17강. 소리 II

1. 소리의 인식 2. 정상파 I 3. 정상파 II 4. 소리의 공명

1. 소리의 인식

(1) 소리의 3요소

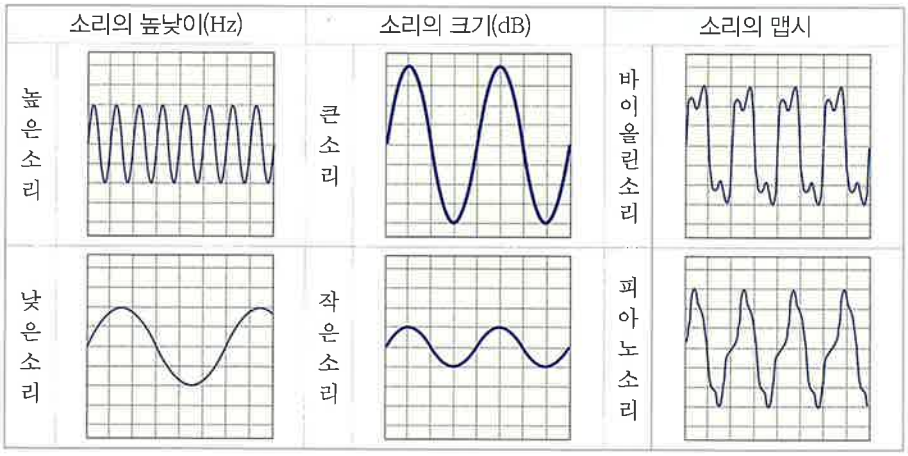
① **소리의 높낮이(진동수)** : 소리의 진동수가 클수록 높은 소리, 작을수록 낮은 소리이다.

② **소리의 크기(진폭)** : 소리의 진폭이 클수록 큰 소리, 작을수록 작은 소리이다.

$$I \propto A^2 \cdot f^2$$

I : 파동(소리)의 세기, A : 진폭, f : 진동수

③ **소리의 맵시(파형)** : 소리의 진동수와 진폭이 같아도 파형이 다르면 음색이 다르다.



(2) 가청 주파수

: 사람이 들을 수 있는 소리의 주파수(= 진동수)를 말하며, 보통 20 ~ 20,000Hz 까지 범위의 진동수에 해당된다.

① **초저주파** : 진동수가 20Hz 이하인 소리로, 사람이 들을 수 없다.

② **초음파** : 진동수가 20kHz 이상인 소리로, 사람이 들을 수 없다.

- 초음파의 진동수가 작을수록 파장이 길어 회절이 잘 일어난다. ⇨ 더 멀리 진행할 수 있으며, 투과력이 좋다.
- 초음파의 진동수가 클수록 파장이 짧아 회절이 덜 일어난다. ⇨ 정확한 정보를 얻을 수 있다.

의료 분야	산업 분야	생활 분야
· 초음파 진단 장치 · 초음파 치료(결석 제거)	· 비파괴 검사 · 음향 측심법(해저 지형 탐사)	· 초음파 세척기 · 자동차 후방 센서
초음파를 이용하여 환자 및 태아의 상태를 검사하고, 결석을 수술하지 않고 제거할 수 있다.	제품의 결함을 찾거나 물체의 두께를 측정하는데 초음파가 사용되며, 배에서 쏘는 초음파를 이용하여 수심을 측정할 수 있다.	세척하기 힘든 미세한 틈의 이물질을 제거하고, 자동차의 후진 시 발생하는 초음파를 이용하여 장애물을 감지한다.

개념확인 1

음원 A 에서는 진폭이 1 m, 진동수가 300 Hz 인 소리가 발생하고, 음원 B 에서는 진폭이 1 m, 진동수가 200 Hz 인 소리가 발생하고 있다. 이 두 소리의 차이를 부등호를 이용하여 각각 비교하시오.

㉠ 소리의 높낮이 : A ( ) B, ㉡ 소리의 크기 : A ( ) B

확인+1

물고기를 잡기 전 어선은 초음파를 이용하여 물고기의 위치를 알아낸다. 이때 어군 탐지기에 사용하는 초음파가 50 kHz, 200 kHz 인 두 종류가 있다면, 수심이 더 깊은 곳에 쓰이는 초음파를 고르시오.

(㉠ 50 kHz ㉡ 200 kHz)

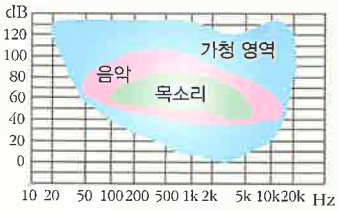
소리의 밀한 부분과 소한 부분 압력 차이

· 아주 큰 소리일 때
⇨ 약 2.8×10^{-1} 기압
· 아주 작은 소리일 때
⇨ 약 2.8×10^{-9} 기압

소리의 세기 단위 dB(데시벨)

사람이 들을 수 있는 가장 작은 소리를 0dB이라고 할 때, 이 세기의 10배를 10dB, 10^2 배를 20db, 10^3배를 30db, … 과 같이 나타낸다.

소리의 세기와 주파수



동물들의 가청 주파수

동물	주파수(Hz)
개	65 ~ 45,000
고양이	60 ~ 64,000
닭	120 ~ 2,000
쥐	1,000 ~ 90,000
박쥐	2,000 ~ 120,000
돌고래	150~150,000
코끼리	16 ~ 12,000

초음파의 이용

▲ 초음파 진단 장치

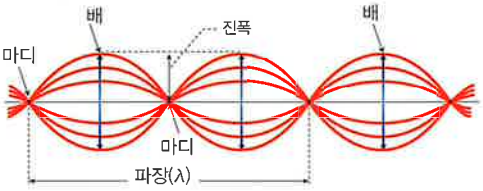
▲ 비파괴 검사

▲ 음향 측심법

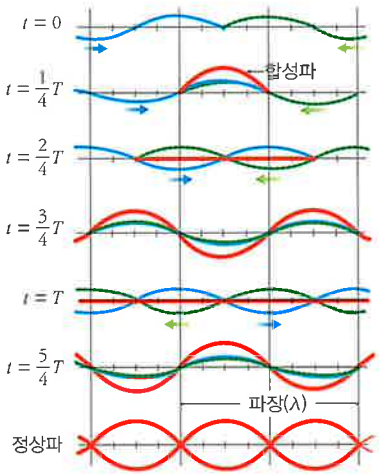
2. 정상파 I

(1) 정상파

① **정상파** : 진폭, 파장, 진동수가 같은 두 파동이 서로 반대 방향으로 진행하여 중첩되면 그 합성파는 제자리에서 진동만 하는 것처럼 보인다. 이와 같이 정지한 것처럼 보이는 파동을 정상파라고 한다.



- 배 : 두 파동이 보강 간섭을 일으키는 부분으로 진폭이 최대
- 마디 : 두 파동이 상쇄 간섭을 일으키는 부분으로 진폭이 최소(진동하지 않는 점)



▲ 정상파의 생성

② **정상파의 특징**

- 정상파의 파장, 진동수, 속력은 중첩되기 전 파동과 같다.
- 정상파의 파장이 λ이면, 마디와 마디(배와 배) 사이는 $\frac{\lambda}{2}$, 배와 마디 사이는 $\frac{\lambda}{4}$ 이다.
- 중첩되기 전 파동의 진폭이 A이면, 정상파의 배 부분의 진폭은 $2A$, 마디 부분은 0 이 된다.

(2) 양 끝이 고정된 줄에서 만들어진 정상파

① **정상파의 모습** : 양끝이 고정된 줄의 어느 한 점을 튕겼을 때, 그 점에서부터 출발한 파동이 줄의 양끝에서 각각 반사되어 이들이 중첩되어 발생한다. 이때 양 끝은 진동하지 못하므로 마디가 된다.

