

교사용

융합인재교육(STEAM) 아웃리치 프로그램

소리과학의 세계



- 초 등 부 저 학 년 -

(교사용) STEAM 아웃리치 프로그램 안내서 (초등학생 3-4학년)

1. 기관명 : 한국표준과학연구원

2. 기관 소개 : 한국표준과학연구원은 우리나라 측정표준의 대표연구기관으로 길이, 질량, 시간 등 측정 기술을 개발하고 보급하는 기관임.

3. 융합인재교육(STEAM) 아웃리치 프로그램이란?

- 어린이들이 과학기술 현장에서 신기한 과학기술을 경험하고 관련 분야로 진학·진로를 설계할 수 있는 STEAM 아웃리치 프로그램 개발·운영
- 어린이들이 과학에 대한 꿈을 키울 수 있도록 실습·체험 중심의 아웃리치 활동 기회 제공

4. 특징, 장점, 타기관과의 차별성

▶ **특징**

- KRISS 아웃리치 프로그램은 기본적으로 어린이들이 연구원을 방문하여 과학자들을 만나 과학 강의를 듣고 함께 실습하는 종합적인 과학체험 프로그램임
- 소리는라를 통해 과학에서의 측정의 중요성을 인식하게 하고 측정과학(S, T)과 음악(A)이 어떻게 상호 연관되어 있는지(M)를 체험하게 함
- 초음파 안경 장치를 통하여 청각장애인들의 삶의 질을 향상 시킬 수 있음(E)을 알게 함으로써 과학자가 보람있는 직업인 것을 알게 함
- 층간 소음 문제(S, T, E)에 대한 이해를 높여 과학기술이 사회적 문제 해결에도 중요한 수단임을 알게 함

▶ **장점**

- 학교에서 체험할 수 없는 특수 연구시설(무향실 및 진향실)을 견학하고 직접 체험함으로써 과학에 대한 호기심 고취와 함께 과학자라는 직업에 대해 느낄 수 있게 하여 미래 진로 선택에 도움을 줌

▶ **타기관과의 차별성**

- 소리와 진동 연구를 전문으로 하는 연구 센터를 중심으로 관련 과학자와 학교 현장에서 과학을 가르치는 현직교사 및 STEAM 전문가의 자문을 통해 프로그램을 개발하였으며, 현직 과학교사들을 대상으로 시연과정을 통해 의견 수렴을 거침으로써 전문적이면서도 학생들의 눈높이에 맞는 프로그램을 개발하였음

5. 운영 프로그램

프로그램명	운영기간	운영기관(장소)	운영대상	담당 전문가
귀로 듣는 음향학	2014.00.00~00.00	한국표준과학연구원	초등학생	김용태

6. 간단한 활동 수기(시범운영 시 의견이나 만족도 반영)

7. 아웃리치 프로그램 **참여하기 전** 사전 준비 사항 : 없음

8. 아웃리치 프로그램 **참여 후** 도움이 될 만한 자료

- 본 프로그램의 교사용 교재 (초등학생용)

9. 융합인재교육(STEAM) 아웃리치에 **참여하고 싶다면?**

- 신청 방법 : 홈페이지 (www.kriss.re.kr)

- 담당자 : 황응준

- 담당자 연락처 : 042-868-5593

- 담당자 이메일 : ejwhang@kriss.re.kr

- 참가 신청은 연구원 홈페이지에서 신청가능하며 일반 견학과 별도로 신청을 받아 운영

▶ 프로그램 1

1. 프로그램명

다양한 소리 들어보기

- 사전준비물: 스피커, 노트북, 무향실 및 잔향실(한국표준과학연구원)
- 실습재료: 각종 악기 (템버린, 소고, 캐스터네츠, 트라이앵글)

○ 학습 목표

- 활동 내용 : 악기 구별하기, 무향실과 잔향실의 특성 알기
- 활동 특징 : 국가측정표준을 기반으로 청각실험 및 견학

○ STEAM 과목 요소

- S(물리) : 악기별로 소리가 왜 다를까 탐구
- T/E : 스폰지들이 어떻게 소리를 없애줄까?
- A : 음악의 구성, 화음이 듣기 좋은 이유 말해보기
- M : 소리가 길이를 재는데 사용되었음

