

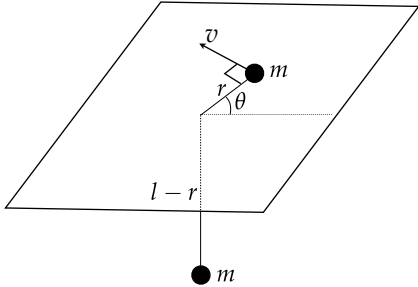
수험번호		성명				감독교수 확 인	(인)
------	--	----	--	--	--	-------------	-----

물리학부 석사입시 구술시험 답안지

과목명 :

2009. 10. 29. 시행

1. 질량 m 인 두 입자가 길이 l 인 매우 가볍고 수축 또는 팽창하지 않는 끈으로 연결되어 있다. 이 중에 하나의 입자가 크기를 무시할 수 있는 구멍이 있는 매끄러운 수평 탁자 위에 놓여 있다. 끈이 이 구멍을 통과해서 다른 입자가 그 끝에 수직으로 매달려 있다. 아래 그림과 같이 구멍의 중심을 원점으로 잡고 탁자 위에 놓인 입자의 위치를 평면 극좌표 r 과 θ 로 표시한다. 아래 물음에 답하라.



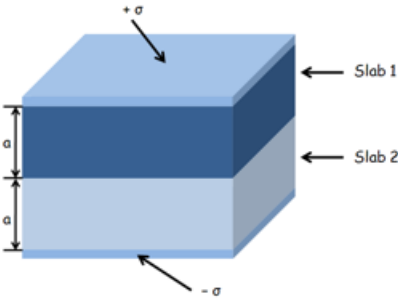
- 탁자 위 입자의 원점에 대한 각운동량 L 을 r 과 $d\theta/dt$ 로 나타내라.
- 각운동량이 보존되는 이유를 말해보라.
- 두 입자의 에너지 총합 E 가 보존됨을 이용하여 다음 식이 성립함을 보여라.

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 = \frac{E}{m} - \frac{L^2}{2m^2r^2} + g(l-r).$$

여기서 g 는 중력가속도이다.

- 처음에는 탁자 위 입자가 원점에서 $r = l/2$ 인 거리에 놓여 있었고 끈에 수직인 방향으로 속력 v ($2v^2 > gl$)로 움직이고 있었다면, 어느 정도의 시간이 흐른 후, 탁자 위의 입자가 $r = l$ 에 도달할 수 있는 v 의 조건을 구하여라.

2. 그림과 같이 두 개의 평행한 전극판 사이에 두 개의 선형 유전체 (Slab 1 과 Slab 2) 가 채워져 있다. 각 유전체는 두께가 a 이고 두 전극판 사이의 거리는 $2a$ 이다. Slab 1 의 유전상수 ($\kappa = \epsilon/\epsilon_0$) 가 3 이고 Slab 2 의 유전상수는 2 이다. 윗 전극판의 자유전하 면적밀도는 σ 이고 아랫 전극판의 자유전하 면적밀도는 $-\sigma$ 이다. 다음 물음에 답하라.



- 각 유전체 내에서의 전기변위 (electric displacement) $\mathbf{D}$ 와 전기장 $\mathbf{E}$ 를 구하라.
- 각 유전체 내에서의 전기분극 (Polarization) $\mathbf{P}$ 를 σ 로 나타내라.
- 각 유전체가 갖는 모든 속박전하 밀도 (bound charge density) 의 크기와 그 전하가 있는 위치를 구하라.
- 이 물리계에 대해 자유전하 밀도와 위에서 구한 속박전하 밀도의 결과를 이용하여, 각 유전체 내에서의 전기장을 구하고, 이것이 (가)에서 구한 것과 같음을 보여라.

수험번호		성명				감독교수 확 인	(인)
------	--	----	--	--	--	-------------	-----

물리학부 석사입시 구술시험 답안지

과목명 :

2009. 10. 29. 시행

3. 스핀 σ 를 갖는 전자에 자기장 $\mathbf{B}$ 가 걸려있는 경우 Hamiltonian 을 $H = \frac{\hbar\gamma}{2} \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{B}$ 로 쓸 수 있다. 이 때 $\mathbf{B} // \hat{x}$ 이다. (Pauli 행렬은 $\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ 이고, spin operator $\mathbf{S} = \frac{1}{2}\hbar\boldsymbol{\sigma}$ 이다.)

가. 이 Hamiltonian 의 eigenstates (spinor) 를 구하시오.

나. 파동함수의 초기상태가 $\psi(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ 로 주어질 때, 임의의 시간 t 에서 $\psi(t) = \begin{pmatrix} \cos \omega t \\ -i \sin \omega t \end{pmatrix}$ 가 됨을 보이시오. 여기서 $\omega = \frac{\gamma|\mathbf{B}|}{2}$ 이다.

다. 이 파동함수에 대하여 기대치(expectation value) $\langle S_y \rangle$ 와 $\langle S_z \rangle$ 를 시간의 함수로 구하시오.

라. Heisenberg picture 로 부터 $\frac{d\mathbf{S}}{dt} = -\gamma\mathbf{S} \times \mathbf{B}$ 가 됨을 유도하고 (다)의 결과와 비교하시오. (Hint: Heisenberg picture 에서 임의의 operator A 는 $\frac{dA}{dt} = \frac{i}{\hbar}[H, A]$ 의 관계식을 갖는다. 또한 Spin operator 사이에는 commutation relation, $[S_x, S_y] = i\hbar S_z, [S_z, S_x] = i\hbar S_y$ 가 성립한다.)

4. 두 개의 에너지 준위 $E = 0$ 와 $E = \varepsilon$ 을 갖는 열역학 계가 있다. 이 계가 온도 T 를 유지하고 있다고 하자.

가. 다음과 같은 경우에 대하여 분배함수(partition function) 을 구하라.

- (㉠) 한 개의 입자가 있는 경우
- (㉡) 구별할 수 있는 두 개의 입자가 있는 경우
- (㉢) 구별할 수 없는 두 개의 입자가 있는 경우
- (㉣) 구별할 수 없는 두 개의 Fermion 이 있는 경우
- (㉤) 구별할 수 없는 두 개의 Boson 이 있는 경우

나. 위의 (㉣)의 경우에 대하여 정적비열(heat capacity), C_V 를 구하라.