② **정상파의 조건** : 줄 전체의 길이(l)가 반 파장의 정수배일 때만 정상파가 발생한다.

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

③ **정상파의 진동수** : 파동의 속력이 일정하므로 진동수는 파장에 비례한다.

$$f = \frac{v}{\lambda} = n\frac{v}{2l}\ (n = 1, 2, 3, \cdots)$$

개념확인 2

정답 및 해설 10쪽

진폭이 50 cm, 파장이 25 cm, 진동수가 100 Hz 로 같은 두 파동이 서로를 향해 다가오고 있다. 두 파동에 의해 정상파가 만들어졌을 때, 정상파의 배와 마디에서의 진폭을 각각 쓰시오.

배 ( )m, 마디 ( )m,

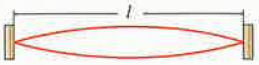
확인+2

길이가 5 m 인 줄의 양 끝을 고정시킨 후 줄을 튕겨서 소리를 내고 있다. 이때 줄에 발생하는 정상파 중에서 파장이 가장 긴 파장은 몇 m 인가?

( )m,

줄에서 만들어진 정상파

· 기본 진동 : 줄의 중간 지점을 진동시켰을 때 줄 전체가 하나의 구간을 이루는 정상파가 발생하며, 이러한 진동을 기본 진동이라고 한다.



기본 진동
$n = 1,\ \lambda_1 = 2l,\ f_1$

2배 진동
$n = 2,\ \lambda_2 = l,\ f_2 = 2f_1$

3배 진동
$n = 3,\ \lambda_3 = \frac{2}{3}l,\ f_3 = 3f_1$

줄을 통해 전달되는 횡파의 속도

줄의 장력을 T(N), 줄의 선밀도를 ρ (kg/m)라고 할 때, 줄을 따라 전파되는 횡파(정상파)의 속도 v 는 다음과 같다.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}\ (\text{m/s})$$

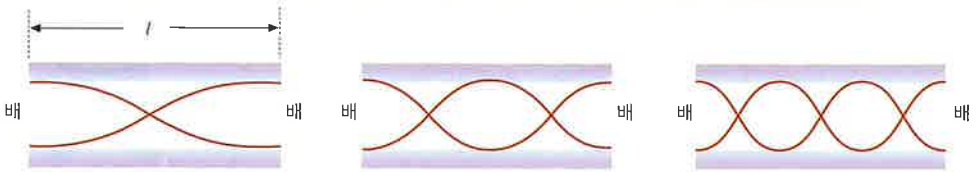
3. 정상파 II

(1) 양 끝이 열린 관에서 만들어진 정상파

① **정상파의 모습** : 양끝이 배가 되는 정상파가 생긴다.

② **정상파의 조건** : 관 전체의 길이가 반 파장의 정수배일 때만 정상파가 발생한다.

$$l = \frac{\lambda_n}{2}n \Rightarrow \lambda_n = \frac{2l}{n}\ (n = 1, 2, 3, \cdots) \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{n}{2l}v$$



▲ 기본 진동 ($n = 1$) ▲ 2배 진동 ($n = 2$) ▲ 3배 진동 ($n = 3$)

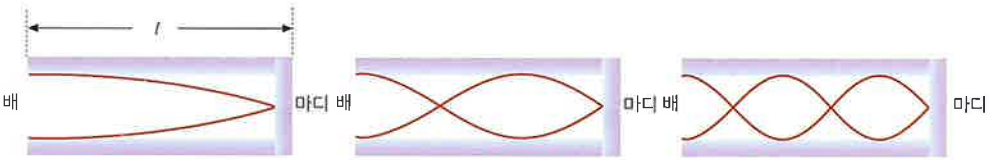
$\lambda_1 = 2l,\ f_1$	$\lambda_2 = l,\ f_2 = 2f_1$	$\lambda_3 = \frac{2}{3}l,\ f_3 = 3f_1$

(2) 한쪽 끝이 닫힌 관에서 만들어진 정상파

① **정상파의 모습** : 관의 막힌 쪽은 공기가 진동할 수 없으므로 마디가 되고, 열린 쪽은 배가 되는 정상파가 생긴다.

② **정상파의 조건** : 관 전체의 길이가 $\frac{1}{4}$ 파장의 홀수배일 때만 정상파가 발생한다. (→ 정상파의 마디에서 배까지의 거리는 $\frac{\lambda}{4}$ 이므로)

$$l = \frac{\lambda_n}{4}(2n - 1) \Rightarrow \lambda_{n'} = \frac{4l}{n'}\ (n' = 2n - 1 = 1, 3, 5, \cdots) \Rightarrow f = \frac{n'}{4l}v$$



▲ 기본 진동 ($n = 1$) ▲ 3배 진동 ($n' = 3$) ▲ 5배 진동 ($n' = 5$)

$\lambda_1 = 4l,\ f_1$	$\lambda_3 = \frac{4}{3}l,\ f_3 = 3f_1$	$\lambda_5 = \frac{4}{5}l,\ f_5 = 5f_1$

개념확인 3

다음 각 관에서 만들어지는 정상파에 대한 설명 중 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

(1) 양 끝이 열린 관의 경우 양 끝이 배가 되는 정상파가 생긴다. ( )

(2) 한쪽 끝이 닫힌 관의 경우 관 전체의 길이가 반파장의 홀수배일 때만 정상파가 발생한다. ( )

(3) 관의 재질과 굵기가 같은 피리 중 관의 길이가 길수록 더 높은 소리가 난다. ( )

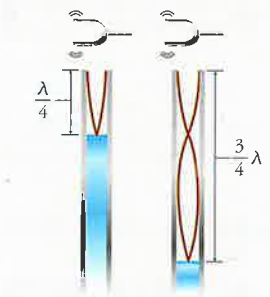
확인+3

한쪽 끝이 닫힌 50 cm 관에서 소리가 날 때 기본 진동의 진동수는 얼마인가?(단, 소리의 속력은 340 m/s 이다.)

( )Hz

기주 공명 장치에 의한 공명

물이 들어 있는 긴 유리관 위쪽에 소리굽쇠를 가까이 하였을 때 수조를 위아래로 움직여 유리관의 물높이를 조절하면 소리가 크게 들리는 지점(공명)이 발생한다.



· 첫 번째 공명 : $l_1 = \frac{\lambda}{4}$ 일 때

· 두 번째 공명 : $l_2 = \frac{3}{4}\lambda$ 일 때

⇨ 이때 발생하는 소리의 진동수는 모두 같다.

λ(소리 굽쇠 파장) $= 2(l_2 - l_1)$

관악기에서의 소리

· 양 끝이 열린 관악기인 피리를 불 때, 구멍이 열린 곳에서 배가 만들어지므로 구멍을 모두 막는 경우 배가 만들어지는 곳 사이의 거리가 멀어지므로 파장이 길어져서 낮은 소리가 난다.

· 관의 길이가 길수록 공명이 일어나는 소리의 파장이 길어져서 낮은 소리가 난다. 따라서 관의 길이가 긴 대금의 소리보다 관의 길이가 짧은 소금의 소리가 더 높다.

4. 소리의 공명

(1) **공명** : 물체의 외부에서 준 진동이 물체가 가지고 있는 고유 진동수와 일치할 경우 진동이 점점 커지는 (파동의 진폭이 커지는) 현상을 말한다.

(2) **악기에서의 공명** : 악기는 악기의 원음과 공명하여 소리를 크게 하는 부분(공명 장치)으로 구성되어 듣기 좋은 소리를 만든다.