○ STEAM 단계 요소

- ▶ 상황 제시 : 질문을 통해 소리에 대해 생각하게 한다.
 - 소리는 왜 나는 걸까?
 - 소리는 왜 멀리까지 전달될까?
 - 이 세상에 소리가 없다면 어떨까?
 - 아름다운 소리와 시끄러운 소리의 차이는?
- ▶ 창의적 설계
 - 집에서도 방에 울리는 소리를 없애는 방법은?
 - 사람의 귀는 어떻게 소리를 들을까?
 - 소리의 크기: 반사 없는 방과 많은 방에서의 거리에 따른 소리의 변화는?
 - 아파트에서 층간 소음 없애는 방법은?
- ▶ 감성적 체험 : 소리과학과 음악을 연결시켜 과학을 감성적으로 체험하게 함

2. 지도안 총괄표

과목	과학	총차시	6
단원	3. 귀를 기울여요.		
교육과정	7차 교육과정 2학년 슬기로운 생활		
학습목표	1. 소리의 특성 중에 하나인 소리 크기를 설명할 수 있다. 2. 무향실 안에서는 소리가 사라지고, 귀가 멍멍해 지는 것을 체험한다.		
흐름	문제제시 & 제작활동	학습자료(·) 및 유의점(※)	
<상황 제시> (30분)	<p>STEAA</p> <p>소리의 이해 /소리 반사의 이해/ 흡음의 이해</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 동물들이 싫어하기는 하지만, 산속에서 야~호 하면 메아리가 들린다. 왜 그런지 토의. ● 바닷가나 산속에서, 집에서도 낮과 밤에 소리가 왜 다르게 변하는지 대화 ● 종이컵으로 전화기 만들어서 대화하면서 중간에 실을 잡으면 왜 소리가 안 들리는지 토론 ● 무향실에 많은 스폰지들 대신 집에서 다른 재료를 써서 비슷한 효과를 내는 재료는 무엇이 있을까 토의 	<ul style="list-style-type: none"> - 소리 전달 경로 - 공기의 질주 - 소리 반사, 흡수 이유 	
<창의적 설계> 무향실에서 소리의 왜 사라지는지 설명 (30분)	<p>STEAA</p> <p>음향진동 실험에 사용하는 무향실과 잔향실의 이해.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 무향실: 벽면에 입사되는 소리의 대부분을 흡수하여 자유음장이 형성되도록 특수 설계 제작된 실험실. 모든 벽면에 약 1.2 m 길이의 썬기형 섬유 부착) - 잔향실: 벽면에 입사되는 소리의 대부분을 반사하여 확산공간이 형성되도록 특수 설계 제작된 실험실. 전 공간의 균일한 음압 분포를 위해 모든 벽은 경사지게 되어 있음) 	<p>무향실</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 스폰지를 보면 무의식적으로 손을 대 보게 되어 있다. 스폰지가 손때를 묻게 되면 제 기능을 못하게 되고 교체해야 하므로 만지는 것을 못하게 미리 지도 필요.

▶ 프로그램 2

1. 프로그램명

초음파 안경을 이용한 시각장애인을 돕는 과학 기술이해

○ 학습 목표

- 활동 내용 : 안대를 한 위에 초음파 안경을 쓰고 앞에 서 있는 친구 찾기
- 활동 특징 : 초음파 거리 측정 원리를 이용한 실험

○ STEAM 과목 요소

- S(물리) : 소리 중에서 초음파 영역 및 반사, 시간 측정
- T/E : 작은 기판이 측정과 함께 삐-삐~ 소리로 알림
- A : 시각장애인 안경이지만, 아름다운 디자인이어야 함
또한 청각으로 제시되는 음향도 감성적이어야 함.
- M : 물리량을 측정하고 계산하는데 수학적 계산이 필요

○ STEAM 단계 요소

- ▶ 상황 제시 : 질문을 통해 소리에 대해 생각하게 한다.
 - 초음파는 왜 소리가 안 들리는 걸까?
 - 시각 장애인에게 설명은 어떻게 하면 좋을까?
 - 앞이 안 보이면 물체를 어떻게 피해갈까?
- ▶ 창의적 설계
 - 초음파를 이용하여 다른 장치를 만들 수는 없을까?
 - 우리의 귀가 들을 수 없는 소리를 어떻게 들을까?
 - 소리의 크기: 반사 없는 방과 많은 방에서의 거리에 따른 소리의 변화체험하기
 - 초음파 안경 말고 다른 장치로 가능할까? 옷, 지팡이, 스마트폰?
- ▶ 감성적 체험 : 방향 혹은 정보를 주는 다양한 소리들을 제시하여 어떤 것이 과학적으로 정보 전달이 잘 되면서 감성적인지 체험하게 함. 이러한 것을 측정하는 기법을 설명함.

