

1994학년도 서울대학교 대학원 입학시험문제

전 공 : 물 리 학 (석 사 과 정)

1993. 11. 27.

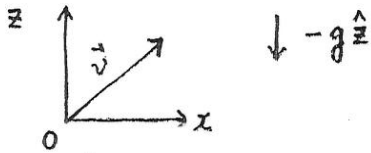
- ① 중력장 하의 2차원 수직 평면에서 질량 m 인 포사체(projectile)가 속도에 비례하는 마찰력을 받으며 운동하고 있다면, 그 운동방정식은

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -b \frac{d\vec{r}}{dt} - m g \hat{z}$$

처럼 쓸 수 있다. (여기서 b 는 양수, g 는 중력 가속도, $\hat{z}$ 는 z -축 방향의 단위벡터이다.)

다음 물음에 답하시오.

(가) 초기조건이 그림과 같이



$\vec{r}(t=0) = 0$, $\vec{v}(t=0) = v_{0x}\hat{x} + v_{0z}\hat{z}$ (v_{0x} , v_{0z} 는 양수) 와 같이 주어지는 경우, $t > 0$ 에서 $\vec{r}(t) = x(t)\hat{x} + z(t)\hat{z}$ 를 구하시오.

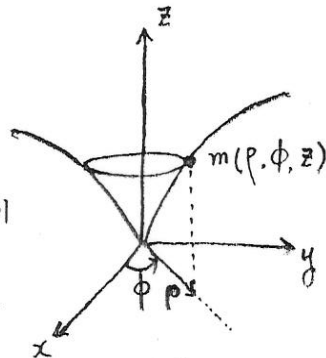
(나) $t \rightarrow \infty$ 에서, 이 포사체의 운동은 어떠한가?

(다) 이 포사체가 최고높이에 도달할 때까지 걸리는 시간을 구하고, 이 포사체의 궤적을 그림으로 나타내 보시오.

- ② 그림과 같이

$$z = \alpha (1 - e^{-\rho/\ell})$$

인 곡선을 360° 회전시켜 얻은 표면 위에, 질량 m 인 공이 마찰없이 움직이고 있다. 중력은 $-g\hat{z}$ 로 작용한다.



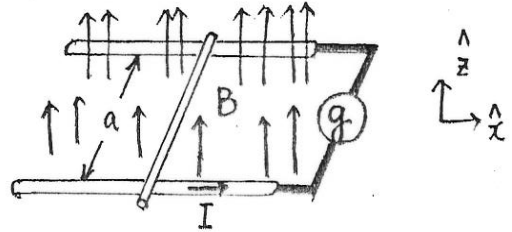
(가) 이 공의 Lagrangian $L(\rho, \phi; \dot{\rho}, \dot{\phi})$ 을 구하시오.

(나) ρ 와 ϕ 좌표에 대한 운동방정식을 쓰시오.

(다) 이 물체가 수평한 원형궤도를 돌 때의 조건을 구하시오.

(라) (다)의 조건을 힘의 평형조건으로 설명하여 보시오.

- ③ 균일한 자기장 $\vec{B} (=B\hat{z})$ 와 수직한 면에, 두도선이 a 만큼 떨어져 나란히 놓여있다. 금속선이 두도선 위를 그림과 같이, 마찰없이 미끌어진다.



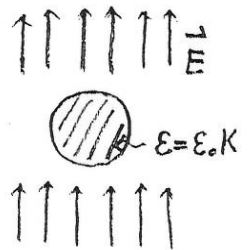
금속선과 두 도선의 저항은 (특히 그림의 검은 선의 저항에 비해) 무시할 수 있다고 하자.

(가) 두 도선 끝에 일정한 전류 I 를 $t=0$ 부터 그림에 표시한 방향으로 공급하는 발전기(generator)를 장치하였을 때, 금속선이 움직이는 속도($\vec{v}_{rod}$)를 시간의 함수로 나타내시오.

(나) 이 발전기 $\mathcal{E}$ 를 일정한 기전력 ϵ 을 공급하는 전지로 바꾸었을 때, 금속선이 움직이는 속도 $\vec{v}_{rod}$ 를 시간의 함수로 나타내시오.

(다) (나)의 경우, 종단속도 (terminal velocity)를 구하고, 종단속도에 이르렀을 때 도선에 흐르는 전류를 구하시오.

- ④ 반경 a , 유전률(permittivity) $\epsilon = \epsilon_0 K$ (ϵ_0 는 진공에서의 유전률)인 유전체 구가 외부 전장이 $\vec{E} = E_0 \hat{z}$ 로 주어진 공간에 놓여있다.



쓰시오. 또한

(가) $\vec{D}$ 와 $\vec{E}$ 에 대한 경계조건을(스칼라 포텐셜을 쓰는 경우, 스칼라포텐셜 V 에 대한 경계조건은?

(나) 구 외부와 내부에서의 스칼라포텐셜 $V_{out}(r, \theta)$ 및 $V_{in}(r, \theta)$ 을 구하시오.

(다) 구 외부와 내부에서의 전장은 어떻게 주어지는가?

1994학년도 서울대학교 대학원 입학시험문제

전 공 : 물리학 (석사과정)

1993. 11. 27.

- ⑤ 절대온도 T 의 열원과 열평형을 이루고 있는 N 개의 입자가 조화단진동을 하는 계가 있다. 이 단진동의 고전 각진동수를 ω 라 하고, 다음 물음에 답하시오.

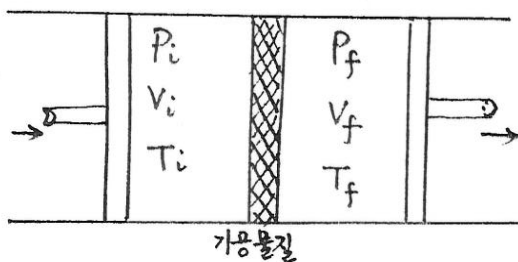
(가) 이 계를 양자계로 보고, 이 계의 내부에너지를 구하시오.

(나) 이 계의 열용량 (heat capacity)을 구하시오.

(다) $kT \gg \hbar\omega$ 인 높은 온도에서, 이 계의 열용량은 어떻게 주어지는가?

(라) 이 계를 고전계로 보고, 이계의 내부에너지를 구하시오.

- ⑥ 저온냉각법으로 흔히 쓰이는 줄톰슨 (Joule-Thomson) 효과는 기체가 작은 구멍을 갖는 기공물질 (porous plug) 이나, 밸브 (valve)를 통해 팽창될 때, 냉각 (또는 가열) 되는 효과이다. 그림을 보고 다음 물음에 답하라.



- (가) 그림에서 기체가 고압(P_i) 영역에서 저압(P_f) 영역으로 단열 팽창될 때 엔탈피 (enthalpy)의 변화가 없음을 보이시오.
- (나) 일정 엔탈피 (isoenthalpy) 과정에서 기체의 압력 변화 dP 에 따르는 온도 변화 dT 가

$$dT = -\left[\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T + V/T\right]\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P dP$$

가 됨을 보이시오. V 는 기체의 부피, S 는 엔트로피이다.

(다) 또 줄톰슨계수 $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$ 가

$$\mu = \left(\frac{1}{C_p}\right)\left\{T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - V\right\}$$
가 됨을 보이시오.

(라) 이상기체 (ideal gas)의 경우, 줄톰슨효과가 없음을 보이고, 그 물리적 의미를 설명하시오.