① **관악기** : 관 내부 공기의 공명을 이용한다. 한쪽이 막힌 관악기는 기본음과 기본음의 홀수배 진동수의 소리를 내고, 양쪽이 열린 관악기는 기본음과 기본음의 정수배 진동수의 소리를 낸다.

② **현악기** : 줄의 공명을 이용하며, 기본음과 그 정수배 진동수의 소리가 발생한다.

③ **타악기** : 판의 공명을 이용하며, 진동 형태가 복잡하고, 악기가 클수록 낮은 소리를 낸다.

(3) 소리의 화음

① **음정** : 서로 다른 두 음 사이의 진동수 간격으로, 높은 소리와 낮은 소리의 진동수 간격을 말한다.

② **옥타브** : 두 음 사이의 진동수가 1 : 2 인 음정 관계를 말한다.

예 낮은 도의 진동수 약 261 Hz 와 높은 도의 진동수 약 523 Hz 의 진동수 차이는 2배이다.

③ **음계** : 어떤 기준음을 으뜸음으로 시작하여 한 옥타브 안에 일정한 음정으로 음을 차례로 늘어놓은 것을 말한다.

진동수 (Hz)	261	277	293	311	329	349	370	392	415	440	466	493	523
비율	1	1.06	1.12	1.19	1.26	1.33	1.41	1.50	1.59	1.68	1.78	1.89	2
계이름	도	도#	레	레#	미	파	파#	솔	솔#	라	라#	시	도

▲ 평균율에 따른 음계인 12음계에서 진동수 비율(진동수가 1.06 배씩 늘어난다.)

④ **화음** : 높이(진동수)가 다른 두 개 이상의 여러 소리가 만나 아름다운 소리를 내는 것을 화음이라고 하며, 소리의 진동수의 비가 간단한 정수비일 때 화음이 일어난다.

예 도 : 미 : 솔 = 1 : 1.26 : 1.50 ≒ 4 : 5 : 6 ⇨ 화음

도 : 미 : 파 = 1 : 1.26 : 1.33 ≒ 12 : 15 : 16 ⇨ 화음이 아니다.

개념확인 4

정답 및 해설 10쪽

소리의 화음과 관련된 단어와 설명이다. 바르게 연결하시오.

(1) 음계 • • ㉠ 진동수가 다른 두 개 이상의 소리의 진동수의 비가 간단한 정수비 일 때 일어난다.

(2) 옥타브 • • ㉡ 어떤 기준음을 으뜸음으로 하여, 일정한 음정으로 음을 차례대로 늘어 놓은 것을 말한다.

(3) 화음 • • ㉢ 두 음 사이의 진동수가 1 : 2인 음정 관계를 말한다.

확인+4

12음계의 세 음인 '도', '파', '라'는 서로 화음일까? 화음이 아닐까?

(㉠ 화음이다 ㉡ 화음이 아니다)

고유 진동수(공명 진동수)

물체는 각각의 고유한 진동수를 갖고 진동한다. 이를 고유 진동수(공명 진동수)라고 하며, 물체는 여러 개의 고유 진동수를 가질 수 있다.

줄이나 관에서 정상파가 발생할 때의 진동수가 고유 진동수이다.

피타고라스와 서양의 7음계

서양의 7음계인 '도레미파솔라시'는 피타고라스에 의해 만들어졌다.

피타고라스는 재질과 장력이 같은 두 줄이 있을 때, 10 cm 의 줄과 20 cm 의 줄을 동시에 울리면 가장 잘 어울리는 음정이 되고, 20 cm 줄과 30 cm 줄의 경우 두 번째로 잘 어울리는 음정이 된다는 것을 발견한 것이다. 즉, 두 음의 진동수가 1 : 2, 2 : 3과 같은 간단한 정수비일 때 가장 잘 어울리는 음정이 된다는 것이다.

공명 장치

▲ 바이올린

▲ 해금

국제 표준 음계(평균율)

'라'음에 해당하는 진동수인 440 Hz 를 표준 진동수로 하여, 한 옥타브를 12개의 반음으로 일정하게 나누는 평균율을 사용한다.

⇨ 한 옥타브 전체의 진동수의 차이가 2배이고, 각 단계별 진동수의 차이가 약 1.06배 인 것을 의미한다.

개념 다지기

01 다음 소리의 3요소에 대한 설명 중 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

(1) 소리의 높낮이의 단위는 dB이다. (　　)

(2) 소리의 진동수가 같을 때, 진폭이 클수록 큰 소리가 난다. (　　)

(3) 바이올린의 '도' 소리와 피아노의 같은 음의 '도' 소리가 다르게 들리는 것은 소리의 세기가 다르기 때문이다. (　　)

02 오른쪽 그림은 자동차 후면에 설치된 장애물 감지 센서이다. 이 센서에서 발생하는 파동과 관련된 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. 진공 중에서도 전달되는 탄성파이다.
ㄴ. 파동의 반사 성질을 이용하여 보이지 않는 곳의 장애물을 감지한다.
ㄷ. 진동수가 20,000Hz 이상인 소리로, 사람의 귀에는 들리지 않는다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

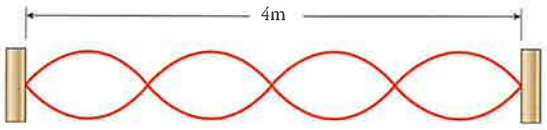
03 다음 정상파에 대한 설명 중 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. 정상파의 배와 마디 사이의 길이는 $\frac{\text{정상파의 파장}}{2}$ 이다.
ㄴ. 정상파의 배는 보강 간섭, 마디는 상쇄 간섭을 일으키는 부분이다.
ㄷ. 두 파동이 중첩되어 정상파를 만들면, 더 이상 진행하지 않고 제자리에서 진동만 한다.

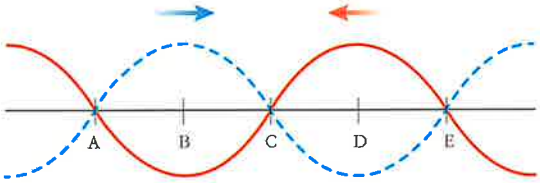
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ　④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄴ, ㄷ

04 길이가 4 m 인 줄의 가운데를 잡고 튕겨주었더니 매초 5회 위아래로 진동을 하며, 그림과 같이 5개의 마디를 갖는 정상파를 만들었다. 이때 입사파의 파장(㉠)과 속력(㉡) 을 구하시오.



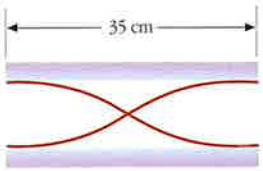
㉠ (　　)m, ㉡ (　　)m/s

05 다음 그림은 파장과 진폭, 속력이 동일한 두 파동이 서로 반대 방향으로 진행하는 모습을 나타낸 것이다. 두 파동이 중첩되어 정상파가 만들어질 때, 마디가 되는 점들 ㉠과 배가 되는 점들 ㉡이 바르게 묶인 것은?



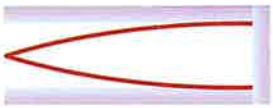
	㉠	㉡		㉠	㉡		㉠	㉡
①	A, E	B, C, D	②	B, C, D	A, E	③	A, C, E	B, D
④	B, D	A, C, E	⑤	C	A, B, D, E			

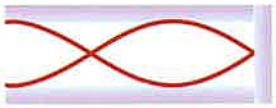
06 오른쪽 그림은 길이가 35 cm 인 양 끝이 열린 관 속에서 진행한 소리로 만들어진 정상파를 나타낸 것이다. 이 정상파의 기본 진동수는? (단, 소리의 속력은 350 m/s 이다.)

