

## Chapter 16: Waves — I 연습문제

---

### 문제 1 [계산]

줄 위를  $+x$  방향으로 진행하는 횡파가 다음과 같이 기술된다:

$$y(x, t) = (0.12 \text{ m}) \sin(4.0\pi x - 12\pi t)$$

여기서  $x$ 는 미터,  $t$ 는 초 단위이다.

- (a) 이 파동의 진폭  $y_m$ , 파장  $\lambda$ , 진동수  $f$ , 주기  $T$ 를 구하시오.
  - (b) 파동의 속력  $v$ 를 구하시오.
  - (c)  $t = 0.025$  s일 때,  $x = 0.30$  m 위치에 있는 줄 원소의 횡변위  $y$ 를 구하시오.
- 

### 문제 2 [계산]

질량  $M = 0.060$  kg, 길이  $L = 2.0$  m인 줄이 장력  $\tau = 500$  N으로 당겨져 있다.

- (a) 이 줄의 선밀도  $\mu$ 를 구하시오.
  - (b) 이 줄 위의 파동 속력  $v$ 를 구하시오.
  - (c) 이 줄 위에서 진동수  $f = 200$  Hz인 파동의 파장  $\lambda$ 를 구하시오.
- 

### 문제 3 [유도]

줄 위를 진행하는 사인파  $y(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t)$ 에 대해 다음을 유도하시오.

- (a) 줄 원소의 횡속도  $u = \partial y / \partial t$ 와 횡가속도  $a_y = \partial^2 y / \partial t^2$ 를 구하고, 횡속도가 최대인 위치와 횡가속도가 최대인 위치를 각각 설명하시오.
- (b) 파동 방정식

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

이 위의 사인파에 의해 만족됨을 직접 대입하여 보이시오. ( $v = \omega/k$  관계를 이용하시오.)

---

### 문제 4 [계산]

선밀도  $\mu = 0.40$  kg/m, 장력  $\tau = 90$  N인 줄 위로 진폭  $y_m = 5.0$  mm, 진동수  $f = 150$  Hz인 사인파를 보낸다.

- (a) 이 줄 위의 파동 속력  $v$ 를 구하시오.
  - (b) 이 파동이 줄을 따라 전달하는 평균 파워  $P_{\text{avg}}$ 를 구하시오.
  - (c) 진폭을 두 배( $y_m \rightarrow 2y_m$ )로, 진동수를 절반( $f \rightarrow f/2$ )으로 변경하면 평균 파워는 어떻게 변하는가?
-

### 문제 5 [유도]

같은 진폭  $y_m$ , 같은 파수  $k$ , 같은 각진동수  $\omega$ 를 가진 두 사인파가 같은 방향으로 진행하되, 위상차가  $\phi$ 이다:

$$y_1 = y_m \sin(kx - \omega t), \quad y_2 = y_m \sin(kx - \omega t + \phi)$$

(a) 삼각함수 합공식  $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha+\beta}{2} \cos \frac{\alpha-\beta}{2}$ 를 이용하여 합성파가 다음과 같음을 유도하시오:

$$y' = \left[ 2y_m \cos \frac{\phi}{2} \right] \sin \left( kx - \omega t + \frac{\phi}{2} \right)$$

(b)  $\phi = 0, \phi = \pi, \phi = 2\pi/3$ 일 때 각각의 합성 진폭  $y'_m$ 을 구하고, 간섭의 종류를 말하시오.

---

### 문제 6 [개념+계산]

길이  $L = 1.2$  m인 줄의 양 끝이 고정되어 있고, 줄의 선밀도는  $\mu = 2.0 \times 10^{-3}$  kg/m, 장력은  $\tau = 50$  N이다.

- (a) 이 줄 위의 파동 속력  $v$ 를 구하시오.
  - (b) 기본 진동수(1차 조화파)  $f_1$ 을 구하시오.
  - (c) 3차 조화파의 진동수  $f_3$ 와 파장  $\lambda_3$ 를 구하시오.
  - (d) 3차 조화파에서 마디(node)의 위치를 모두 구하시오.
- 

### 문제 7 [개념+계산]

양 끝이 고정된 줄에서 2차 조화파와 5차 조화파가 동시에 존재한다.

- (a) 2차 조화파에서 줄 위의 마디 위치와 배 위치를  $L$ 을 이용하여 나타내시오.
- (b) 5차 조화파에서 줄 위의 마디 위치를  $L$ 을 이용하여 나타내시오.
- (c) 기본 진동수  $f_1 = 440$  Hz일 때, 2차와 5차 조화파의 진동수를 각각 구하시오.
- (d) 줄의 장력을 4배로 증가시키면 기본 진동수는 어떻게 변하는지 설명하시오.