

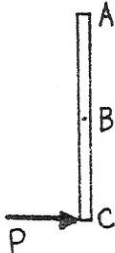
1987 학년도 서울대학교 대학원(석사과정) 입학시험 문제

전공: 물리학 (제 1 교시 120 분)

◎ 1 번 부터 6 번 까지 모두 풀 것.

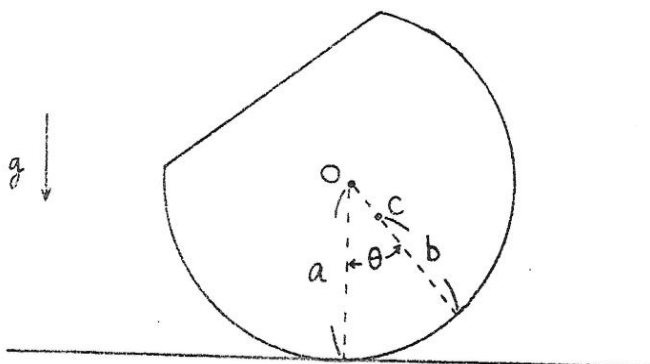
◎ 제 3 교시 (14:40 ~ 15:30) 에 추가전공시험 있음.

1 길이 a , 질량 m 인 균일한 막대가 그림과 같이 마찰이 없는 수평면 위에 놓여 있다. 막대의 한 끝 C 에 막대와 직각방향으로 충격량(impulse) P 를 가했다고 하자.



- (가) 막대의 중심 B 점에 대한 관성능률과 막대의 회전 각속도를 구하라.
- (나) 막대가 한바퀴 회전하는 동안 B 점은 얼마나 움직이었는가?
- (다) 충격을 가한 직후의 C 점의 속력을 구하라.
- (라) 만약 막대의 다른 한 끝 A 점이 평면에 고정되어 있어서 A 점을 축으로 한 회전 운동만 가능하다면 (다) 에서의 충격량 P 직후의 C 점의 속력은 어떻게 달라지는가?

- 2 원기둥에서 일부를 잘라낸 그림과 같은 단면을 갖는 물체가 평면위에 놓여 있다. 여기서 O 점은 원기둥의 중심, C 점은 물체의 질량 중심이다. 평형상태에 있던 이 물체를 각도 θ 만큼 기울렸다가 놓으면 이 물체는 평면



위에서 떠오러지지 않고 평평위치 주위로 흔들 운동을 하게 된다. 여기서 θ 는 $\overline{OC}$ 가 연직 방향과 이루는 각이다. 원기둥의 반지름을 a , 질량중심으로 부터 원주까지의 거리를 b , 물체의 질량을 m , 질량중심에 대한 관성능률을 I_c 라 하고 물음에 답하라.

- (가) 순간 점점을 축으로 한 물체의 회전운동 에너지를 구하라.
- (나) 이 물체의 운동에 대한 Lagrangian 을 적어라 (θ 를 일반화좌표로 쓸 것).
- (다) 작은 각도 ($\theta \approx 0$) 의 흔들림의 경우에 대한 운동방정식을 구하라.
- (라) (다) 에서의 흔들운동의 각 진동수 ω 를 구하라.

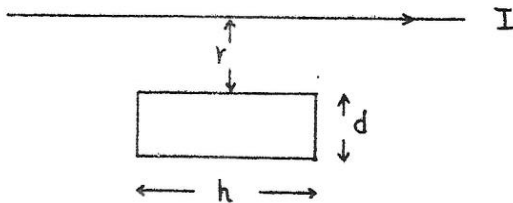
- 3 반지름이 a 인 구가 균일한 전하밀도 ρ_0 로 대전되어 있다. (따라서 총전하는 $Q = \frac{4\pi}{3} \rho_0 a^3$)

- (가) 전 공간에서 전기장 $\vec{E}(\vec{r})$ 와 포텐셜 $\phi(\vec{r})$ 을 구하라.
- (나) 이 계의 정전에너지 U 는 얼마인가?
- (다) 만약 어느 순간에 이 구가 도체로 변한다면, 변한 후 정전 에너지는 얼마인가? 또, 도체로 변한 후의 전하밀도를 전기장 분포로부터 구하라.
- (라) 도체로 변한 후 표면의 전하들 간에는 서로 멀어지려는 척력이 작용한다. 이 때 도체표면에서 단위면적당의 전하가 다른 전하들로 인해 받는 척력은 얼마인가?