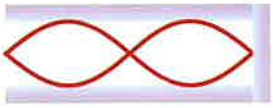


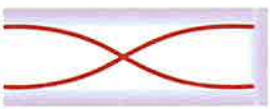
( )Hz

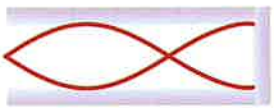
07 다음 중 한쪽 끝이 열린 관에서 만들어진 정상파의 모습으로 옳은 것은?

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

08 다음 악기에서의 공명에 대한 설명 중 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

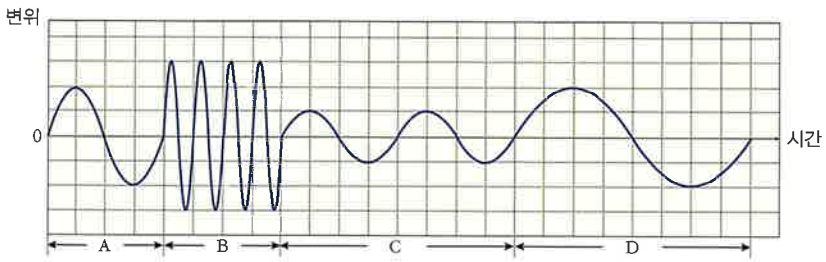
ㄱ. 바이올린은 줄의 공명을 이용한 악기이며, 기본음과 그 홀수배 진동수의 소리가 발생한다.
ㄴ. 양끝이 열린 플루트는 기본음과 기본음의 정수배 진동수인 음이 공명을 일으켜 듣기 좋은 소리를 만든다.
ㄷ. 판의 공명을 이용한 타악기는 진동 형태가 단순하고, 악기가 클수록 낮은 소리를 낸다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

유형 익히기&하브루타

[유형17-1] 소리의 인식

다음 그림은 어떤 음원에서 발생한 소리의 파형을 시간에 따른 변위로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

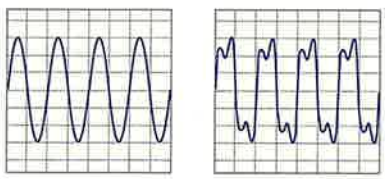


〈 보기 〉

ㄱ. A 구간과 C 구간 소리의 높낮이와 맵시는 모두 같다.
ㄴ. A 구간의 소리는 D 구간의 소리보다 높은 소리이다.
ㄷ. B 구간의 소리의 세기가 가장 크다.
ㄹ. B 구간의 소리는 C 구간의 소리보다 낮고, 큰 소리이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄷ, ㄹ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

01 그림 (가)와 (나)는 같은 시간 동안 두 소리의 파형을 각각 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?



(가) (나)

〈 보기 〉

ㄱ. 두 파동의 진동수는 같고, 음색은 다르다.
ㄴ. (가)는 (나)보다 높은 소리이다.
ㄷ. (나)는 (가)보다 큰 소리이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

02 다음은 소리와 관련된 설명이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

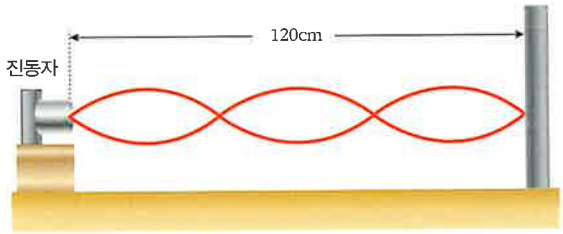
〈 보기 〉

ㄱ. 진동수가 작을수록 더 멀리 진행할 수 있다.
ㄴ. 사람은 보통 20Hz ~ 20kHz 범위의 소리를 들을 수 있다.
ㄷ. 진동수가 20Hz 이하인 소리를 이용하여 해저 지형을 탐사한다.
ㄹ. 30dB은 10dB보다 20배 큰 소리이고, 40dB보다 10배 작은 소리이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄹ

[유형17-2] 정상파 I

다음 그림은 줄의 한쪽 끝을 벽에 고정시킨 후, 다른 한쪽 끝을 진동을 발생시키는 진동자에 연결하여 825 Hz 로 진동시켰을 때 줄에 만들어진 정상파의 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 진동자와 벽까지의 거리는 120 cm 이고, 소리의 속력은 330 m/s 이다.)

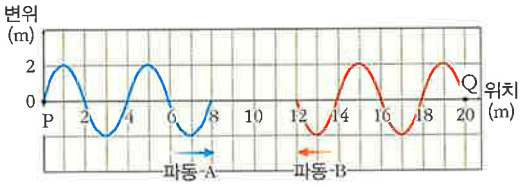


〈 보기 〉

ㄱ. 정상파의 파장은 60 cm 이다.
ㄴ. 진동자가 발생시킨 파동의 파장은 80 cm 이다.
ㄷ. 줄의 진동으로 만들어진 소리의 파장은 40 cm 이다.
ㄹ. 진동자의 진동수를 275 Hz 로 낮춰도 정상파가 만들어진다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄷ, ㄹ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

03 그림과 같이 파동 A 와 B 가 같은 속력으로 서로 마주보고 진행하고 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, P 점과 Q 점은 각 파동의 파원이다.)

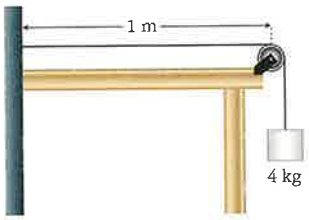


〈 보기 〉

ㄱ. 10 m 지점에서는 보강 간섭이 일어난다.
ㄴ. 두 파동이 중첩되어 만들어진 정상파의 파장은 4 m이다.
ㄷ. 두 파동이 중첩되어 만들어진 정상파의 진폭은 2 m이다.
ㄹ. 두 파동이 완전히 중첩된 후 P점과 Q점 사이에 생기는 마디는 10개이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄹ

04 그림과 같이 길이가 1 m 인 줄의 한쪽 끝을 벽에 고정시키고, 다른 쪽 끝에는 4 kg 의 추를 매달았다. 물음에 답하시오.



(1) 줄에 100 Hz 의 진동을 주었을 때, 책상 위의 줄에 배가 4개인 정상파가 만들어졌다면 정상파의 파장은?

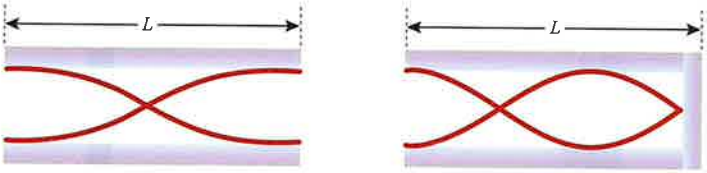
( )m

(2) 추의 질량을 1 kg 으로 한 후 (1)과 같은 진동수로 줄을 진동시켰을 때 만들어지는 정상파의 파장은?

( )m

[유형17-3] 정상파 II

다음은 길이가 같은 두 개의 관에서 발생하는 정상파를 나타낸 것이다. 그림 (가)는 양쪽이 열린 관, 그림 (나)는 오른쪽이 막힌 관일 때, 각 관에서 발생한 소리에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 관 속의 온도는 일정하다.)



(가) (나)

〈 보기 〉

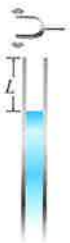
ㄱ. (가)와 (나)에서 발생한 정상파의 진동수의 비는 2 : 3이다.
ㄴ. (나)에서 진동수를 5배 증가시키면 정상파가 발생하지 않는다.
ㄷ. (가)에서는 기본 진동의 정상파, (나)에서는 2배 진동의 정상파가 만들어졌다.
ㄹ. (가)에서 발생한 정상파의 파장은 $2L$, (나)에서 발생한 정상파의 파장은 $\frac{4}{3}L$이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

05 재질과 굵기는 같고, 길이만 서로 다른 피리 A 와 B 가 있다. 두 피리를 같은 세기로 불었다면, 두 피리의 소리는 어떻게 다를까? (단, 피리 A 의 길이가 피리 B 보다 길다.)