2. 지도안 총괄표

과목	과학	총차시	6
단원	3. 귀를 기울여요.		
교육과정	7차 교육과정 2학년 슬기로운 생활		
학습목표	1. 소리의 반사를 설명할 수 있다. 2. 초음파 안경을 이용해 박쥐의 행동을 설명한다.		
흐름	문제제시 & 제작활동	학습자료(·) 및 유의점(※)	
<상황 제시> (30분)	<p>STE</p> <p>장애의 이해 /장애 극복의 이해/ 초음파기기 활용 체험</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 안내만 한 상태에서 앞에 종이 상자를 쌓아 놓고 상자를 피해 걸어 가보기 체험 ● 친구가 계속 말로 설명해 주면서 상자와 자기 발걸음 방향과 어떻게 차이가 있는지 들으면서 걸었을 때 차이 구분 ● 초음파 안경을 사용하여 친구의 도움이 없이도 상자를 피하게 되는 경험 체험 	<p>- 장애우란 용어가 잘못된 용어임을 설명: 한국장애인 협회에서 장애우란 표현은 잘못되었으니 장애인이라고 표현해 줄 것은 피력했음.</p> <p>이유1: 나이 먹은 장애인이 초등학생한테 친구라는 표현은 부적절</p> <p>이유 2: 장애우 라는 단어를 쓰게되면 장애인 스스로 저는 장애친구입니다라는 표현을 하게 됨. 존재를 나타내는 단어에 스스로 누구의 친구라는 표현이 되므로 어법상 모순.</p>	
<창의적 설계> 초음파 안경으로 어떻게 물체와의 거리에 따라 정보가 전달되는지 설명 (30분)	<p>STE</p> <p>초음파 안경에 사용되는 간단한 원리의 이해.</p> <p>- 초음파: 소리는 파형 형태로 전달이 됨. 이를 한자로 소리음(音), 물결파(波), 즉 음파라고 함. 음파는 매우 낮은 저음파, 중음파, 고음파, 초음파 등으로 되어 있음. 사람은 중간정도를 들을 수 있음. 사람의 귀로 듣는 것이 가능하다 하여 '가청(可聽)음파', 혹은 '가청 주파수'라고 부름.</p> <p>- 반사와 거리측정: 초음파 안경의 원리는 초음파를 발생시키는 발생소자, 발생된 초음파가 물체에 부딪혀 돌아오는 것을 감지하는 감지부로 되어 있다. 돌아오는 시간이 누르면, 물체와의 거리가 멀다는 뜻이다. 이때 부저음 (삐~삐~)은 느리게 들리거나 안 들리고, 돌아오는 시간이 빠르면 부저음 소리 간격이 빨라진다. 사용자는 이 소리 간격을 듣고 물체가 있는 것을 감지할 수 있다.</p>	<p>- 음파와 초음파의 차이 설명</p> <p>초등학교 수준에서 수학적, 과학적 명이 어려우나 돌고래, 박쥐, 코끼리 같은 물체 구별이나 대화를 하는 매개체로 초음파가 사용되고 있음을 설명해 주면 됨.</p> <p>- 현재 안경의 한계점 설명 필요</p> <p>친구가 옆에서 길의 상황을 설명해 줄때는 사람의 키높이, 바닥의 단차, 바닥 상태, 다가오는 사람들 등 많은 정보를 말로 설명하면서 전달해 줄 수 있으나 초음파 안경은 눈 높이의 물체에만 적용이 가능한 수준임.</p>	

□ 학생용 워크북 해설

▶ 교사용 학습자료



옛날이야기입니다. 어느 숲속마을에 동물들끼리 싸움이 났습니다. 날개달린 새들과 다리가 넷인 동물들은 서로 편을 나누어 싸웠지요. 그런데 날개가 있어 모습은 새 같은데 알 대신 새끼를 낳아 기르고, 동물 같은데 다리는 둘뿐이고 대신 날개를 가진 박쥐는 어디에도 속할 데가 없었습니다. 그래서 어느 쪽에도 속하지 못하는 박쥐는 어두운 동굴로 쫓겨나 살게 되었습니다.

그런데 신기하게도 박쥐는 밤에 어떻게 나무 사이를 잘 날아다닐 수 있을까요? 아무리 숲이 우거져 있어도 박쥐는 한 번도 나무 가지에 부딪히는 법이 없습니다.

비밀은 바로 박쥐 입이나 코에서 만드는 음파를 귀로 듣고 앞에 물체가 있다는 것을 알아내는 재주 때문이랍니다.

자, 사람도 과연 앞에 있는 물체를 소리로 알아 낼 수 있을까요?

▶ 들어가기

· 남자와 여자의 목소리는 왜 다를까요?

