

전공 최우수자가 강의하는 전공물리

[정승현 교수]

[2021' 기출분석 및 적중정리]

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%

저서 전공물리 기출 문제집(박문각)

정승현 전공물리 앱 개발/ 성적 프로그램 개발

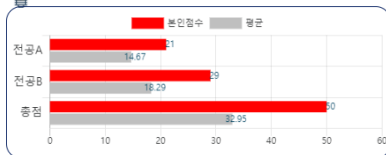
이름	식별 번호	시험 회사	본인 점수	전체 평균	전체 석차
		통합4차	50	32.95	3/42

이미지저장

유형별 점수 및 총점

유형	배점	본인점수	평균	석차
전공A	26	21	14.67	4
전공B	30	29	18.29	2
총합	56	50	32.95	3

전체평균점수와와의 비교



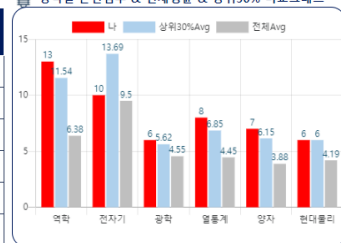
상위 30%와의 비교



영역별 점수분석

영역	배점	점수	상위 30% 평균	전체 평균	석차
역학	14	13	11.54	6.38	3
전자기	14	10	13.69	9.50	17
광학	6	6	5.62	4.55	1
열통계	8	8	6.85	4.45	1
양자	8	7	6.15	3.88	2
현대	6	6	6.00	4.19	1

영역별 본인점수 & 전체평균 & 상위30% 비교그래프



성적변동



정승현 전공물리

2020임용 전공물리
이것이 적중이다!!

**16문제 中
15문제
적중!!**

클릭 >

바로가기



강의일정



성적확인



문제샘플



샘플강의



Q&A

정승현 전공물리 카페 바로가기



- 성적 프로그램의 성적표 양식
- 앱(어플) 화면

1. 안내

- 1) 2021 시험 총평
- 2) 특징 및 분석
- 3) 기출 해설 및 적중 정리
- 4) 연간 계획

1. 문항 분석

전공A	2교시	기입	3문항	6
		서술	6문항	24
전공B	3교시	기입	1문항	2
		서술	6문항	24

개념, 연산, 지식

역학	3	중, 중상2
전자기	4	하, 중상2, 상
광학	2	중2
열통계	2	중하, 상
양자	3	중, 중상, 상
현대물리	2	하, 상

상 : 개념 및 계산 복잡

중 : 개념과 계산이 평이

하 : 단순 개념과 간단한 계산

과목별 분석

역학 : 회전 구름 운동, 유효 퍼텐셜, 라그랑지안(회전진자)

전자기 : 전기회로(키르히호프), 퍼텐셜 경계조건(원통대칭),

전자기유도(로렌츠힘), 원형도선 자기장(자기쌍극자 퍼텐셜)

열통계 : 엔트로피 전미분 관계식, 포논(고체이론)

광학 : 마이컬슨 간섭계, 망원경의 원리

양자역학 : 무한퍼텐셜에서 보손과 페르미온, 각운동량 L_z 고유함수,

조화진동자 고유함수

현대물리 : 특수상대론(로렌츠 변환 및 에너지), 에너지 준위

추구하는 강의 최종 목표

- **효율성** : 빠르고 정확한 해결
- **적중성** : 카테고리별 트렌드 분석 및 高적중
- **실전** : 반복 및 체득 학습

적중 분석

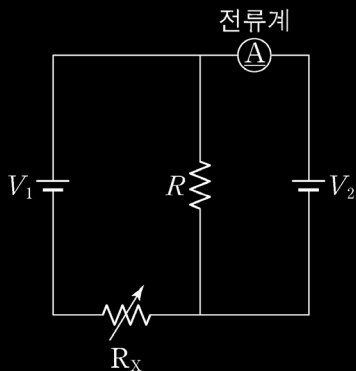
정승현 교수

문항 동일	10 문항	A: 2,3,4,8,9,11,12 B : 8,10,11	문제 및 풀이 적중
유형 적중	3 문항	A: 7 B: 6,7	문제 적중 / 접근 방향
유형 유사	2 문항	A: 10 B : 2	문제 및 풀이 유사

2021년 기출 A #2 : 하

이론강의(#6,8), 모의(1차,6차 A#2)

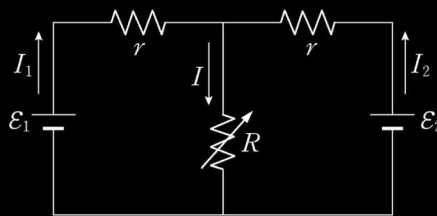
2. 그림과 같은 회로에서 가변 저항 R_X 의 저항값을 조절하여 전류계에 흐르는 전류가 0이 되도록 하였다. $V_1 = 9V$, $V_2 = 5V$, $R = 100\Omega$ 이다.



문항 동일.

이때 가변 저항 R_X 에 흐르는 전류와 저항값을 각각 구하시오.

- 【문제6】 그림은 기전력이 각각 $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$ 인 2개의 직류전원과 저항값이 각각 R, r, r 인 3개의 저항으로 구성된 회로를 나타낸 것이다. 각 도선에는 I, I_1, I_2 의 전류가 흐르고 있다. 6.

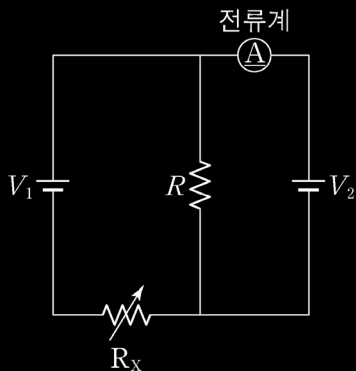


I 를 $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$, r, R 로 나타내고 R 이 변할 때 저항값 R 인 저항의 소비전력이 최대가 되는 조건을 R 와 r 사이의 관계식으로 표현하시오.

2021년 기출 A #2 : 하

이론강의(#6,8), 모의(1차,6차 A#2)

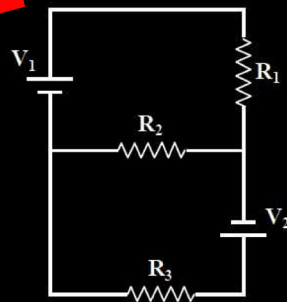
2. 그림과 같은 회로에서 가변 저항 R_X 의 저항값을 조절하여 전류계에 흐르는 전류가 0이 되도록 하였다. $V_1 = 9V$, $V_2 = 5V$, $R = 100\Omega$ 이다.



문항 동일.

이때 가변 저항 R_X 에 흐르는 전류와 저항값을 각각 구하시오.