① 피리 A 의 소리가 피리 B 의 소리보다 더 큰 소리로 들린다.
② 피리 A 의 소리가 피리 B 의 소리보다 더 작은 소리로 들린다.
③ 피리 A 의 소리가 피리 B 의 소리보다 더 높은 소리로 들린다.
④ 피리 A 의 소리가 피리 B 의 소리보다 더 낮은 소리로 들린다.
⑤ 두 피리 소리는 차이가 없다.

06 오른쪽 그림과 같이 유리관에 물을 천천히 채우면서 일정한 진동수의 소리를 발생시키는 소리굽쇠를 유리관 입구에서 진동시켰다. 이때 유리관 입구에서 수면 위까지의 거리 L 이 30 cm 일 때, 소리가 처음으로 크게 들렸고, 거리가 L = 18 cm 일 때, 두 번째로 큰 소리로 들렸다면, 소리굽쇠에 발생한 소리의 파장은?



① 12 cm ② 18 cm ③ 24 cm
④ 30 cm ⑤ 36 cm

정답 및 해설 11쪽

[유형17-4] 소리의 공명

그림 (가)는 관악기인 플루트, 그림 (나)는 현악기인 첼로이다. 이와 관련된 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

(가)

(나)

〈 보기 〉

ㄱ. 플루트의 구멍이 열린 곳에는 정상파의 배가 만들어진다.
ㄴ. 플루트의 구멍을 모두 열고 불었을 때가 구멍을 모두 막고 불었을 때보다 낮은 음을 낸다.
ㄷ. 첼로의 누르는 위치를 아래로 하여 현을 켤수록 더 높은 진동수의 소리가 발생한다.
ㄹ. 첼로는 현이 만드는 진동에 의한 소리와 그 진동에 의한 첼로 몸체에서 발생한 진동과의 공명으로 소리가 조화롭게 발생한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

07 기타는 줄의 진동에 의해 소리가 발생하는 악기이다. 이와 관련된 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. 기타 줄이 굵을수록 높은 소리가 난다.
ㄴ. 기타 줄이 가벼울수록 높은 소리가 난다.
ㄷ. 기타 줄의 길이가 길수록 높은 소리가 난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

08 다음은 소리의 화음과 관련된 설명이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. 평균율에 의하면 미와 미보다 한음계 높은 음인 파의 진동수 차이는 약 2배이다.
ㄴ. 도 : 미 : 파 = 1 : 1.26 : 1.33 의 진동수의 비를 갖고 있는 3음은 화음을 이룬다.
ㄷ. 진동수 비가 1 : 2 인 두 음정의 관계를 옥타브라고 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

창의력&토론마당

01

전체 크기가 약 10 m 일 것이라고 추측되는 파라사우롤로푸스 공룡의 두개골 위에는 양끝이 열린 구부러진 관 모양의 긴 숨구멍이 있다. 파라사우롤로푸스 공룡은 이를 이용하여 소리를 냈다고 추측하고 있다. 물음에 답하시오.

▲ 파라사우롤로푸스 골격 화석

(1) 파라사우롤로푸스 공룡의 두개골 위 한 숨구멍으로 공기가 들어가면 다른 숨구멍으로 나오면서 소리가 난다. 만약 두개골의 숨구멍 길이가 2 m 라면 이로 인해 만들어지는 소리의 기본 진동수는 얼마일까? (단, 소리의 속력은 340 m/s 이다.)

(2) 파라사우롤로푸스 암컷 공룡의 화석을 보면 숨구멍의 길이가 수컷보다 짧다. 암컷이 만드는 소리와 수컷이 만드는 소리의 차이를 서술하시오.

02

폭포에서 떨어지는 물줄기로 인하여 지면의 넓은 영역은 낮은 진동수로 진동하게 된다. 물이 낙하하는 도중 어떠한 물체에도 부딪히지 않고 낙하하게 되면 특정 진동수 f_a 에서 가장 큰 진폭으로 진동하게 된다. 이때 소리의 공명이 일어난다.

▲ 나이아가라 폭포

다음 표는 폭포 6개에서 각각 측정한 f_a 중 가장 작은 값과 물이 자유 낙하한 길이 L 을 나타낸 것이다. 폭포가 양끝이 열린 관 또는 한쪽 끝만 열린 관과 같다고 가정한 후 물속에서의 소리의 속력을 각각 구하고, 폭포에서 일어나는 공명은 어느 쪽 관과 같은지 비교하시오. (단, 공기 방울로 가득 찬 낙하하는 물에서 소리의 속력은 정지한 물에서의 소리의 속력인 1,400 m/s 보다 약 25 % 정도 작을 수 있다.)

폭포	A	B	C	D	E	F
f_a(Hz)	3.8	5.6	6.1	8.8	19	40
L(m)	71	97	49	35	13	8

정답 및 해설 13쪽

03 그림과 같이 기주 공명관을 장치하고 서로 다른 두 개의 소리굽쇠 A, B 를 사용하여 소리의 공명 실험을 하여 다음 표와 같은 결과를 얻었다. 물음에 답하시오.

〈결과 1〉 소리굽쇠 A, B 를 동시에 울렸더니 2초 사이에 15회의 맥놀이 현상이 일어났다.

〈결과 2〉 소리굽쇠 A, B 를 각각 관의 입구 가까이에서 울렸더니 물의 높이가 다음과 같은 위치에서 관에서 큰 소리가 났다.

l (cm)	A	B
처음 위치(l_1)	38.0	39.5
두 번째 위치(l_2)	118.0	122.5
세 번째 위치(l_3)	198.0	205.5

(1) 소리굽쇠 A, B에서 발생하는 소리의 파장은 각각 얼마인가? 순서대로 쓰시오.

(2) 이때 공기 중의 소리의 속력은 얼마인가?

(3) 소리굽쇠 A, B 의 진동수는 각각 얼마인가? 순서대로 쓰시오.

04 다음 그림은 정사각형 모양의 금속판 위에 모래 알갱이가 일정한 패턴을 이루는 '클라드니 도형'이다.

'클라드니 도형'이란 1788년 독일의 클라드니에 의해 발견되었다. 클라드니는 판의 한 점을 가볍게 손가락으로 누르고 끝의 한 점을 바이올린 활로 문지르니 판을 누르는 점과 손가락이 닿은 점, 활로 문지르는 정도에 따라 모래 알갱이들이 일정한 무늬를 그리는 것을 발견하였다. 이와 같은 무늬를 그의 이름을 붙여 '클라드니 패턴, 클라드니 도형' 이라고 한다. 물음에 답하시오.

(1) 정사각형 판의 중심에 일정한 진동수의 파동을 발생시켜 주면, 진동수에 따라 클라드니 도형이 만들어진다. 클라드니 도형이 만들어지는 원리를 설명하시오.

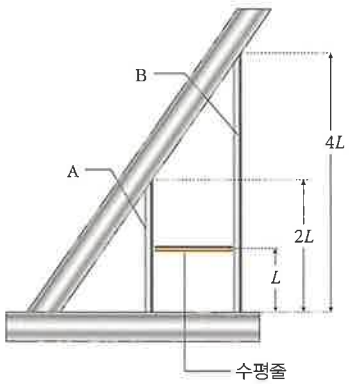
(2) 진동수가 커질수록 클라드니 패턴은 어떻게 변할까?

(3) 클라드니 패턴을 다르게 만들어 주기 위해서는 무엇을 바꾸면 될까?

