

정상파

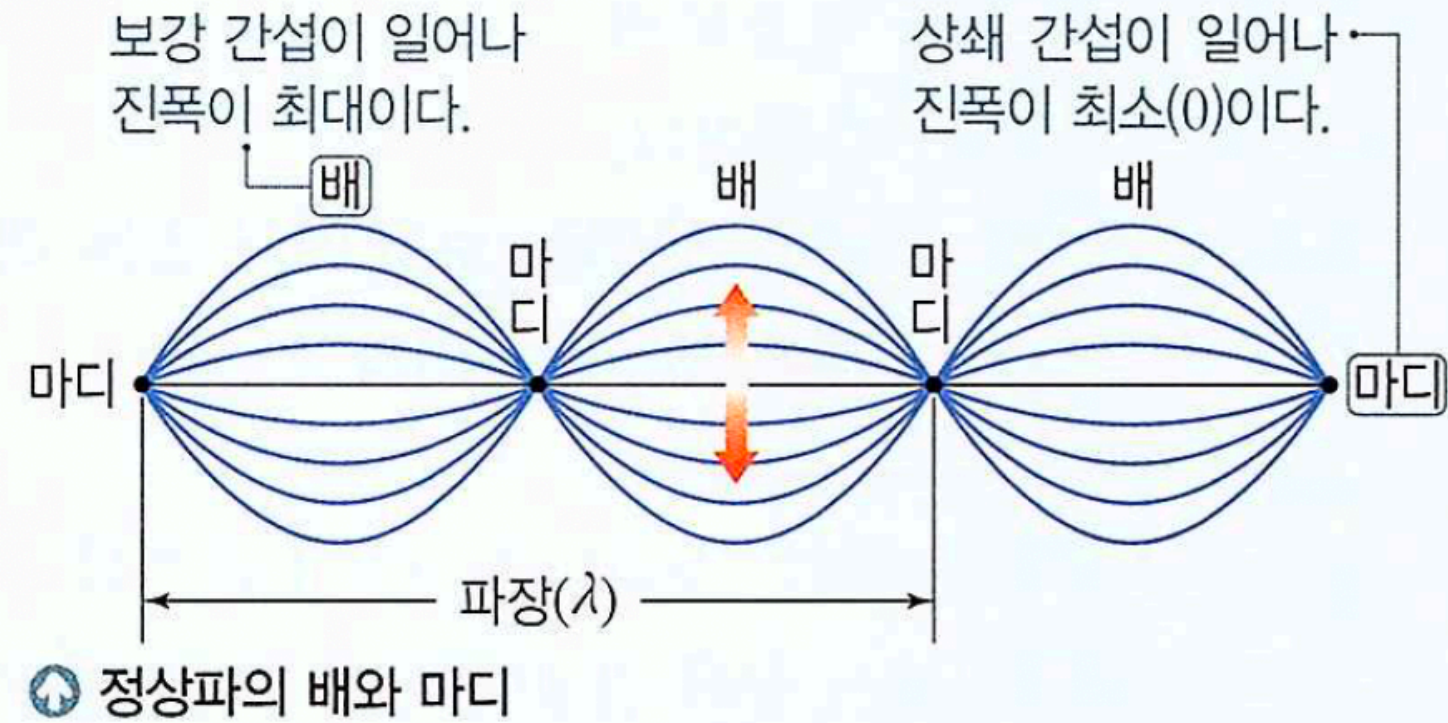


1. **정상파** 같은 매질에서 진동수와 진폭이 같은 두 파동이 서로 반대 방향으로 진행하여 중첩된 결과 어느 방향으로도 진행하지 않고 제자리에서 진동하는 것처럼 보이는 파동

(1) 배와 마디: 정상파에서는 매질이 최대 진동하는 부분인 배와 매질이 진동하지 않는 부분인 마디가 있다.