- 【문제8】 그림과 같이 내부저항이 없는 기전력 V_1 , V_2 인 전지와 저항값이 각각 R_1 , R_2 , R_3 인 저항을 연결하여 회로를 구성하였다. 8.



아래 회로에서 R_2 의 저항에 흐르는 전류를 구하시오. 또한 R_2 저항에 전류가 흐르지 않을 조건을 쓰시오.

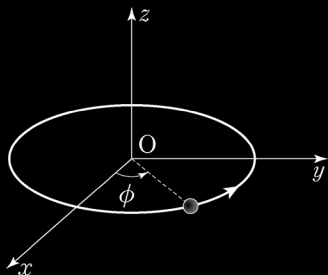
2021년 기출 A #3 : 중

이론강의(양자6강) #4, 실전(2강) #9

3. 그림과 같이 xy -평면에서 반지름이 일정한 원 궤도를 따라 운동하는 입자의 규격화된 파동함수는

$$\psi(\phi) = \sqrt{\frac{4}{3\pi}} \sin^2 \phi$$

이다.



입자의 각운동량 z 성분 L_z 를 측정했을 때, 0과 $-2\hbar$ 가 나올 확률을 각각 구하시오. [2점]

똑같은.

【문제4】 물체가 xy 평면에서 자유롭게 회전운동을 하고 있다. 이때 물체의 z 축에 대한 회전 관성모멘트는 I_z 이다. xy 평면에서 x 축에 대한 회전각을 θ 라 할 때 입자의 해밀토니안은 다음과 같다.

$$H = -\frac{\hbar^2}{2I_z} \frac{d^2}{d\theta^2}$$

시간에 따른 전체 파동함수 $\psi(\theta, t)$ 라 할 때,

$$\psi(\theta, 0) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_m \phi_m = \frac{2}{\sqrt{3\pi}} \sin^2 \theta \text{ 으로 표현된다.}$$

$\psi(\theta, 0)$ 의 에너지 고유값을 모두 구하고, 각 에너지에 대한 측정 확률을 구하시오. 시간 $t > 0$ 에서 전체 파동함수 $\psi(\theta, t)$ 를 구하시오.⁴

2021년 기출 A #4 : 중하

이론강의(7강) #6, 실전(열통계) #3

4. N 개의 입자로 이루어진 계가 있다. 이 계의 허용 가능한 상태 수는 $\Omega = a U^N V^N$ 이고, a 는 상수, U 는 내부 에너지, V 는 부피이다.

U 와 압력 p 를 각각 N , V , 온도 T 로 나타내시오.

<자 료>

엔트로피 $S = k_B \ln \Omega$ 의 변화량 dS 는

$$dS = \frac{1}{T} dU + \frac{p}{T} dV = \left(\frac{\partial S}{\partial U} \right)_V dU + \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_U dV$$

이고, k_B 는 볼츠만 상수이다.

문항 동일.

【문제3】 계의 상태수는 다음과 같다.

$$\Omega(U, V, N) = \phi(N) V^N U^{fN/2}$$

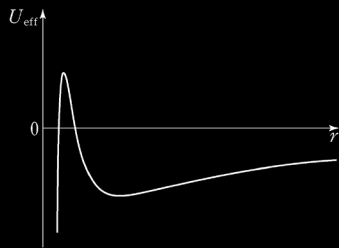
여기서 U 는 내부에너지, V 는 부피, N 은 입자수이고, f 는 자유도이다. 그리고 $\phi(N)$ 은 N 에 대한 상수함수이다. 계의 엔트로피 $S(U, V, N)$ 를 쓰고, 이로부터 내부에너지 $U(T, V, N)$ 를 구하시오. 또한 등적 열용량 C_V 를 구하시오. 저온 $T \rightarrow 0$ 일 때 엔트로피 값을 구하고 물리적으로 설명하시오. (단, k 는 볼츠만 상수이다.)³.

적중 분석

2021년 기출 A #7 : 중

이론강의(역학2강) #7

7. 그림은 질량 M 인 항성 주변을 질량 m 인 행성이 공전할 때 ($M \gg m$), 뉴턴의 만유인력에 아인슈타인의 일반 상대론적 보정을 고려한 유효 퍼텐셜 U_{eff} 를 개략적으로 나타낸 것이다.



$$U_{\text{eff}} \text{ 는 } U_{\text{eff}}(r) = \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{GMm}{r} - \frac{GML^2}{mc^2 r^3}$$

$$= \frac{\alpha}{r^2} - \frac{\beta}{r} - \frac{\gamma}{r^3}$$

이고, L 은 행성의 각운동량, r 는 행성과 항성 사이의 거리, G 는 만유인력 상수, c 는 빛의 속력이다.

행성에 허용되는 안정한 원 궤도의 반지름 r_s 를 풀이 과정과 함께 α, β, γ 로 나타내시오. 또한 $\gamma=0$ 인 경우의 원 궤도 반지름 r_0 을 구하고, r_s 와의 크기를 비교하십시오. [4점]

【문제7】 질량이 m 인 입자가 아래의 퍼텐셜 에너지에 따라 움직인다.

$$V = -\frac{k}{r} - \frac{\alpha}{2r^2} \quad (k > 0)$$

입자의 각운동량이 L 이라고 할 때, 유효퍼텐셜을 쓰고 원운동하기 위한 α 의 조건을 구하십시오. 그리고 해당 원운동이 안정적인 원운동인지 (stable circular motion) 아닌지 보이고, 주기 T 를 구하십시오. 7.

유형 적중.

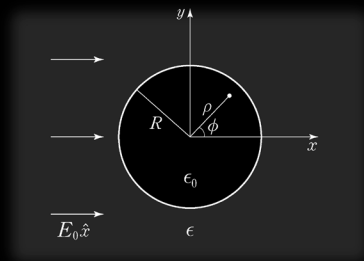
2021년 기출 A #8 : 상

8. 그림과 같이 전기장이 E_0 으로 균일하게 분포되어 있던 유전체 매질 내부에 반지름이 R 이고, 길이가 무한히 긴 원통 모양의 공동을 만들었다. 공동 안은 진공이며 공동 밖과 안의 전기 퍼텐셜은 각각

$$V_1(\rho, \phi) = A_1 \rho \cos \phi + \frac{B_1}{\rho} \cos \phi, \quad \rho > R$$

$$V_2(\rho, \phi) = A_2 \rho \cos \phi, \quad \rho \leq R$$

이다. 유전체와 진공의 유전율은 각각 ϵ , ϵ_0 이다.

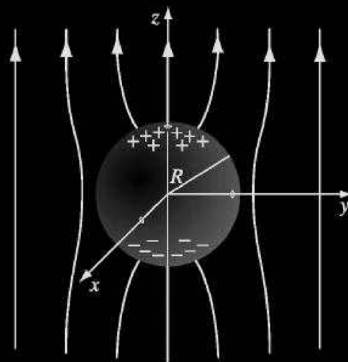


A_1 을 쓰고, A_2 를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 공동 안에서 전기장의 크기를 구하시오. (단, 유전체는 알짜전하가 없고, 선형

문항 동일.