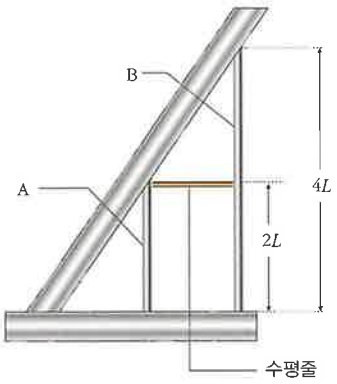
05 1940년 11월 미국 워싱턴 주에서 당시 세계에서 세 번째로 긴(853 m) 현수교인 타코마 다리가 4개월 만에 붕괴되는 일이 발생하였다. 바닷가 해협에 건설된 타코마 다리는 초속 53 m 의 강풍에도 견딜 수 있도록 설계되었다. 사고 당시 바람의 속도는 초속 19 m 에 불과하였지만 바람이 다리의 얇은 상판에 부딪히면서 진동을 일으켰고, 진동은 점점 커지며 공명 현상을 일으키게 되어 다리가 무너지게 된 것이다.

▲ 타코마 다리

이와 같이 강철줄로 된 다리에도 아주 미세한 바람에 의해 정상파가 발생하며, 반복된 정상파의 발생으로 줄을 구성하는 금속의 피로가 누적되어 영구적인 손상을 일으킬 수도 있다. 이를 해결하기 위하여 인접한 줄들을 서로 또 다른 줄로 연결시켜 공명 현상이 일어나는 것을 방지한다.



(가)



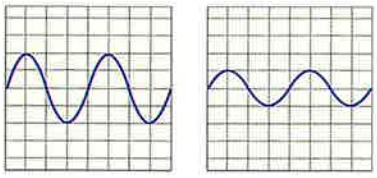
(나)

위 그림과 같은 두 수직 줄의 배치를 생각해보자. 같은 선밀도를 갖는 길이 $2L$ 인 줄 A 와 길이 $4L$ 인 줄 B 는 같은 장력이 작용하고 있으며, 이들 줄을 그림 (가)와 (나)와 같이 수평줄로 서로 연결하였다. 만약 바람이 불 때, 줄 A 와 B 가 기본 진동수로 진동만 한다면, 어떻게 하면 다리에 공명 현상이 일어나는 것을 줄여줄 수 있을까? 자신의 생각을 서술하시오. (단, 줄들을 수평 줄로 연결하지 않아도 연결했을 때와 같은 진폭으로 진동하며, 진동은 좌우 방향으로만 일어난다.)

스스로 실력 높이기

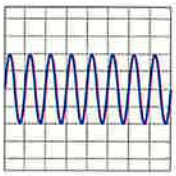
A

01 다음 그림은 각각의 음원에서 발생한 소리의 파형을 나타낸 것이다. 기본음보다 높은 소리의 파형을 고르시오.

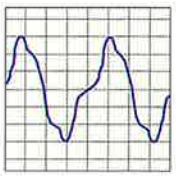


기본음

(가)



(나)



(다)

(　　)

02 다음은 소리의 세기 단위를 설명한 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 각각 쓰시오.

> 사람이 들을 수 있는 가장 작은 소리를 0 dB(데시벨)이라고 할 때, 이 세기의 (　　)배를 10 dB, (　　)배를 20 dB … 과 같이 나타낸다.

03 다음은 가청 주파수와 관련된 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 각각 쓰시오.

> 사람이 들을 수 있는 소리의 주파수의 범위는 보통 20 ~ 20 kHz 까지이다. 이때 사람이 들을 수 없는 범위인 진동수가 20 Hz 이하인 소리를 (　　), 진동수가 20 kHz 이상인 소리를 (　　)라고 한다.

04 공기 중에서 사람이 들을 수 있는 소리의 진동수의 범위는 20 ~ 20 kHz 이다. 이때 사람이 들을 수 있는 가장 높은 소리의 파장은 몇 m 인가? (단, 소리의 속력은 330 m/s 이다.)

(　　)m

05 다음 정상파에 대한 설명 중 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

(1) 두 파동이 상쇄 간섭을 일으키는 부분으로 진폭이 최대인 점을 배라고 한다. (　　)

(2) 관에서 공기의 진동으로 발생한 정상파에 있어 막힌 쪽이 마디가 된다. (　　)

(3) 줄 전체의 길이가 반파장의 정수배일 때 정상파가 발생한다. (　　)

06 길이가 l 인 기타줄을 튕겼을 때 나오는 소리의 기본 진동수가 f이다. 이때 길이가 $\frac{3}{5}l$ 인 지점을 잡고 긴 쪽을 튕겼을 때 나오는 소리의 기본 진동수를 f'라고 한다면, 두 진동수 비 $f : f'$는?

$f : f'$ = (　　)

[07-08] 길이가 1.65 m 인 원통형 하수관이 있다. 이 하수관을 통과하는 바람이 불 때, 큰 소리가 발생한다. 물음에 답하시오. (단, 소리의 속력은 330 m/s 이다.)

07 하수관의 양쪽이 모두 열린 관이라면, 소리가 발생하는 기본 진동의 진동수를 포함한 처음 세 개의 진동수를 순서대로 구하시오.

(　　)Hz, (　　)Hz, (　　)Hz

08 하수관의 한쪽이 막혀 있는 관이라면, 소리가 발생하는 기본 진동의 진동수를 포함한 처음 세 개의 진동수를 순서대로 구하시오.

(　　)Hz, (　　)Hz, (　　)Hz

09 다음은 공명에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

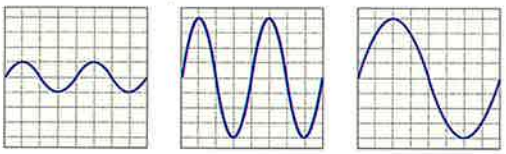
> 공명이란 물체의 외부에서 가해진 진동이 물체가 가지고 있는 (　　)와 일치할 경우 진동이 점점 커지는 현상을 말한다.

10 1 옥타브 관계의 두 음인 낮은 솔과 높은 솔의 진동수의 비는?

(　　)

B

11 그림 (가) ~ (다)는 같은 장소에서 **발생한** 소리의 파형을 시간에 따른 변위로 각각 **나타낸** 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 소리의 속력은 모두 같다.)



(가)　(나)　(다)

〈 보기 〉

ㄱ. (가)는 (가) ~ (다) 중 가장 작은 소리를 나타낸 파형이다.
ㄴ. (나)와 (다)의 소리는 1옥타브 차이가 난다.
ㄷ. (다)는 (가) ~ (다) 중 가장 낮은 소리를 나타낸 파형이다.

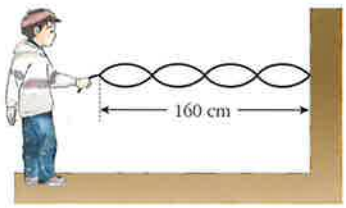
① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 다음은 비파괴 검사에 대한 설명이다. 빈칸에 들어갈 말을 각각 고르시오.

> 재료나 구조물 속의 결함을 찾을 때 비파괴 검사의 한 종류인 초음파 검사를 이용한다. 이때 금속이나 플라스틱 같은 미세한 조직의 검사에는 (ㄱ) 초음파를 사용하고, 나무나 시멘트, 콘크리트 같은 거친 조직 검사에는 (ㄴ) 초음파를 사용한다.

ㄱ. 진동수가 (ⓐ 낮은 ⓑ 높은)
ㄴ. 진동수가 (ⓐ 낮은 ⓑ 높은)

13 무한이가 **한쪽 끝이 고정된 줄을 잡고** 1초에 4번 위아래로 **일정한 속도와 폭으로 흔들자** 그림과 같은 정상파가 만들어졌다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 줄의 길이는 160 cm 이다.)