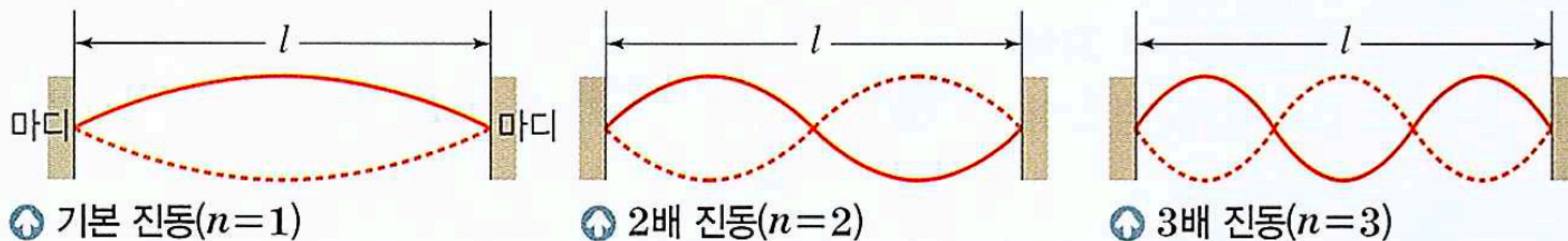
(2) 정상파의 최대 진폭: 중첩되기 전 원래 파동의 진폭의 2배이다.

(3) 정상파의 파장, 진동수, 속력: 중첩되기 전 원래 파동과 같다. — 이웃한 마디와 마디 또는 배와 배 사이의 거리는 중첩되기 전 원래 파동의 반 파장과 같다.



└ 양 끝이 고정된 줄(현)

- ★ 2. 현악기에서의 정상파 기타나 바이올린과 같은 현악기에서는 고정된 양쪽 끝이 마디가 되므로 양쪽 끝에서 반사된 두 파동이 중첩되어 정상파가 형성된다.



- (1) 줄의 길이와 파장의 관계: 줄의 길이 l 은 줄에 형성된 정상파의 반 파장 $\frac{\lambda}{2}$ 의 n 배이다.

$$l = \frac{\lambda}{2}n, \lambda_n = \frac{2l}{n} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

- (2) 줄에 형성된 정상파의 ◆진동수: $v=f\lambda$ 에 의해 정상파의 진동수 f 는 파동의 속력 v 에 비례하고, 파장 λ 에 반비례한다. 이때 진동수를 줄의 ◆고유 진동수라고 한다.

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{2l}n \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

