의 퍼텐셜 에너지는 $\frac{\alpha}{2}(y_2 - y_1)^2 + \frac{\alpha}{2}(y_2 - y_3)^2$ 이고, α 는 양의 상수이다.



이 계의 라그랑지안 $L(y_1, y_3, \dot{y}_1, \dot{y}_3)$ 를 쓰고, y_1 에 대한 운동 방정식을 풀이 과정과 함께 구하시오. $y_3 = y_1$ 일 때, y_1 운동의 고유 진동수를 구하시오. (단, 물체의 크기, 용수철의 질량, 마찰, 중력은 무시한다.) [4점]

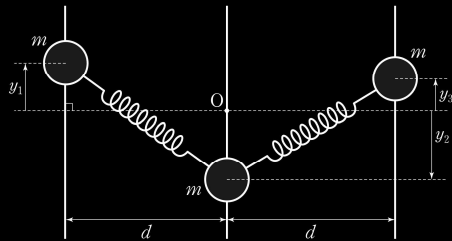
적중 분석

정승현 교수

2024년 기출 B #11

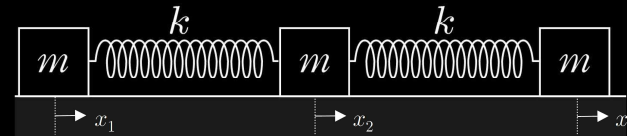
실전문풀2장 #20

11. 그림은 용수철로 연결된 세 물체가 가는 막대를 따라 진동 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 물체의 질량은 m 으로 모두 같고, 막대는 한 면에 간격 d 로 서로 평행하게 고정되어 놓여 있다. y_1, y_2, y_3 은 세 물체의 질량 중심 O 를 지나며 막대에 수직인 선에 대한 물체의 변위이고, $y_1 + y_2 + y_3 = 0$ 이다. 이 계의 퍼텐셜 에너지는 $\frac{\alpha}{2}(y_2 - y_1)^2 + \frac{\alpha}{2}(y_2 - y_3)^2$ 이고, α 는 양의 상수이다.



이 계의 라그랑지안 $L(y_1, y_3, \dot{y}_1, \dot{y}_3)$ 를 쓰고, y_1 에 대한 운동 방정식을 풀이 과정과 함께 구하시오. $y_3 = y_1$ 일 때, y_1 운동의 고유 진동수를 구하시오. (단, 물체의 크기, 용수철의 질량, 마찰, 중력은 무시한다.) [4점]

4. 그림과 같이 마찰이 없는 평면상에서 질량이 m 인 세 물체가 각각의 용수철 상수가 k 인 두 용수철이 연결되어 일직선상에서 운동한다.



계의 라그랑지안 $L(x_1, x_2, x_3, \dot{x}_1, \dot{x}_2, \dot{x}_3)$ 를 구하시오. 또한 $w > 0$ 을 만족하는 정상모드 각 진동수 w_1, w_2 를 각각 구하시오. (단, 물체의 크기와 용수철의 질량은 무시한다.)⁴⁾

<자료>

- 위와 같은 계의 정상 모드는 다음과 같은 조건에서 각 진동수를 갖는다.

$$|x_2 - x_1| = |x_3 - x_2|$$

수강생 총평

정승현 교수

1. 고난도 모의고사 실전 6차를 보는 기분이 들었다.
그때 시간관리와 대비책의 훈련을 해서 다행
2. 실수할 수 있는 부분과 파트를 사전 출제 및 주의 당부
→ 실제 섬에서 강사 목소리가 들리는듯 했다.
3. 정말 똑같이 나온 문제와 강조한 문제는 바로 풀 수 있었다.

연간 계획표

정승현 교수

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
과정	기본과정		심화I		심화II		심화III	Final A	Final B		
강의	일반물리학		심화역학	전자기학	열및통계	양자역학	광학/현대물리	기출 및 동형 문제 풀이	최종 적중 문제 풀이		
									실전모의 6회	통합모의 4회	

시간표

수요일(2시~6시) , 금요일(2시~6시+α) ,

- 참고사항
- ◆ 강의 전후 Q&A 및 매주 금요일은 mini Test 실시
 - ◆ 통합모의고사는 전공+물리교육론
 - ◆ 전체 강의 일정은 추후 변경될 수도 있습니다.

이론 강의 : 내용 설명 + 문제 풀이 → 기본 개념 및 문제 해석능력 고취

실전 강의 : 내용 복습 + 문제풀이 → 실전 능력 향상

테스트 : 주 1회 mini 테스트 / 월 1회 월간 테스트 (직,인강 참석)

모의고사 : 6월 예비모의 / 실전6회 / 통합 4회

직강 ↔ 인강 전환 가능 (월별 전환 가능)

물리 교육론 이론 및 문풀 강의 개설(1월~5월)

실험 강의 개설

자세한 내용은 추후 공지

정승현 교수

감사합니다.