

1. 마찰이 없는 수평면에서 운동하는 질량 m 인 입자의 속도가 위치 x 에 대해 $v(x) = \alpha x$ 로 변한다.

(ㄱ) 초기 조건 $t=0, x=x_0$ 를 이용하여 $x(t)$ 를 구하시오.

(ㄴ) $F(x)$ 를 구하시오.

(ㄷ) 역학적 에너지를 시간의 함수로 구하시오.

2. 1차원 운동하는 질량 m 인 입자에 용수철 힘 $\frac{17}{2}\beta^2 m x$, 저항 $3\beta m \dot{x}$, 외부 구동력 $m A \cos \omega t$ 가 작용한다.

(ㄱ) 입자가 최대 진폭으로 진동할 때 ω 를 구하시오.

(ㄴ) 최대 진폭을 구하시오.

(ㄷ) 이동 거리가 최대가 되는 발사각을 구하시오.

3. 중심력장에서 질량 m 인 입자가 궤도 방정식 $r = r_0 e^{k\theta}$ 로 기술되는 2차원 운동을 한다.

(ㄱ) $F(r)$ 을 구하시오.

(ㄴ) $\theta(t)$ 를 구하시오.

4. 1차원 운동하는 질량 m 인 입자가 $F(t) = k t e^{-\alpha t}$ ($k, \alpha > 0$)로 주어지는 힘을 받는다. 초기 조건은 $t=0$ 일 때 $x=x_0, \dot{x}=0$ 이다.

(ㄱ) $v(t)$ 를 구하시오.

(ㄴ) $x(t)$ 를 구하시오.

5. 질량 m 인 입자가 저항과 일정한 중력을 받는다. 초기 조건은 $t=0$ 일 때 $y=0, \dot{y}=0$ 이다. $t \neq 0$ 일 때 입자의 속도 v 와 낙하 거리 y 사이의 관계를 저항이 다음과 같이 주어지는 경우에 대해 구하시오.

(ㄱ) αv

(ㄴ) βv^2

6. 1차원에서 운동하는 질량 m 인 입자의 위치에너지는 $U(x) = U_0 \left[2 \left(\frac{x}{a} \right)^2 - \left(\frac{x}{a} \right)^4 \right]$ ($U_0, \alpha > 0$)로 주어진다.

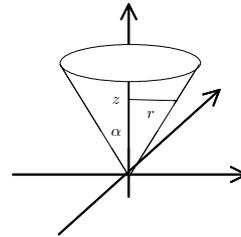
(ㄱ) 입자가 안정 평형 주변에서 단진동할 때 진동 주기를 구하시오.

(ㄴ) 초기 조건은 $t=0$ 일 때 $x=0, \dot{x}=\text{탈출속도}(>0)$ 이다. $x(t)$ 를 구하시오.

7. 질량 m 인 한 입자의 운동 방정식이 $m\left(\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2x\right) = F(t)$ 로 주어진다. 외부 구동력 $F(t) = F_0 \sin \omega t$ 가 $t=0$ 일 때부터 작용한다.

- (ㄱ) 초기 조건이 $t=0, x=0, \dot{x}=0$ 일 때 $x(t)$ 를 구하시오.
- (ㄴ) $\omega \rightarrow \omega_0$ 의 극한을 이용하여 $\omega = \omega_0$ 일 때 $x(t)$ 를 구하시오.

8. 질량 m 인 입자가 균일한 중력장 내에서 수직에 대해 각도 α 기울어진 원뿔의 안쪽 면 위에서 운동한다. 원뿔의 꼭지점으로부터 수직 거리를 z 축으로 하고 xy 평면에서 z 축으로부터 거리를 r 라 하면 $z = r \cot \alpha$ 의 관계가 성립한다.



- (ㄱ) 입자의 라그랑지안을 $r, \dot{r}, \theta, \dot{\theta}$ 로 구하시오.
- (ㄴ) 입자의 각운동량을 l 라 할 때 유효 퍼텐셜 에너지를 구하시오.
- (ㄷ) 에너지가 최소값일 때 입자의 운동을 기술하시오.
- (ㄹ) 에너지가 최소값보다 클 때 r_{\min} 과 r_{\max} 를 구하시오.

9. 2차원에서 운동하는 질량 m 인 입자의 위치에너지가 $V(x, y) = \alpha x + \frac{1}{2} \beta x^2$ ($\alpha, \beta > 0$)로 주어진다.

- (ㄱ) $V(x, y)$ 에 대한 힘 $\vec{F}(x, y)$ 를 구하고 이 힘은 보존력임을 보이시오. (보존력의 조건: $\nabla \times \vec{F} = 0$)
- (ㄴ) 초기 조건이 $t=0$ 에서 $\vec{r} = (0, 0), \vec{v} = (0, v_0)$ 이다. $x(t)$ 와 $y(t)$ 를 구하시오.
- (ㄷ) (ㄴ)에서 구한 $x(t)$ 와 $y(t)$ 를 이용하여 역학적 에너지를 계산하시오.

10. 그림은 수조에 밀도 ρ_l 인 액체가 담겨 있고 밀도 ρ_r 인 직육면체 물체의 일부가 잠겨 있는 것을 나타낸 것이다. 물체의 밑변의 길이는 각각 L_1, L_2 이고 높이는 H 이다.

- (ㄱ) 평형 상태에서 물체가 잠긴 깊이 d_0 을 구하시오.
- (ㄴ) 물체를 살짝 누르면 물체가 상하로 단진동 한다. 물체의 운동 방정식과 각진동수를 구하시오.