〈 보기 〉

ㄱ. 정상파의 속력은 3 m/s이다.
ㄴ. 진동수를 2초에 9번으로 늘인다면, 정상파의 배가 1개 더 만들어 진다.
ㄷ. 입사파의 파장은 80 cm 이다.

① ㄱ　② ㄴ　③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ　⑤ ㄱ, ㄷ

14 한쪽이 **막힌 관의** 열린 쪽에 **진동수가** 85 Hz 인 **소리굽쇠를 진동시켜** 소리를 **발생시켰다.** 이때 관에서 기본 진동을 하였다면, 관의 길이는? (단, 소리의 속력은 340 m/s 이다.)

① 50 cm　② 100 cm　③ 150 cm
④ 200 cm　⑤ 400 cm

스스로 실력 높이기

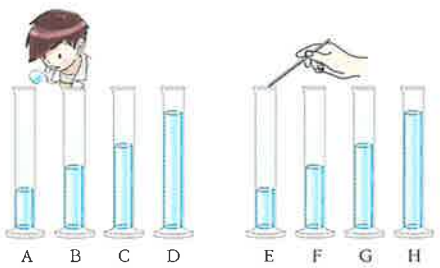
15 다음 그림은 팬파이프이다. 팬파이프는 길이가 각각 다른 한쪽이 막힌 관들을 고리 모양으로 묶어서 만든 것으로, 입으로 공기를 불어넣으면, 각 관에서 공명에 의해 소리가 발생하는 악기이다. 이와 관련된 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. 긴 쪽에서 짧은 쪽으로 갈수록 높은 소리가 난다.
ㄴ. 공기를 불어넣는 쪽에서는 정상파의 배가 형성된다.
ㄷ. 기본 진동에 의한 소리가 날 때, 짧은 쪽 관보다 긴 쪽 관에서 발생한 파동의 파장이 더 짧다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

16 그림 (가)는 유리관 입구에서 바람을 불어 소리를 내는 것을, 그림 (나)는 유리관 입구를 문질러서 소리를 내는 것을 나타낸 것이다. 물높이가 각각 그림과 같을 때 높은 소리가 나는 경우끼리 바르게 짝지은 것은?



(가) (나)

	(가)	(나)		(가)	(나)
①	A	E	②	A	H
③	D	E	④	D	H
⑤	B	G			

17 다음 중 관악기에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 소리의 속력은 일정하고, 관에 생기는 정상파의 기본 진동으로 소리를 낸다.)

① 관의 길이가 길수록 높은 소리가 난다.
② 관의 길이가 짧을수록 파장은 길어진다.
③ 소리를 불어넣는 입구와 열려있는 구멍에서는 마디가 형성된다.
④ 관의 길이가 일정할 때, 소리의 파장이 길어질수록 더 높은 소리가 난다.
⑤ 관의 길이가 같을 때, 양 끝이 열린 관에서 발생한 소리가 한쪽이 막혀 있는 관에서 발생한 소리보다 더 높은 소리가 난다.

18 기타줄 G현의 길이는 64 cm 이고, 기본 진동수는 196 Hz 이다. G현에서 기본 진동이 A음(220 Hz)인 소리를 내기 위해 짚어야 할 곳(㉠)과 A음의 파동의 속력(㉡)을 바르게 짝지은 것은? (단, 소수점 첫째 자리에서 반올림한다.)

	㉠	㉡		㉠	㉡
①	30 cm	66 m/s	②	30 cm	132 m/s
③	57 cm	125 m/s	④	57 cm	251 m/s
⑤	60 cm	235 m/s			

C

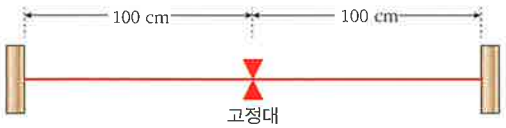
19 조직 내의 종양을 진단할 때, 진동수 4.5×10^6 Hz의 초음파를 사용한다. 공기 중에서 이 초음파의 파장(㉠)과 조직 내부에서의 파장(㉡)을 바르게 짝지은 것은? (단, 공기 중 음파의 속력은 340 m/s, 조직 내부에서 음파의 속력은 1,500 m/s이다.)

	㉠	㉡
①	3.3×10^{-4} m	7.5×10^{-5} m
②	7.5×10^{-5} m	3.3×10^{-4} m
③	76.2 m	326 m
④	326 m	76.2 m
⑤	340 m	1,500 m

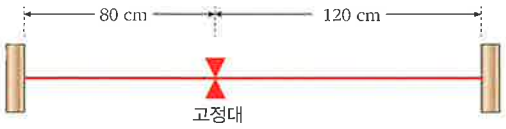
20 기본 진동수가 900 Hz, 길이가 20 cm, 질량이 0.8 g 인 바이올린 줄에서 파동의 속력(㉠)과 줄의 장력(㉡)을 각각 구하시오.

㉠ ( )m/s, ㉡ ( )N

21 그림 (가)는 길이가 200 cm 인 줄의 양 끝이 벽에 고정되어 있고, 줄의 정 가운데 위치에 고정대를 설치하여 줄을 고정시킨 것을 나타낸 것이다. 이 때 고정대의 양쪽 줄의 기본 진동수는 f 로 동일하다.



(가)

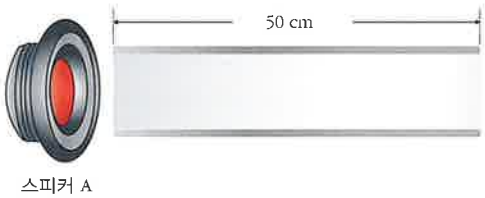


(나)

그림 (나)는 그림 (가)의 고정대를 왼쪽으로 20 cm 를 이동시킨 것을 나타낸 것이다. 이와 같은 상태에서 그림 (나)의 양쪽 줄을 각각 기본 진동수로 진동시켰더니 맥놀이 진동수가 50 Hz 였다면, 기본 진동수 f 는? (단, 줄의 장력은 일정하다.)

① 60 Hz ② 120 Hz ③ 240 Hz
④ 480 Hz ⑤ 960 Hz

[22-23] 길이가 50 cm인 관의 입구에서 1000 ~ 2000 Hz 사이의 진동수를 발생시키는 스피커 A 가 그림과 같이 음파를 발생시키고 있다. 관의 내부에서 음파의 속도는 345 m/s이다. 물음에 답하시오.



스피커 A

22 스피커 A 로 관을 공명시킬 수 있는 진동수는 모두 몇 개 인가?

① 0개 ② 1개 ③ 2개
④ 3개 ⑤ 4개

23 관에서 공명이 일어나는 가장 낮은 진동수(㉠)와 두 번째로 낮은 진동수(㉡)를 각각 구하시오.

㉠ ( )Hz
㉡ ( )Hz

24 1826년 지어진 영국 맨체스터의 브로턴 다리는 1831년 4월 무너져 버렸다. 이는 영국군 부대원 74명이 발을 맞춰 건너다가 일어난 일이었다. 병사들의 발구름이 일으킨 진동수와 다리의 고유 진동수가 일치하면서 길이 43.9 m 의 교량이 크게 요동쳤기 때문이다. 이후 영국군은 현수교를 지날 때 발걸음을 맞추지 않게 됐고, 많은 나라 군대가 이를 따르고 있다. 만약 고유 진동수가 3 Hz 인 다리를 군인들이 발을 맞춰 건너갈 때 다리가 무너질 위험이 있는 걸음의 속도는? (단, 군인들의 보폭은 모두 60 cm 로 같다.)