이론강의(전자기3강) 예제#2

- 예제(2) 반경이 R 이고 유전율이 ϵ 인 대전되지않은 유전체에 균일한 전기장 $\vec{E}_{외부} = E_0 \hat{z}$ 이 존재한다.



- 1) 임의의 $P(r, \theta)$ 위치에서 퍼텐셜 $\phi(r, \theta)$ 를 구하시오. $\phi_{in}(r, \theta)$, $\phi_{out}(r, \theta)$ 구분하여 표현하시오.
- 2) 임의의 $P(r, \theta)$ 에서 변화된 전기장 $\vec{E}(r, \theta) = E_r \hat{r} + E_\theta \hat{\theta}$ 를 구하시오.

2021년 기출 A #9 : 상

9. 1차원 조화 진동자의 해밀토니언을 차원이 없는 단위 ($m = \hbar = \omega = 1$)로 나타내면

$$H = \frac{1}{2}(p^2 + x^2) = a_+ a_- + \frac{1}{2}$$

이고, $a_{\pm} = \frac{1}{\sqrt{2}}(x \mp ip)$ 이다. 이 진동자의 j 번째와 $j+1$ 번째 에너지 고유함수는 각각

$$\psi_j = A_j (2x^3 - 3x) e^{-x^2/2}$$

$$\psi_{j+1} = A_{j+1} (4x^4 + \alpha x^2 + 3) e^{-x^2/2}$$

이고, A_j 와 A_{j+1} 은 규격화 상수이다.

j 값을 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 ψ_{j+1} 에서 x^2 항의 계수 α 를 풀이 과정과 함께 구하시오. [4점]

문항 동일.

실전(양자2강) #6

【문제6】 질량 m 인 입자가 1차원 퍼텐셜 $V(x)$ 안에 놓여 있다. 이 때의 해밀토니언은 $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}mw^2x^2$ 이다. 입자가 특정 고유 상태에 있을 때 규격화된 고유 함수는 다음과 같다.

$$\psi_n(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{mw}{\pi \hbar} \right)^{1/4} (2\alpha^2 x^2 - 1) e^{-\frac{\alpha^2}{2} x^2}, \quad \alpha = \sqrt{\frac{mw}{\hbar}}$$

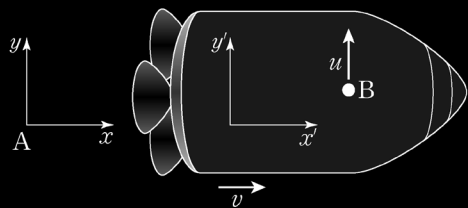
연산자 a 를 $a = \sqrt{\frac{mw}{2\hbar}} x + \frac{i}{\sqrt{2m\hbar w}} p$ 로 정의하면 해밀토니

안은 $H = \hbar w \left(a^\dagger a + \frac{1}{2} \right)$ 로 표현되며, 입자의 고유함수에 대해

$a|n\rangle = \sqrt{n}|n-1\rangle, a^\dagger|n\rangle = \sqrt{n+1}|n+1\rangle$ 이다. 위 시스템에서 특정 고유 상태의 에너지 고유값을 구하시오. 또한 계의 바로 아래의 고유함수 ψ_{n-1} 을 구하시오. 6.

2021년 기출 A #10 : 상

10. 그림은 관성계 A에 대해 속력 $v = \frac{3}{5}c$ 로 x 축을 따라 운동하는 우주선과, 이 우주선에 대해 속력 $u = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ 로 y' 축을 따라 운동하는 물체 B를 나타낸 것이다. (x, y, t) 와 (x', y', t') 는 각각 A와 우주선의 좌표계이고, B의 정지질량은 m 이다.

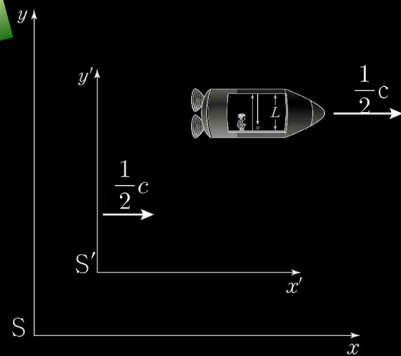


유형 유사.

A에서 측정한 B의 속도의 y 성분과 B의 속력을 각각 구하시오.
또한 A에서 측정한 B의 상대론적 운동 에너지를 K 라 할 때,
 $\frac{K}{mc^2}$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.) [4점]

이론강의(현대1강), 모의4차(B#10)

- 【문제15】 그림은 관성계 S' 이 관성계 S 에 대해서 x 축 방향과 나란하게 $\frac{1}{2}c$ 로 움직이고 있으며, 우주선은 관성계 S' 에 대해 $\frac{1}{2}c$ 으로 움직이고 있다. 우주선 내부에서 y 축 방향으로 길이 L 인 경로를 빛이 왕복하고 있다.



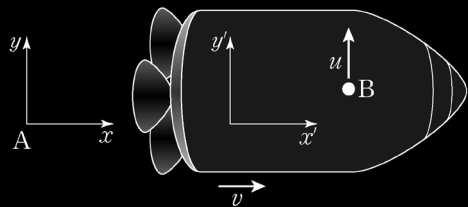
관성계 S 에서 본 우주선의 속력을 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 빛이 왕복하는데 이동한 거리를 L 로 구하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.) [4점]

2021년 기출 A #10 : 상

이론강의(현대1강), 모의4차(B#10)

10. 그림은 관성계 A에 대해 속력 $v = \frac{3}{5}c$ 로 x 축을 따라 운동하는

우주선과, 이 우주선에 대해 속력 $u = \frac{\sqrt{3}}{2}c$ 로 y' 축을 따라 운동하는 물체 B를 나타낸 것이다. (x, y, t) 와 (x', y', t') 는 각각 A와 우주선의 좌표계이고, B의 정지질량은 m 이다.



유형 유사

A에서 측정한 B의 속도의 y 성분과 B의 속력을 각각 구하시오.
또한 A에서 측정한 B의 상대론적 운동 에너지를 K 라 할 때,
 $\frac{K}{mc^2}$ 를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, c 는 빛의 속력이다.) [4점]

5. 상대론적 속도 합산

물체가 (x', t') 좌표계에서 v' 의 속도로 움직이고 있을 때
다시 말해 정지좌표계로부터 v 의 속도로 움직이는 기차 안에서 물체가 v' 으로 움직인다고 하면 상대론적 속도 합산은 다음과 같다.