1987 학년도 서울대학교 대학원(석사과정) 입학시험문제

전공: 물리학

- 4 그림과 같이 전류 I 가 흐르는 무한히 긴 도선에서 r 만큼 떨어진 위치에 직사각형 도선이 있다.



- (가) 상호 inductance 는 어떻게 정의되는가? 위의 두 도선사이의 상호 inductance 를 구하라.
- (나) 외부의 영향에 의하여 직사각형 도선이 진동을 하게 되어 직선도선으로 부터 그 최단거리가 $r = r_0 + \Delta r \cos \omega t$ 로 주어질 때 ($\Delta r < r_0$), 이 직사각형 도선에 유도되는 emf 는 얼마인가?
- (다) 직사각형 회로의 저항은 R , self inductance 는 L 이다. 이 회로에 유도된 전류의 크기와 방향은 어떻게 주어지는가? 이로 인하여 두 도선사이에 작용하는 힘은 외부로 부터 주어진 진동을 감쇄하는 방향인지 또는 증가시키는 방향인지 말하라.

- 5 일차원 조화진동자의 가능한 에너지 고유 상태들은 에너지 $E_n = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) 로 주어지는 nondegenerate 상태들이다. 이러한 진동자들로 이루어진 계가 절대온도 T 인 열원과 평형상태에 있다고 하자.

- (가) 이 계의 분배함수 (partition function) Z 를 구하라.

- (나) 이 계의 한 진동자가 $n=1$ 인 에너지 상태에 존재하게 될 확률을 구하라.
- (다) 진동자의 평균에너지 $\bar{E}$ 를 온도의 함수로 구하고 이 평균에너지가 온도에 따라 변하는 모양을 그려라.

- 6 다음 질문에 답하라.

- (가) 스핀이 $\frac{1}{2}$ 이고 자기모멘트가 μ 인 N 개의 입자로 된 계가 균일한 자기장 안에 놓여있다.

- ① 이 계에 대해 총 자기모멘트가 주어졌을 때 가능한 스핀배열상태 수를 W 라 하면 이 계의 엔트로피는 얼마인가?

- ② n 개의 입자가 spin up 상태에 있고 나머지 $N-n$ 개가 spin down 상태에 있다면 스핀 배열 상태수 W 는 어떻게 표시되는가?

- (나) (가)의 경우 $N = 10^{22}$ 인 계를 생각하자.

- ① 이 계의 총자기 모멘트가 $10^{21} \mu$ 로 되는 경우와 $1.2 \times 10^{21} \mu$ 인 경우 spin up 상태의 입자수는 각각 몇 개씩인가?

- ② 이 계의 총자기 모멘트가 $1.2 \times 10^{21} \mu$ 에서 $10^{21} \mu$ 로 변할 때 엔트로피의 변화는 얼마인가?

- ③ ② 에서의 엔트로피 변화가 계에 2 Joule 의 에너지를 가해주었을 때 생겼다고 하자. 이 계의 온도를 추정하라.

참고사항: M 이 큰 수인 때 $\ln M! \approx M \ln M - M$,
볼츠만 상수는 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$,

$\ln 4.2 = 1.435$	$\ln 4.3 = 1.459$	$\ln 4.4 = 1.48$
$\ln 4.5 = 1.5$	$\ln 4.6 = 1.53$	$\ln 4.7 = 1.55$
$\ln 4.8 = 1.57$	$\ln 4.9 = 1.59$	$\ln 5.2 = 1.65$
$\ln 5.3 = 1.67$	$\ln 5.4 = 1.69$	$\ln 5.5 = 1.7$
$\ln 5.6 = 1.723$	$\ln 5.7 = 1.74$	$\ln 5.8 = 1.76$