

## 음속 측정(기주공명장치)

### 1. 목적

알고 있는 진동수를 가진 소리굽쇠의 진동으로 기주를 공명시켜 그 소리의 파장을 측정함으로써 공기 중의 음속을 측정한다.

### 2. 원리

진동수  $f$ 인 파동(종파 혹은 횡파)의 공기 중에서의 파장을  $\lambda$ 라 하고, 이 파동이 공기 중에서 전파하는 속도를  $v$ 라 할때, 다음 관계식이 만족된다.

$$v = f\lambda \quad (1)$$

진동수가 알려진 소리굽쇠를 진동시켜 한쪽 끝이 막힌 유리관 속에 들어 있는 기주를 진동시켜면, 기주 속에는 방향이 반대인 두 개의 파가 진행하면서 현의 진동 때와 같은 정상파가 생긴다. 이때, 기주의 길이가 어느 적당한 값을 가질 때 두 파의, 간섭으로 공명이 일어나게 된다. 따라서 소리굽쇠가 공기 중에서 발생하는 음의 파장  $\lambda$ 는

$$\lambda = 2(y_{n+1} - y_n) \quad (2)$$

이며, 식 (1)에 식 (2)를 대입하면

$$v = 2f(y_{n+1} - y_n) \quad (3)$$

이 된다. 여기서  $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$ 들은 유리관 내의 공명 위치를 나타낸다. 관 끝에서 첫 번째 공명 위치  $y_0$ 까지의 길이는  $\frac{\lambda}{4}$ 에 가까우나 실제로는 이 값보다 조금 작다.

이는 첫 번째 정상파의 배가 관의 모양, 크기 등에 따라서 관 끝보다 조금 위쪽에 위치한다는 것을 의미하며, 원주형의 관인 경우에는 관 끝에서부터 배까지의 거리  $\delta$ 와 관의 내반경  $r$ 와의 비(끝 보정), 즉  $\frac{\delta}{r}$ 는 약 0.55~0.85이다.

공기 중의 또는 어떤 기체중의 음속은 다음 식에 의하여 매질의 물리적 성질에 관계된다.

$$v = \sqrt{k \frac{p}{d}} \quad (4)$$

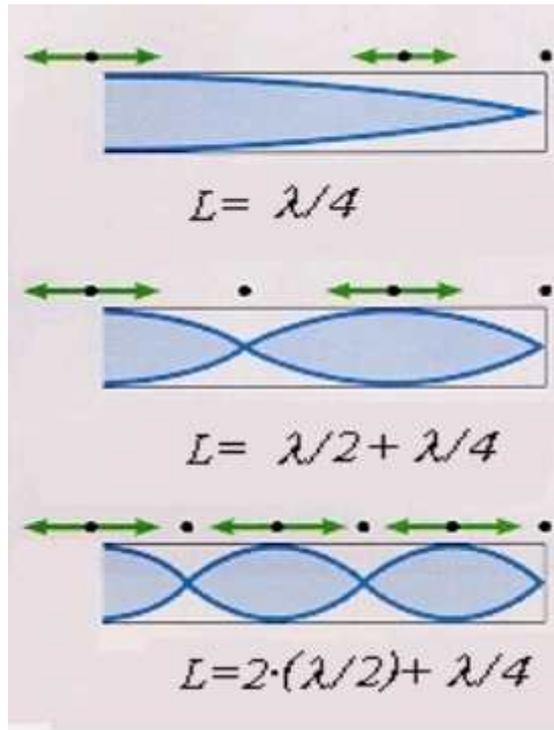
여기서 압력  $p$ 와 밀도  $d$ 는 절대단위이고,  $k$ 는 정압비열 대 정적비열의 비인 상수이다. (공기에 대해  $k = 1.403$ 이다.)

$p$ 가  $\text{dyne/cm}^2$ ,  $d$ 가  $\text{g/cm}^3$  일 때  $v$ 는  $\text{cm/sec}$ 이다. 기체의 밀도는 온도의 상승에 따라 감소하므로 온도가 높아질수록 음속이 커지는 것은 명백하다.

기체의 팽창법칙을 적용하면 다음과 같이 된다.

$$v_t = v_0 \sqrt{1 + \alpha t} \quad (5)$$

여기서  $v_t$ 는 온도  $t^\circ\text{C}$ 에서의 음속,  $v_0$ 는  $0^\circ\text{C}$ 에서의 음속,  $\alpha$ 는 기체의 팽창계수로서  $\frac{1}{273}$ 이다.