① 정지한 좌표계에서 볼 때의 속도 합산

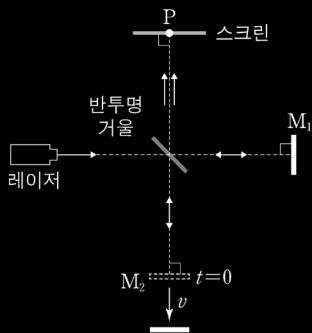
$$\frac{x}{t} = v_{\text{속도합산}} = \frac{\gamma(x' + vt')}{\gamma(t' + \frac{v}{c^2}x')} = \frac{v' + v}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

여기서 v' 이 상대속도, v 가 관측자이고 $v_{\text{속도합산}}$ 이 물체의 속도이므로

2021년 기출 A #11 : 중

이론강의(파동1강), 통합모의4차(A#4)

11. 그림은 파장이 λ 인 레이저를 사용하는 마이컬슨 간섭계를 나타낸 것이다. 거울 M_1 은 고정되어 있고 거울 M_2 는 일정한 속력 v 로 움직이며, 스크린에는 시간에 따라 변화하는 간섭무늬가 형성된다. M_1 , M_2 에서 반사되어, 시간 $t=0$ 일 때 점 P에 도달한 두 빛의 광경로차는 d_0 이고, P에 밝은 무늬가 형성된다.

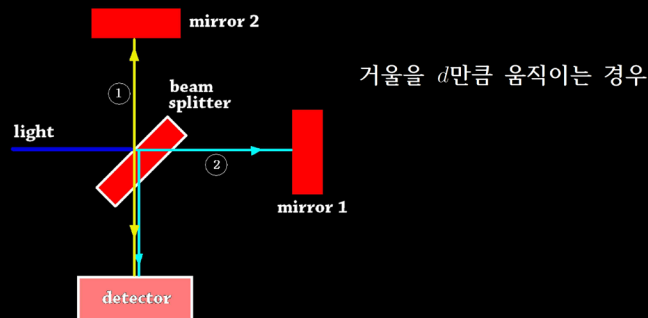


문항 동일

시간 t 에서 P에 도달한 두 빛의 광경로차와 위상차를 λ , v , t 로 각각 나타내시오. 또한 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 이고 P에서 1 ms 동안 10^4 번의 밝은 간섭무늬가 나타날 때, v 의 값을 풀이 과정과 함께 구하시오.

Michelson 간섭계

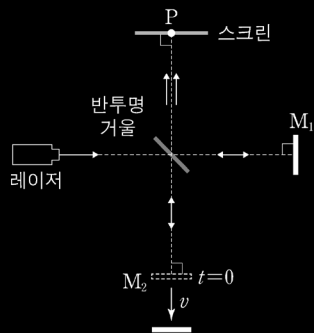
빛 가르기(beam splitter)에 의해 빛이 분산되어 서로 수직하게 놓인 거울에서 반사된 후 다시 모여 간섭을 일으킨다. 광선 ①은 두 번의 외부반사를 한다(빛 가르기에서 한 번, 거울 2에서 한 번). 그리고 광선 ②는 외부반사 한 번(거울 2), 내부반사 한 번(빛 가르기)을 한다. 이에 따라 두 광선은 반사의 차이에 의해 위상에서 반 파장의 차이가 난다. 이에 따라 두 경로의 경로차가 파장의 배수배가 될 때 어두운 무늬가 생긴다. 즉, 두 팔의 길이의 차이가 d 이면 경로의 차이는 $2d$ (왕복)이고 어두운 무늬의 조건은 $2d = m\lambda$



$$2d = m\lambda \rightarrow 2\Delta d = \Delta m\lambda \quad \therefore \lambda = (2\Delta d) / \Delta m$$

2021년 기출 A #11 : 중

11. 그림은 파장이 λ 인 레이저를 사용하는 마이컬슨 간섭계를 나타낸 것이다. 거울 M_1 은 고정되어 있고 거울 M_2 는 일정한 속력 v 로 움직이며, 스크린에는 시간에 따라 변화하는 간섭무늬가 형성된다. M_1 , M_2 에서 반사되어, 시간 $t=0$ 일 때 점 P에 도달한 두 빛의 광경로차는 d_0 이고, P에 밝은 무늬가 형성된다.

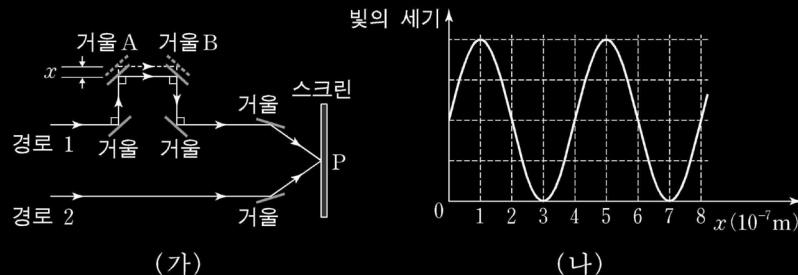


시간 t 에서 P에 도달한 두 빛의 광경로차와 위상차를 λ , v , t 로 각각 나타내시오. 또한 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 이고 P에서 1 ms 동안 10^4 번의 밝은 간섭무늬가 나타날 때, v 의 값을 풀이 과정과 함께 구하시오.

분향 동일.

이론강의(파동1강), 통합모의4차(A#4)

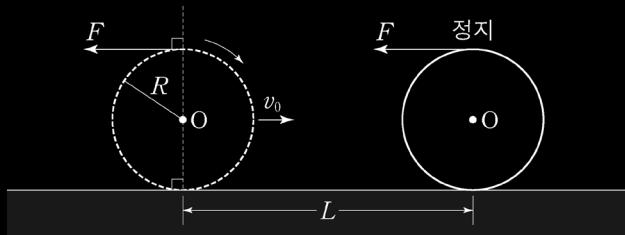
【문제3】 그림 (가)와 같이 파장이 같은 레이저 빛을 경로 1과 2를 따라 스크린에 비춘다. 경로 1의 빛이 첫 번째 거울로 입사하는 방향과 수직 방향으로 거울 A와 B를 동시에 움직인다. 그림 (나)는 거울이 움직인 거리 x 를 증가시키면서 스크린 위의 한 점 P에서 측정한 빛의 세기를 나타낸 것이다.



$x = 2 \times 10^{-7} \text{ m}$ 일 때, P지점에서 두 빛의 위상차 $\Delta\phi$ 를 구하시오. 또한 사용한 레이저 빛의 파장 λ 를 구하시오. (단, 빛의 위상차의 범위는 $0 \leq \Delta\phi \leq \pi$ 이다.) [2점]

2021년 기출 A #12 : 중상

12. 그림과 같이 질량 M , 반지름 R 인 바퀴가 수평 방향으로 크기가 F 로 일정한 힘을 받으며 수평면에서 오른쪽으로 미끄러짐 없이 구르다가 정지하였다. 바퀴의 질량 중심 O 의 속력이 v_0 인 순간부터 바퀴가 정지할 때까지 이동한 거리는 L 이다.