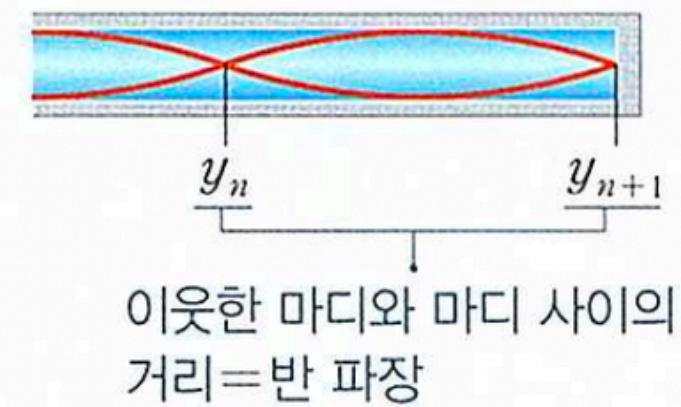
B 악기의 공명

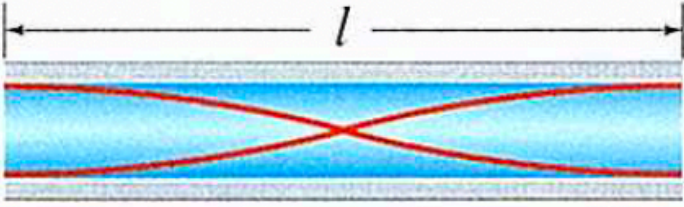
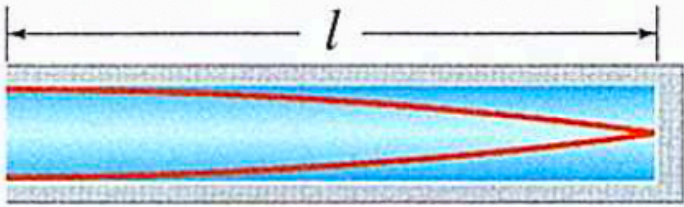
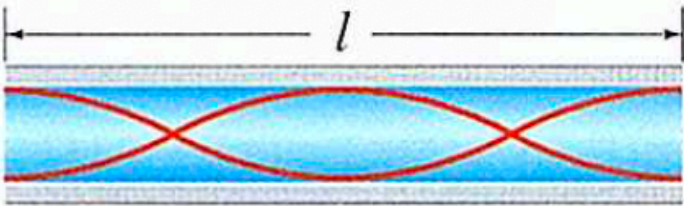
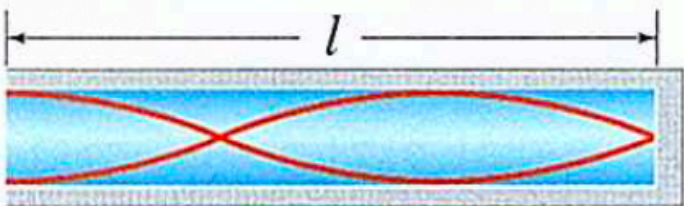
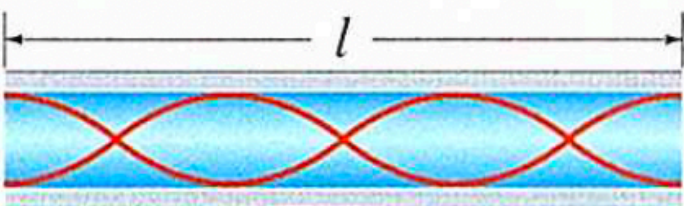
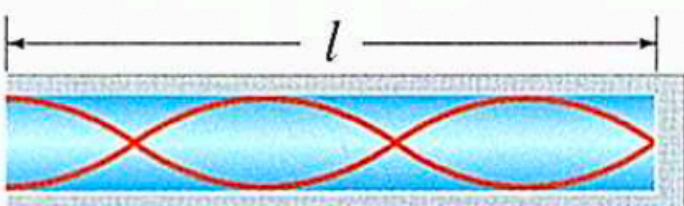
1. **공명** 외부에서 가한 진동이 물체가 가지고 있는 고유 진동수와 일치하여 파동의 진폭이 커지는 현상 → 원래 소리보다 큰 소리를 들을 수 있다.

2. **관악기에서의 공명** 관 속 공기의 공명 진동수가 외부에서 가한 진동의 진동수와 일치하여 정상파가 형성될 때 공명이 발생한다.

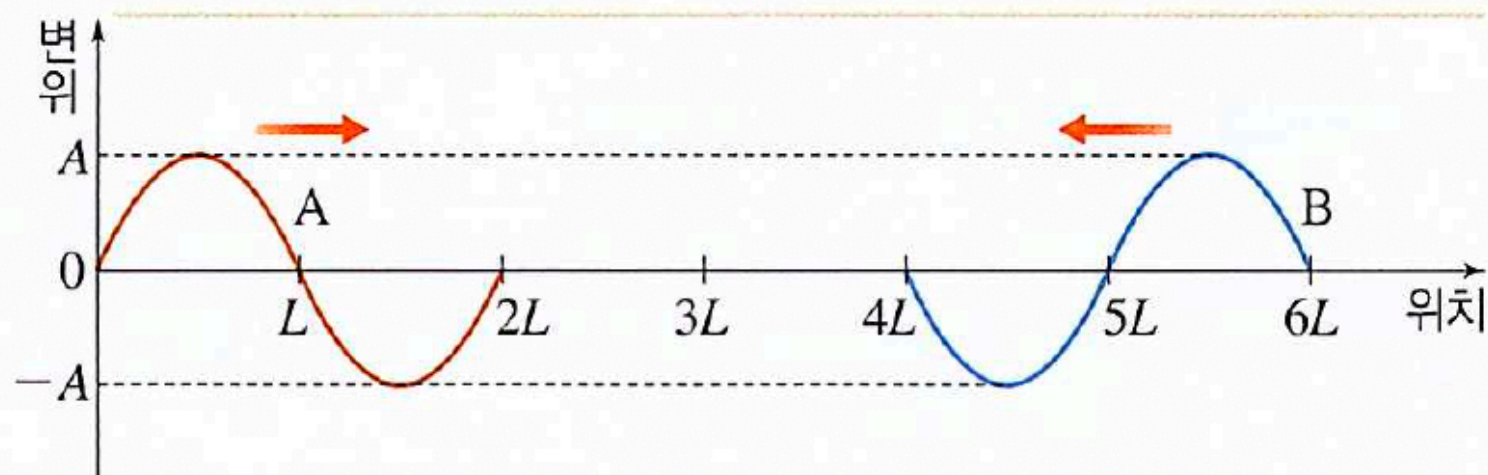
(1) 관 속에서 공명이 일어날 때 음파의 파장(λ): $\lambda = 2(y_{n+1} - y_n)$