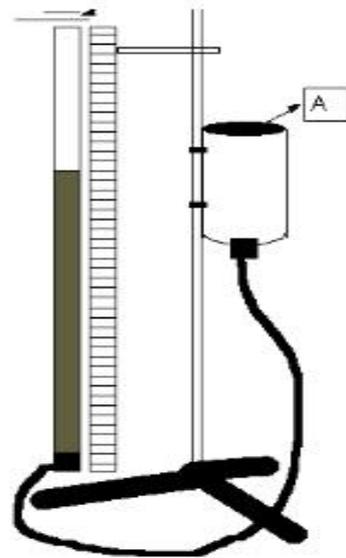
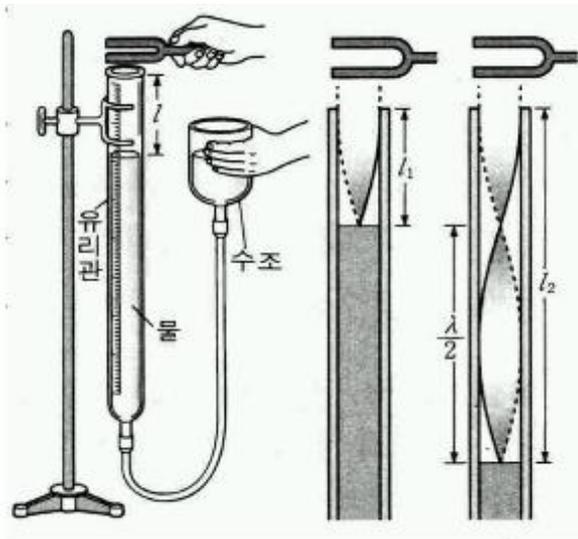
### 3. 기구 및 장치

- (1) 공명장치
- (2) 소리굽쇠
- (3) 고무망치
- (4) 온도계

### 4. 실험방법

- (1) 그림2와 같이 기주공명장치에 물을 가득 채운다. 이때, 물통을 위 아래로 움직여서 관의 물이 꼭대기에서 아래까지 움직일 수 있도록 물의 양을 조절한다.
- (2) 다음 소리굽쇠의 진동을 방해하지 않도록 소리굽쇠의 나무 손잡이를 잡고 고무망치로 때려서 진동을 시킨후, 유리관 1 cm 위에 수직방향으로 놓는다. 이와 동시에 물통을 서서히 내리면서 유리관 내의 소리를 들으면 어느 지점에서 갑자기 커지는 공명소리를 듣게 된다. 그러면 그 지점을 분필이나 고무띠 모양으로 표시한다.
- (3) 공명소리 지점의 근처에 물의 수면이 오도록 하고, 다시 소리굽쇠를 진동시켜 첫 번째의 공명지점  $y_0$ 를 찾는다. 이와 같은 방법으로 5회 측정하여 그 평균  $y_0$ 를 구한다.
- (4) 수면을 더 낮추어 위와 같은 방법으로 두 번째의 공명지점  $y_1$ 을 5회 측정하여 그 평

- 균  $y_1$ 을 구한다.
- (5) 만약, 유리관의 길이가 허용되면, 세 번째의 공명지점  $y_2$ 를 찾아 5회 측정하여 그 평균  $y_2$ 를 구한다.
- (6) (5)의 실험을 하지 못했을 경우 반파장의 길이  $\frac{\lambda}{2}$ 는  $y_1 - y_0$ 이 된다. 따라서, 파장  $\lambda = 2(y_1 - y_0)$ 이다.
- (5)의 실험을 한 경우 반파장의 길이  $\frac{\lambda}{2}$ 는  $y_1 - y_0$ 과  $y_2 - y_1$ 이 되므로 그들의 평균값을 취한다. 따라서, 파장  $\lambda = 2\left[\frac{(y_1 - y_0) + (y_2 - y_1)}{2}\right]$ 이다.
- (7) 소리굽쇠의 진동수  $f$ 를 기록한다.(대부분 소리굽쇠의 앞면에 써 있다.)
- (8) 실험실의 온도  $t$ 를 측정한다.
- (9) 실온  $t^\circ\text{C}$ 일 때의 음속  $v_t$ 를 식 (1)을 이용하여 계산한다.
- (10) 위의 측정값으로  $0^\circ\text{C}$ 일 때의 음속  $v_0$ 를 식 (5)에서 계산한다.



## 음속 측정(기주공명장치)

과:                      학번:                      이름:                      실험조:                      실험일시:

### 1. 측정값

소리 굽쇠 진동수 $f$	
실 온 $t$	

측정횟수 $y_n$	1	2	3	4	5	평균
$y_0$						
$y_1$						
$y_2$						

### 2. 실험값 계산

- (1) 과정 (6)에 의하여 파장  $\lambda$  계산
- (2) 식 (1)에 의하여  $t = \quad$  °C일 때 음속  $v_t$  계산
- (3) 식 (5)에 의하여 0°C일 때의 음속  $v_0$ 를 계산하고 표준값과 비교

### 3. 결과 및 토의