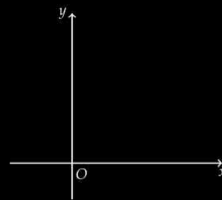
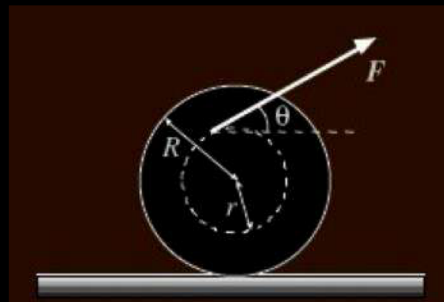


바퀴와 수평면 사이의 마찰력 f 의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 거리 L 을 구하시오. (단, 바퀴의 중심 회전축에 대한 관성 모멘트는 $I = \frac{1}{2}MR^2$ 이고, 중심 회전축과 힘의 방향은 서로 수직이다.) [4점]

문항 동일.

기출동형(1강) #34, 실전(2강#7)/(3강#1)

- 【문제7】 질량이 m 이고 질량 중심에 대한 회전 관성모멘트가 $\frac{1}{2}mR^2$ 인 요요가 테이블위에 있다. 이 요요에 아래의 그림과 같이 반경 $r = \frac{R}{2}$ 인 지점에 요요의 접선방향으로 크기가 F 인 힘이 작용하고 있으며, 힘 F 는 수평면과 θ 의 각도를 이룬다. 요요는 테이블 위에서 미끄러짐 없이 구르는 운동을 한다.



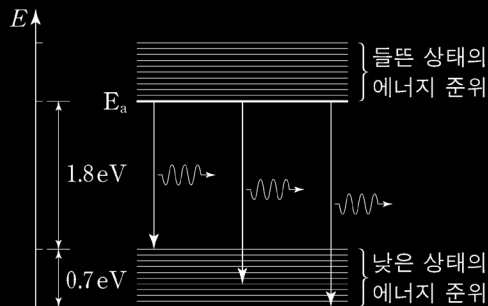
물체의 질량 중심의 병진 가속도의 크기 a 를 구하시오. 물체에 작용하는 마찰력의 크기와 방향을 구하시오. 정지 마찰계수가 μ 일 때, 물체가 미끄러지지 않고 운동하기 위한 F 의 최대값을 구하시

MG

2021년 기출 B #2 : 하

이론(현대3강)#1

2. 그림은 어떤 형광 분자의 에너지 준위를 모식적으로 나타낸 것이다. 전자는 자외선을 흡수하여 들뜬 상태의 에너지 준위들 중 가장 낮은 준위(E_a)에 쌓인다. 이 전자는 낮은 상태의 에너지 준위들 중 어떤 준위로도 전이할 수 있다.



E_a 에 쌓여 있던 전자가 낮은 상태의 에너지 준위로 전이할 때 방출하는 빛의 최대 에너지와 이에 해당하는 파장을 각각 구하시오. (단, 플랑크 상수는 h , 빛의 속력은 c , $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$ 이다.)

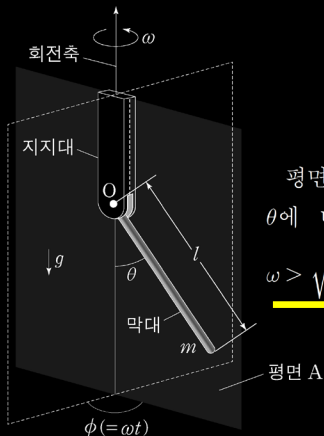
유형 유사.

05-12번

【문제1】 수소 원자의 스펙트럼 중에는 라이먼, 발머, 파셴 등의 계열이 있다. 발머 계열에서 가장 긴 파장 λ_1 과 파셴 계열에서 가장 긴 파장 λ_2 의 비 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 를 구하시오.¹⁾

2021년 기출 B #6 : 중상

6. 그림과 같이 고정된 회전축을 중심으로 회전하는 지지대의 O점에 가느다란 막대의 한쪽 끝이 연결되어 있다. 지지대와 막대가 만드는 평면 A는 회전축을 중심으로 일정한 각속력 ω 로 회전하며, 막대는 평면 A상에서 O점을 중심으로 θ 방향으로 운동한다. 막대의 질량은 m , 길이는 l 이고, $\theta = \frac{\pi}{2}$ 에서 막대의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 0이다.



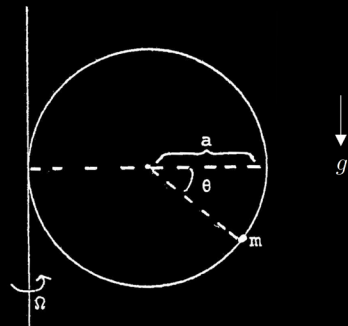
평면 A상에서 운동하는 막대의 라그랑지안 $L(\theta, \dot{\theta})$ 을 쓰고, θ 에 대한 운동 방정식을 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 $\omega > \sqrt{\frac{3g}{2l}}$ 일 때, 평형점 $\theta_0 (0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2})$ 을 구하시오. (단, 회전축은

유형 적중.

이론(역학3강)#6 , 통합모의4차 #A12

역학 a12

【문제8】 그림과 같이 반경이 a 인 원형 고리에 질량이 m 인 물체가 꿰어져 원형 고리를 따라 마찰이 없이 움직인다. 원형 고리는 수평면에 연직 방향의 회전축을 중심으로 일정한 각속도 Ω 로 회전하고 있다.

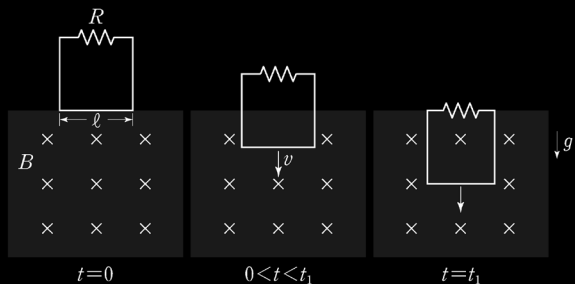


물체의 라그랑지안 $L(\theta, \dot{\theta})$ 을 쓰고, θ 에 대한 운동방정식을 풀이 과정과 함께 구하시오. $\theta = \frac{\pi}{4}$ 에서 평형점을 만족하기 위한 각속도 Ω 를 구하시오. (단, 모든 마찰은 무시하고, 중력 가속도의 크기는 g 이

2021년 기출 B #7 : 중상

동형(1강#31), 실전(2강)#11, 통합4차A#8

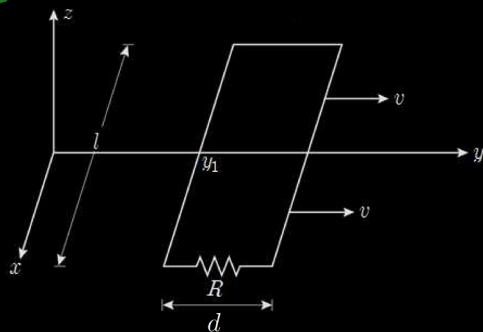
7. 그림은 저항이 R 인 정사각형 모양의 도체 고리가 균일한 중력장과 자기장 영역에서 운동하는 모습을 시간에 따라 나타낸 것이다. $t=0$ 일 때 자기장 영역 밖에서 고리를 가만히 놓았더니, $t=t_1$ 일 때 고리가 완전히 자기장 영역으로 들어갔다. 자기장의 크기는 B 이고, 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다. 고리의 질량은 m , 한 변의 길이는 ℓ 이다.