(2) 음파의 속력(v): $v = f\lambda = 2f(y_{n+1} - y_n)$ 관 속에서 일어나는 공명의 위치



기본 진동 ($n=1$)  $\lambda_1 = 2l,$ f_1	기본 진동 ($n=1$)  $\lambda_1 = 4l,$ f_1
2배 진동 ($n=2$)  $\lambda_2 = l,$ $f_2 = 2f_1$	3배 진동 ($n=3$)  $\lambda_3 = \frac{4}{3}l,$ $f_3 = 3f_1$
3배 진동 ($n=3$)  $\lambda_3 = \frac{2}{3}l,$ $f_3 = 3f_1$	5배 진동 ($n=5$)  $\lambda_5 = \frac{4}{5}l,$ $f_5 = 5f_1$
관의 길이 l은 반 파장의 n배이다. $\Rightarrow \lambda_n = \frac{2l}{n} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	관의 길이 l은 $\frac{1}{4}$ 파장의 홀수 배이다. $\Rightarrow \lambda_n = \frac{4l}{n} \quad (n=1, 3, 5, \dots)$
$f_n = \frac{v}{2l}n \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$f_n = \frac{v}{4l}n \quad (n=1, 3, 5, \dots)$

01 그림은 동일한 매질에서 연속적으로 발생하여 서로 반대 방향으로 진행하는 두 파동 A, B의 시간 $t=0$ 인 순간의 모습을 나타낸 것이다. 두 파동의 진폭과 주기는 각각 A , T 로 같다.



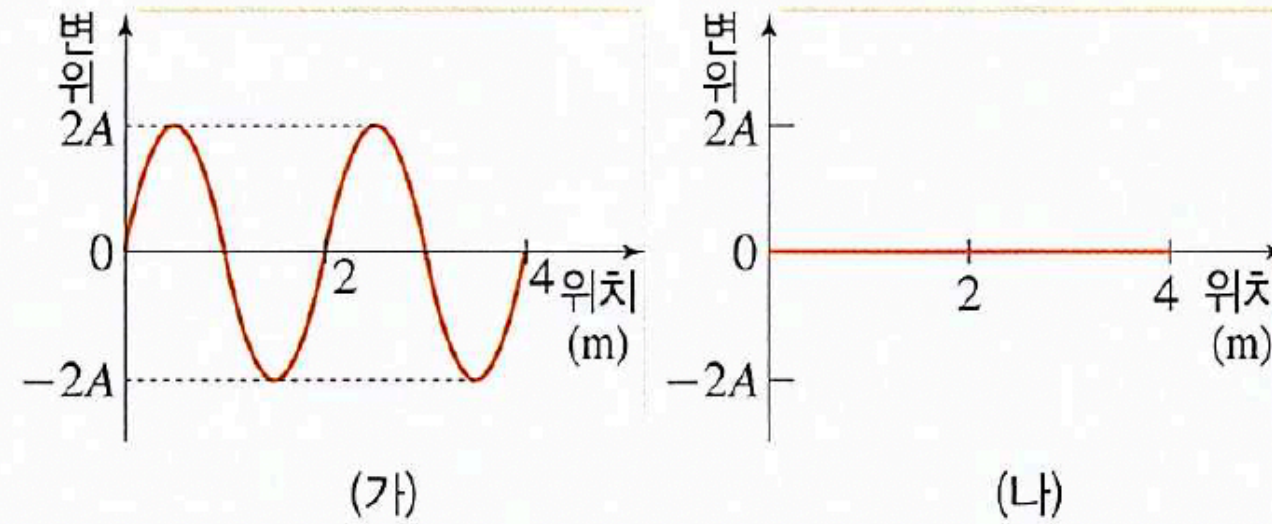
두 파동이 중첩하여 정상파를 형성하였을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 정상파의 파장은 $2L$ 이다.
- ㄴ. L , $2L$, $3L$ 지점은 배이다.
- ㄷ. $t = \frac{5T}{2}$ 일 때 $5L$ 지점의 변위는 $2A$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 진폭이 각각 A 이고 진동수가 같은 두 파동이 각각 속도 0.5 m/s 로 서로 반대 방향으로 진행할 때 형성된 정상파의 어느 한 순간의 모습을, (나)는 (가)의 순간부터 시간 t 가 지난 후 정상파의 모습을 나타낸 것이다.



