

Chapter 17: Waves II — 연습문제

문제 1 [계산]

공기 중($\rho = 1.21 \text{ kg/m}^3$, $v = 343 \text{ m/s}$)에서 1000 Hz 음파의 압력 진폭이 $\Delta p_m = 28 \text{ Pa}$ (통증 역치)이다.

- (a) 이 음파의 변위 진폭 s_m 을 구하시오.
 - (b) 이 음파의 세기 I 를 구하시오.
 - (c) 이 음파의 음압 수준 β 를 데시벨(dB)로 구하시오. ($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)
-

문제 2 [계산]

등방성 점 음원이 출력 $P_s = 100 \text{ W}$ 로 음파를 방출한다.

- (a) 음원으로부터 $r_1 = 5.0 \text{ m}$ 거리에서의 세기 I_1 과 음압 수준 β_1 을 구하시오.
 - (b) 음압 수준이 $\beta_2 = 60 \text{ dB}$ (일상 대화 수준)가 되는 거리 r_2 를 구하시오.
 - (c) 거리가 r_1 에서 $2r_1$ 으로 두 배가 되면 음압 수준은 몇 dB 감소하는지 구하시오.
-

문제 3 [계산]

두 스피커 S_1 과 S_2 가 같은 위상으로 파장 $\lambda = 0.50 \text{ m}$ 인 음파를 방출한다. 한 점 P 까지의 경로 길이가 $L_1 = 4.20 \text{ m}$, $L_2 = 4.95 \text{ m}$ 이다.

- (a) 점 P 에서의 경로차 ΔL 을 구하시오.
 - (b) $\Delta L/\lambda$ 를 구하고, 보강 간섭인지 상쇄 간섭인지 판별하시오.
 - (c) 파장을 $\lambda' = 0.60 \text{ m}$ 으로 바꾸면 간섭 유형이 어떻게 변하는지 설명하시오.
-

문제 4 [유도]

한쪽이 닫히고 한쪽이 열린 관(길이 L , 음속 v)에서 공명이 일어난다.

- (a) 닫힌 끝이 마디, 열린 끝이 배가 되는 이유를 물리적으로 설명하시오.
 - (b) 가장 낮은 공명 진동수(기본 진동, $n = 1$)의 파장과 진동수를 유도하시오.
 - (c) 이 관에서 홀수 배음($n = 1, 3, 5, \dots$)만 가능한 이유를 유도하시오.
-

문제 5 [유도]

같은 진폭 s_m , 약간 다른 각진동수 ω_1, ω_2 ($\omega_1 > \omega_2$)인 두 음파가 중첩된다.

- (a) 삼각함수 항등식 $\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$ 를 이용하여, 합성 변위가

$$s(t) = \left[2s_m \cos \left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \right) \right] \cos \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t \right)$$

임을 유도하시오.

(b) 맥놀이 진동수가 $f_{\text{beat}} = f_1 - f_2$ 임을 유도하시오. ("cos $\omega't = \pm 1$ 일 때 최대"임을 이용)

(c) 두 진동수가 $f_1 = 262$ Hz, $f_2 = 266$ Hz일 때, 1초 동안 맥놀이가 몇 회 발생하는지 구하시오.

문제 6 [개념+계산]

기차가 속력 $v_S = 40$ m/s로 역에 접근하고 있다. 기차의 경적 진동수는 $f = 500$ Hz이다. 음속은 $v = 343$ m/s이다.

(a) 역에 정지해 있는 승객이 듣는 진동수 f' 를 구하시오.

(b) 기차가 역을 지나 멀어질 때 승객이 듣는 진동수 f'' 를 구하시오.

(c) 승객이 듣는 진동수의 변화량 $|f' - f''|$ 를 구하고, 이 현상을 물리적으로 설명하시오.

문제 7 [개념+계산]

총알이 마하 수 $Ma = 2.5$ 로 날아간다. 음속은 $v = 343$ m/s이다.

(a) 총알의 속력 v_S 를 구하시오.

(b) 마하 원뿔의 반각 θ 를 구하시오.

(c) 총알이 관측자 바로 위를 지나갈 때, 관측자가 충격파(소닉 붐)를 듣는 것은 총알이 지나간 **후**이다. 그 이유를 마하 원뿔의 기하학적 구조를 이용하여 설명하시오.