$0 < t < t_1$ 일 때, 고리에 작용하는 자기력의 방향을 쓰고, 자기력의 크기를 고리의 속력 v 로 나타내시오. 이때 시간에 따른 유도 전류의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 중력 가속도의

유형 적중.

- 【문제31】 그림과 같이 직사각형 도체 루프는 xy 평면에 있고, 자기장 $\vec{B} = B_0 e^{-\lambda y} \hat{z}$ 이 존재하는 공간에서 원점으로부터 일정한 속도 $\vec{v} = v \hat{y}$ 로 움직이고 있다. 도체 루프의 저항은 R 이고 x 축에 나란한 변의 길이는 l 이고, y 축에 나란한 변의 길이는 d 이다.

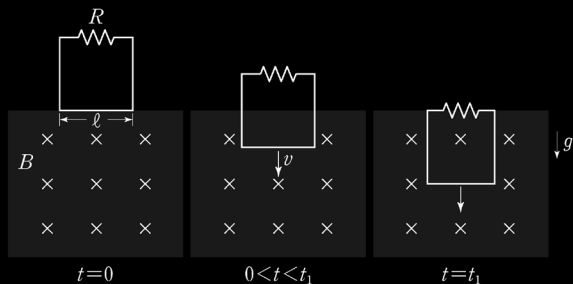


직사각형 도체의 왼쪽 한변의 위치가 $y_1 = 2d$ 에 있을 때 도선에 흐르는 전류의 세기 I 와 저항 R 에서 흐르는 전류의 방향을 구하시오. (단, λ 는 양의 상수이고, 도체 루프의 자체유도는 무시한다.) 31.

2021년 기출 B #7 : 중상

동형(1강#31), 실전(2강)#11, 통합4차A#8

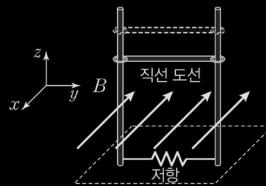
7. 그림은 저항이 R 인 정사각형 모양의 도체 고리가 균일한 중력장과 자기장 영역에서 운동하는 모습을 시간에 따라 나타낸 것이다. $t=0$ 일 때 자기장 영역 밖에서 고리를 가만히 놓았더니, $t=t_1$ 일 때 고리가 완전히 자기장 영역으로 들어갔다. 자기장의 크기는 B 이고, 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다. 고리의 질량은 m , 한 변의 길이는 ℓ 이다.



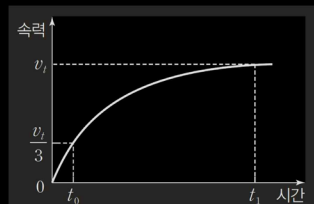
$0 < t < t_1$ 일 때, 고리에 작용하는 자기력의 방향을 쓰고, 자기력의 크기를 고리의 속도 v 로 나타내시오. 이때 시간에 따른 유도 전류의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 중력 가속도의

유형 적중.

- 【문제11】 그림 (가)는 세기가 B 이고 $-x$ 방향의 균일한 자기장이 형성된 공간에서 z 축과 나란한 두 개의 도체 막대 사이에 저항을 아랫부분에 연결하고, 윗부분에 직선 도선을 끼우고 가만히 놓자 직선 도선이 아랫방향으로 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 직선 도선이 도체 막대 사이를 내려오는 동안 직선 도선의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다. 시간 t_1 이후부터 직선 도선의 속력은 v_t 로 일정하고, 직선 도선, 도체 막대, 저항은 동일한 yz 평면위에 있다.



(가)



(나)

시간이 t_0 일 때, 저항에 흐르는 유도 전류의 방향과 직선 도선의 가속도의 크기를 각각 구하시오. (단, 공기 저항과 모든 마찰은 무시하고, 중력가속도의 크기는 g 이다.) 11.

2021년 기출 B #8 : 중상

실전(3강)#10, 모의3차A#9

8. 질량이 m 으로 서로 같고, 상호작용하지 않는 두 개의 동일한 입자가 다음과 같은 1차원 무한 퍼텐셜 $V(x)$ 안에 놓여 있다.

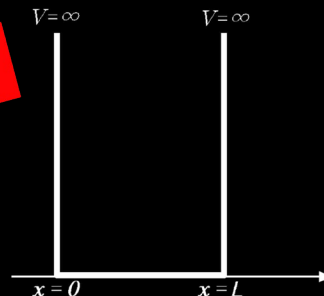
$$V(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq a \\ \infty, & x < 0, x > a \end{cases}$$

똑같음.

입자가 보손(boson)인 경우, 이 계의 첫 번째 들뜬 상태와 바닥 상태의 에너지 차를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 입자가 스핀 $\frac{1}{2}$ 인 페르미온(fermion)인 경우, 스핀 삼중항(triplet) 상태에 있는 계의 가장 낮은 에너지와 이때의 공간 파동함수 $\psi(x_1, x_2)$ 를 각각 쓰시오. [4점]

양자 a9

【문제5】 그림과 같이 길이가 L 인 일차원 상자 속에서 질량 m , 스

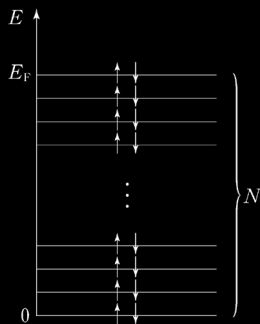


핀 $\frac{1}{2}$ 인 서로 상호작용하지 않는 두 개의 동일한 페르미온이 자유로이 운동하고 있다. 두 입자 계의 파동함수를 $|\psi\rangle = \phi(x_1, x_2)|\chi\rangle$ 라 할 때 $\phi(x_1, x_2)$ 는 공간 좌표의 고유함수이고, $|\chi\rangle$ 는 규격화된 스핀 고유함수이다.