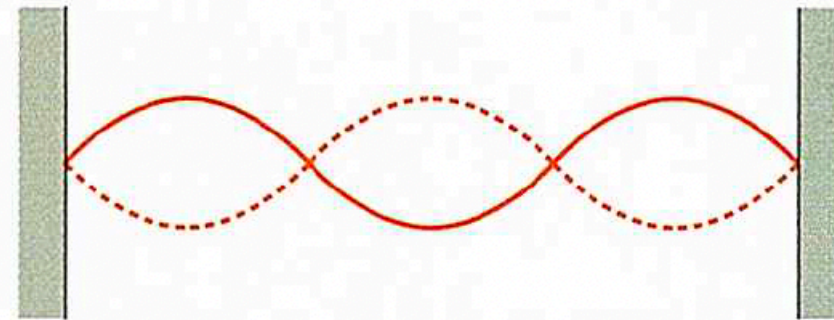
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 정상파의 주기는 2초이다.
- ㄴ. 1초와 3초는 t 가 될 수 있다.
- ㄷ. (가)의 순간부터 2초가 지났을 때 정상파의 변위의 최댓값은 $2A$ 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 양 끝이 고정된 줄에 형성된 정상파의 모습을 나타낸 것이고, 표는 길이가 같은 두 줄 A와 B에 각각 형성된 정상파의 배의 개수와 진동수를 나타낸 것이다.



구분	배의 개수	진동수
A	2	f_1
A	4	f_2
B	3	f_2

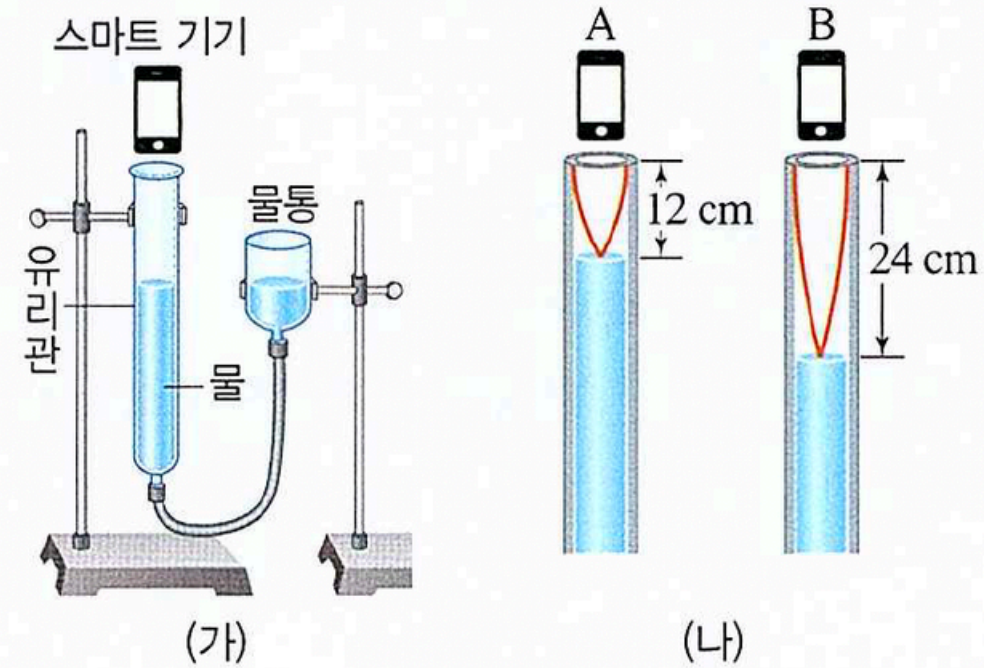
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 배의 개수와 관계없이 줄의 양 끝에는 항상 마디가 형성된다.
- ㄴ. $f_1 : f_2 = 2 : 1$ 이다.
- ㄷ. 줄에 형성된 파동의 속력은 A가 B의 $\frac{4}{3}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 공명 장치에 물을 채우고 물통을 위아래로 움직여 공명이 일어나는 지점을 찾는 실험을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 다른 조건은 일정하게 유지하면서 스마트 기기에 서 나는 소리를 A, B로 다르게 했을 때 처음으로 공명이 일어나는 수면의 위치를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. A의 파장은 24 cm이다.
- ㄴ. 진동수는 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. A의 경우 유리관 입구로부터 36 cm인 지점에서 두 번째 공명음을 들을 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