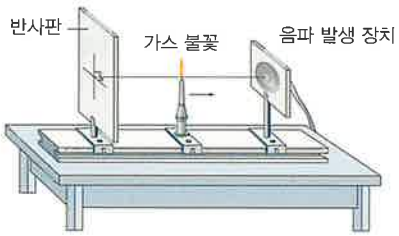
① 60 cm/초 ② 120 cm/초 ③ 180 cm/초
④ 240 cm/초 ⑤ 480 cm/초

심화

25 줄의 길이가 30 cm이고, 선밀도가 0.65 g/m 인 바이올린 근처에 진동수가 변하는 음파를 발생시키는 스피커가 있다. 이 스피커에서 500 ~ 1,500 Hz 로 진동수를 변화시켰을 때, 바이올린 줄은 880 Hz와 1,300 Hz에서만 진동하는 것을 발견하였다. 바이올린 줄의 장력은?(단, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다.)

( )N

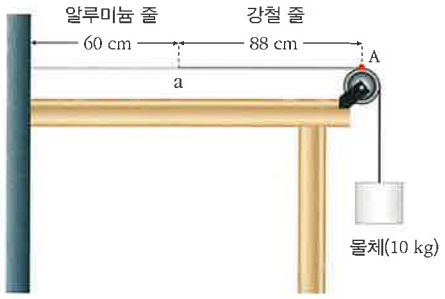
26 다음 그림은 가스 불꽃과 음파 반사판을 이용하여 음파의 진동수를 측정하는 장치를 나타낸 것이다.



일정한 진동수의 음파를 발생하는 장치와 반사판의 위치를 고정한 상태에서 가스 불꽃을 음파 발생 장치 쪽으로 서서히 이동시켰다. 이때 가스 불꽃 모양 변화를 관찰하여 공기 진동의 진폭이 최소인 곳을 찾았더니, 반사판으로부터의 거리가 2.4 cm, 4.8 cm, 7.2 cm, 9.6 cm 이었다. 음파 발생 장치에서 발생한 음파의 진동수는? (단, 음속은 340 m/s 이고, 소수점 첫째 자리에서 반올림 한다.)

① 71 Hz ② 3,542 Hz ③ 4,722 Hz
④ 7,083 Hz ⑤ 14,167 Hz

[27-28] 그림과 같이 길이 60 cm 인 알루미늄 줄과 88 cm 길이의 강철 줄이 a 에서 연결되어 질량이 10 kg 인 물체와 마찰이 없는 도르래를 통해 연결되어 있다. 이때 외부 진동에 의해 줄에 정상파가 만들어졌다. 물음에 답하시오. (단, 알루미늄 줄과 강철 줄의 단면적은 같고, 알루미늄 줄의 선밀도는 2.6×10^{-3} kg/m, 강철 줄의 선밀도는 7.8×10^{-3} kg/m, 중력 가속도는 9.8 m/s^2 이다.)



27 책상 위의 줄을 진동시킬 때 물체와 강철줄이 연결되는 점(A)이 마디 중의 하나가 되는 정상파를 만드는 가장 낮은 진동수를 구하시오. (단, $\sqrt{3}$ = 1.7로 하시오.)

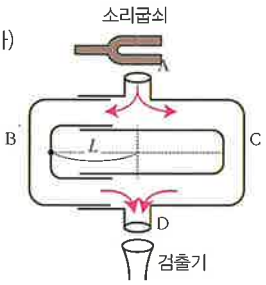
( )Hz

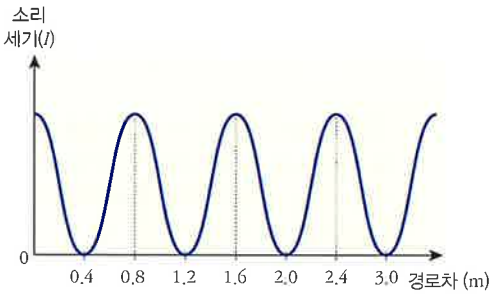
28 위의 진동에서 발생하는 마디와 배의 개수를 구하시오.

㉠ 마디 : ( )개 ㉡ 배 : ( )개

29 그림 (가)는 음파 간섭계를 간단하게 나타낸 것이다. 소리굽쇠에서 발생한 소리는 A 로 들어가 양쪽 관을 통해 두 가지 경로 B, C 로 이동한 후, D 로 나가게 된다. 소리굽쇠에서 발생한 음파의 진동수가 430 Hz 일 때, 관 B 를 왼쪽으로 잡아당기며 길이 L 을 변화시켜 준 후 검출기로 소리의 세기를 측정한 결과를 나타낸 것이 그림 (나)이다.

(가)





(나)

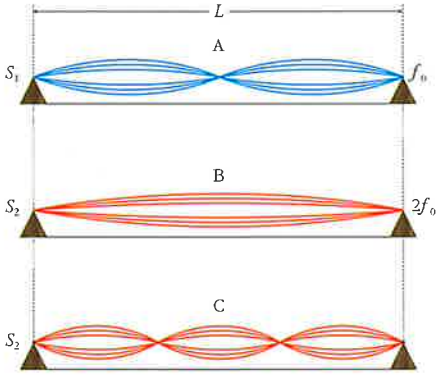
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈 보기 〉

ㄱ. 소리의 속력은 340 m/s 이다.
ㄴ. C 경로를 지나온 음파의 파장은 0.8 m 이다.
ㄷ. 왼쪽으로 0.8 m 잡아당길 때마다 공명 현상이 일어났다.
ㄹ. 소리의 세기가 최대인 각 지점은 두 경로를 지나온 두 음파의 보강 간섭이 일어난 곳이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

30 굵기가 다른 두 줄 S_1, S_2가 있다. 다음 그림은 이를 이용하여 발생시킨 3개의 정상파를 모식적으로 나타낸 것이다. 정상파 A 의 진동수를 f_0 라고 할 때, 정상파 B의 진동수는 $2f_0$ 이고, 정상파 B, C 는 S_2에서 발생한 파동이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

[수능 기출 유형]

〈 보기 〉

ㄱ. 정상파 B 의 파장이 가장 길다.
ㄴ. S_2 에서 파동의 전파 속력은 S_1 에서 파동의 전파 속력의 4배이다.
ㄷ. 정상파 C 는 정상파 A 에서보다 두 옥타브 높은 음을 발생시킨다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

31 양끝이 고정된 길이가 9 m, 질량이 10 g 인 줄에 49 N 의 장력이 작용하여 진동하고 있다. 물음에 답하시오.

(1) 줄에 생기는 파동의 속력을 구하시오.

( )m/s

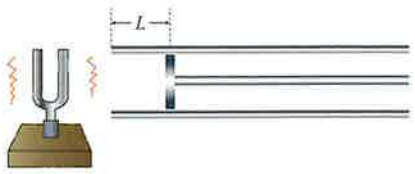
(2) 줄에 발생할 수 있는 정상파 중 가장 긴 파장을 구하시오.

( )m

(3) 줄에 발생하는 파동의 진동수를 구하시오.(단, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다.)

( )Hz

32 그림 (가)는 관의 입구에서 소리굽쇠를 진동시키면서 관 속의 피스톤을 오른쪽으로 서서히 당기고 있는 것을 나타낸 것이다. 이때 관 입구와 피스톤까지의 거리 L 이 각각 33 cm, 99 cm, 165 cm 인 세 지점에서 큰 소리가 또렷이 들렸다.



(가)

진동수 (Hz)	261	293	329	349	392	440	493	523
음	도	레	미	파	솔	라	시	도

(나)

표 (나)를 참고로 하여, 소리굽쇠에서 나는 음과 가장 화음을 이루지 <u>않는</u> 음은? (단, 음속은 343 m/s 이다.)

① 도 ② 레 ③ 미 ④ 솔