<자료>를 참고하여 계의 바닥상태의 에너지와 파동함수를 각각 구하시오. 첫 번째 들뜬 상태의 파동함수를 모두 구하고, 축퇴도를 쓰시오. [4점]

2021년 기출 B #9 : 상

9. 그림은 자유전자기체 모형에서 N 개의 자유전자가 페르미 에너지 E_F 까지 채워진 모습을 나타낸 것이다. 질량 m 인 자유전자 N 개 한 번의 길이가 L 인 2차원 정사각형 도체 안에 갇혀 있는 계에서 $N = \frac{L^2}{2\pi} k_F^2$ 이고, k_F 는 페르미 파수이다.



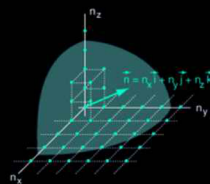
E_F 를 k_F 로 나타내고, 상태 밀도 $D(E) = \frac{dN}{dE}$ 를 구하시오. 또한 절대 온도 0 K에서 이 계의 평균에너지를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 자유전자기체는 페르미-디랙 통계를 따른다.) [4점]

개념 언급

이론강의(열통계)

2. 디바이 고체 이론 (Debye model)

디바이 고체 이론은 고체의 진동을 광자와 비슷하다고 기술하였다. 광 즉, 고체에 빛이 갇혀있다고 생각하고 이를 '포논'(phonon)이라고 명명하였다.



고체내부에서 광자의 상태수는 $\vec{n} = (n_x, n_y, n_z)$ 를

만족하는데 특정 진동수에서 상태밀도는

$n_x, n_y, n_z > 0$ 인 위상공간에서 결정이 난다.

여기서 정상파 이론 $L = \frac{n}{2}\lambda$ 를 참고하게 된다.

고체의 한쪽 변을 L 이라하면 $n > 0$ 을 만족하고,

디바이는 고체성질에 의해서 더 이상 작아질 수 없는 파장, 즉,

$n_{\max} \Leftrightarrow \lambda_{\min}$ 이 존재한다고 생각했다. 고체 내부의 빛의 속도 c_s 라하면

$$\text{포논의 에너지 } \epsilon = hf_n = \frac{hc_s}{\lambda} = n \frac{hc_s}{2L}$$

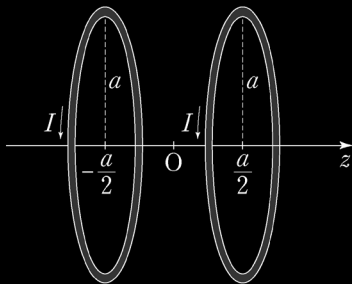
에너지는 $\epsilon_n = hf_n = n\hbar w_s \geq 0$ ($w_s = \frac{\pi c_s}{L}$) 이고, 편광방향이 x, y, z

3가지 가지수를 갖는다. 위상공간의 부피는 $\frac{1}{8} \times \frac{4}{3}\pi n_{\max}^3 = N \Rightarrow$

$$n_{\max} = \left(\frac{6N}{\pi}\right)^{1/3} \quad \epsilon_{\max} = n_{\max} \hbar w_s, \text{ 먼저}$$

2021년 기출 B #10 : 중상

10. 그림과 같이 반지름이 a 이고 전류 I 가 서로 같은 방향으로 흐르는 두 개의 원형 코일이 거리 a 만큼 떨어져 z 축상에 놓여 있다.



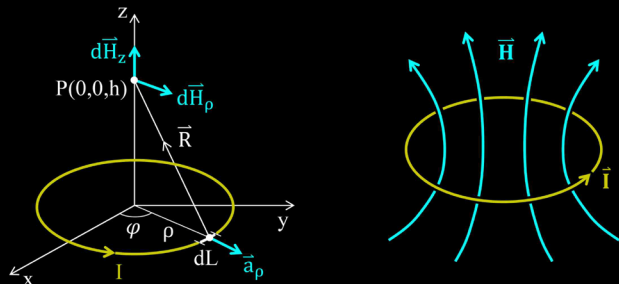
분할 점일.

z 축상의 원점 O 에서 자기장의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오.
또한 자기 쌍극자 모멘트 $\vec{m} = m\hat{z}$ 을 갖는 입자를 O 에 놓을 때, 입자의 자기 퍼텐셜 에너지를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 공간의 투자율은 μ_0 이고, 코일의 굵기는 무시하며, 코일 면은 z 축과 수직이다.) [4점]

이론강의(전자기), 실전모의(4차)B#11

2. 균일한 전류 I 가 흐르는 원형 도선에서의 자기장

반경이 ρ 인 원형도선에 전류가 I 가 흐를 때 z 축상의 높이 h 인 지점에서 자기장



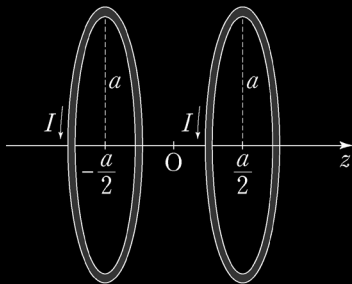
자기장은 일단 $\hat{\rho}$ 방향성분은 적분에 의해서 대칭성 때문에 날아가게 된다. $\hat{z}$ 축성분만 구해보자. R 과 z 축이 이루는 각을 θ 라하면 $B_z = B \sin \theta$ 이다.

$$B_z = \int \frac{\mu_0 I dl}{4\pi R^2} \sin \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \sin \theta \int_0^{2\pi} \rho d\phi = \frac{\mu_0 I \rho}{2 R^2} \sin \theta$$

$$B_{\text{원형}} = \frac{\mu_0 I \rho^2}{2(\rho^2 + h^2)^{3/2}}$$

2021년 기출 B #10 : 중상

10. 그림과 같이 반지름이 a 이고 전류 I 가 서로 같은 방향으로 흐르는 두 개의 원형 코일이 거리 a 만큼 떨어져 z 축상에 놓여 있다.



문항 동일.

z 축상의 원점 O 에서 자기장의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오. 또한 자기 쌍극자 모멘트 $\vec{m} = m\hat{z}$ 을 갖는 입자를 O 에 놓을 때, 입자의 자기 퍼텐셜 에너지를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 공간의 투자율은 μ_0 이고, 코일의 굵기는 무시하며, 코일 면은 z 축과 수직이다.) [4점]

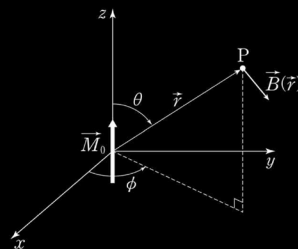
이론강의(전자기), 실전모의(4차)B#11

전자기 b11

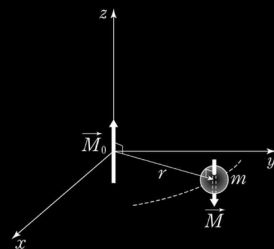
【문제16】 그림 (가)는 좌표의 원점에 고정되어 z 축 방향으로 놓인 자기쌍극자 모멘트 $\vec{M}_0 = M_0\hat{z}$ 에 의한 임의의 점 P 에서의 자기장 $\vec{B}(\vec{r})$ 를 나타낸 것이다. $\vec{M}_0$ 에 의한 자기장은

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} [3(\vec{M}_0 \cdot \hat{r})\hat{r} - \vec{M}_0]$$

이고, $\hat{r}$ 은 지름 방향의 단위벡터이다. 그림 (나)는 이 $\vec{M}_0$ 이 만드는 자기장에서 질량 m , 자기쌍극자 모멘트 $\vec{M} = -M\hat{z}$ 인 입자가 xy 평면상에서 $\vec{M}_0$ 으로부터 거리 r 만큼 떨어져 운동하는 모습을 나타낸 것이다. $\vec{M}_0$ 으로부터 거리 r 에서 $\vec{M}$ 의 퍼텐셜 에너지는 $V = -\vec{M} \cdot \vec{B}$ 이다.



(가)

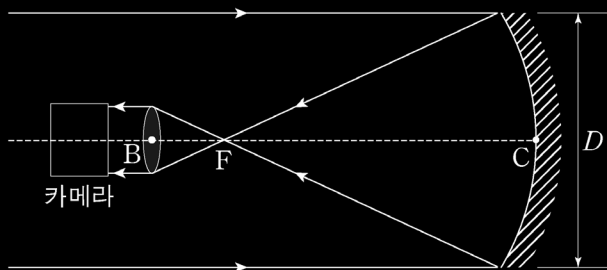


(나)

2021년 기출 B #11 : 중

이론강의(일반물리)

11. 그림은 구면거울, 볼록렌즈, 카메라로 이루어진 천체망원경을 나타낸 것이다. 구면거울의 지름은 $D=50\text{cm}$, 곡률반지름은 $R=200\text{cm}$ 이고, 망원경의 각배율의 크기는 $M_\theta=50$ 이다.



문항 동일.

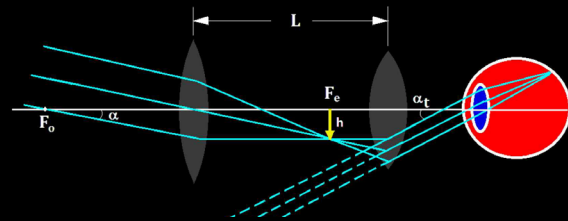
볼록렌즈의 초점거리($\overline{BF}$), 볼록렌즈와 거울 사이의 거리($\overline{BC}$)를 각각 구하시오. 또한 500nm 파장의 빛에 대한 망원경의 각해상도를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 각해상도는 구분 가능한 두 물체 사이의 최소 각거리이며, 모든 광선은 근축광선이다.) [4점]

망원경

망원경의 경우 먼 곳의 물체를 관찰하므로 대물렌즈에 입사하는 광선은 평행광선에 가깝다. 현미경의 경우와 같이 대물렌즈에 의한 실상이 대안렌즈의 초점에 맺히도록 하여 대안렌즈를 통해 무한대에 맺히는 허상을 관찰한다.

$$m = \frac{\alpha_t}{\alpha} = \frac{h/f_e}{h/f_o} = -\frac{f_o}{f_e}$$

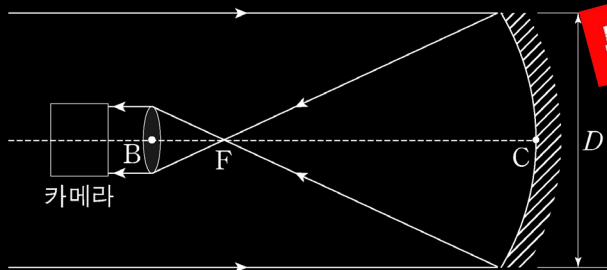
$$L = f_o + f_e$$



2021년 기출 B #11 : 중

이론강의(일반물리)

11. 그림은 구면거울, 볼록렌즈, 카메라로 이루어진 천체망원경을 나타낸 것이다. 구면거울의 지름은 $D=50\text{cm}$, 곡률반지름은 $R=200\text{cm}$ 이고, 망원경의 각배율의 크기는 $M_\theta=50$ 이다.



분항 동일.

볼록렌즈의 초점거리($\overline{BF}$), 볼록렌즈와 거울 사이의 거리($\overline{BC}$)를 각각 구하시오. 또한 500nm 파장의 빛에 대한 망원경의 각해상도를 풀이 과정과 함께 구하시오. (단, 각해상도는 구분 가능한 두 물체 사이의 최소 각거리이며, 모든 광선은 근축광선이다.) [4점]

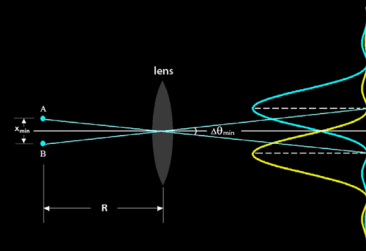
원형 슬릿

직경 D 인 원형의 구멍에 대한 스크린에서 최대무늬 폭의 각의 폭 $\Delta\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$

슬릿과 비교하여 계수가 2 대신에 1.22임을 볼 수 있다.

분해능의 한계

두 점광원(point source) A와 B가 직경 D 인 렌즈에 의해 스크린에 상이 맺히는 경우 회절현상이 없다면 스크린에는 두 점으로 상이 맺힐 것이다. 그러나 회절현상 때문에 스크린에는 점으로 된 상이 아니고 크기(회절의 최대무늬)를 가지는 두 개의 상이 맺힌다. 그런데 두 점광원 사이의 거리를 점점 좁힐 경우 스크린에 맺히는 상이 서로 겹쳐져서 두 개의 상인지 하나의 상인지 구별할 수 없게 된다. 그 한계는 그림에서와 같이 하나의 상의 영점(zero)이 다른 상의 최대점(max)이 되는 경우이다. 이보다 더 가까워지면 두 상이 겹쳐져서 두 개의 상인지 하나의 상인지 구별할 수 없게 된다.



$$I = I_0 \left(\frac{2J_1(\gamma)}{\gamma} \right)^2, \quad \gamma = \frac{k}{2} D \sin\theta$$

$$J_1(\gamma) = 0 \Rightarrow \gamma \approx 3.832$$

$$D \sin\theta \approx D \Delta\theta = 1.22\lambda$$

	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(9시~1시) , 금요일(2시~6시+α)										
참고사항	◆ 강의 전후 Q&A 및 매주 금요일은 mini Test 실시										

공부 방향

- **권장 사항** : 스스로 파악하기(➡ 계획적 실행)
개념정리, 기출유형/지식습득
영역별 반복학습, 공식암기
- **주의 사항** : 기본서 문제 무작정 다풀기
남의 패턴 따라하기

감사합니다.