소리 구성이 소리의 크기(강약), 높낮이(고저), 맵시(음색)이 있음을 설명. 특히 남자와 여자의 차이는 두 번째 성분인 높낮이가 대부분 차이가 남. 남자는 낮은 소리 여자는 높은 소리. 그리고 음색을 구성하는 주파수라고 하는 성분들의 구성비가 다르기 때문에 남녀 차이뿐만 아니라 친구들의 목소리도 구분이 되는 것을 쉽게 설명 필요. 예를 들면 중국집 짜장면의 맛이 각각 다른 것은 짜장면을 만들 때 들어가는 재료는 비슷하지만, 주방장의 솜씨에 따라 넣는 비율이 달라져서 달라진다고 해도 좋겠음.

▶ 준비물

- 각종 악기 동영상 파일
- 초음파 안경 키트
- 스펙트럼 분석기(스마트폰의 주파수 분석 앱)
- 무향실 및 잔향실(한국표준과학연구원)

▶ 생각해보기

1. 우리는 엄마와 아빠의 목소리를 어떻게 구별할 수 있을까?

위 들어가기에서 기술한 비슷한 설명이 필요함

2. ‘도FP미파솔라시도’의 각 음이 다르게 들리는 이유는 무엇일까?

실제로는 주파수 개념이 들어가야 하는데, 음의 고저로 설명할 수 있음: 주파수 개념도 초등학교 저학년에게 설명이 가능한데, 손목을 천천히 떨어보라고 하고 최대한 빨리 떨어보라고 하면 됨. 이때 천천히 떠는 것이 저주파, 빨리 떠는 것이 고주파임. 저주파는 낮은 소리, 고주파는 높은 소리와 매칭됨. 음의 고저가 소리의 3요소에 들어가 있는 중요한 이유 소리를 설명하는데 가장 중요한 요소이기 때문임.

3. 악기마다 소리가 다른 것은 무슨 이유일까?

악기의 소리가 다른 이유는 사람마다 목소리가 다른 것과 같은 원리. 소리의 높낮이와 음색이 만들어낸 결과임.

* 다음 악기를 눈을 감고 듣고 맞춰 보시다.



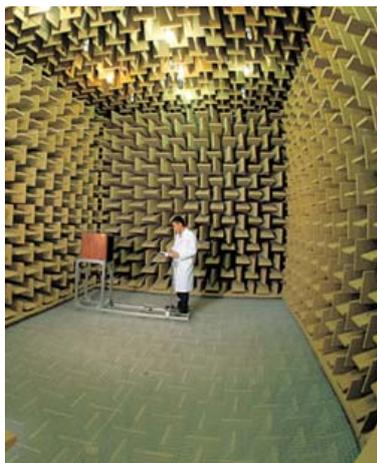
학생들이 악기의 소리를 듣고 맞추지 못하는 경우는 없음. 단, 소리를 아주 작게 내거나 두 개를 동시에 내면 분간이 힘들어 질 수 있음. 왜 하나의 소리는 쉽게 맞추는데, 두 개 이상이 혼합이 되면 어려워지는지 토의하면 더 효과적임.

▶ 체험 및 실험해보기

1. 무향실과 잔향실

- 무향실과 잔향실의 차이는 무엇이고 그 안에서의 느낌은 어떻게 다른가?

	생긴 모습	소리 특징
무향실		
잔향실		



2. 초음파 안경 쓰고 소리로만 사람 찾기 놀이

- 준비된 초음파 안경을 조립해 봅시다.
- 다섯 사람이 짝이 되어 시연함.
- 세 사람들 안대를 쓴 사람의 앞에 아무 곳이나 발소리가 나지 않게 가만히 서 있습니다.
- (종이 상자 혹은 종이를 뭉친 종이 덩어리를 놓고 해도 됨. 이때 종이를 밟으면 물건에 부딪힌 것으로 간주하여 설명.)
- 한 사람은 눈이 보이지 않게 안대를 하고 걷게 합니다. 다른 한 사람은 안대한 사람 옆에서 앞에 있는 사람(물건)들의 위치를 설명하게 하여 안대한 사람이 지나가게 함.
(안대를 한 사람이 걸으며 옆의 친구가 앞에 어떤 방향에 사람이 서 있는지 설명. 사람과 사람 사이를 설명만 듣고 빠져 나가게 함).
- 다음에는 초음파 안경을 쓴 사람은 자기 앞에 서 있는 사람의 위치를 소리만 듣고서 찾아내거나 피하여 지나갑니다.
- 어떻게 사람을 찾을 수 있는지 생각해 봅시다.



▶ 생각 정리하기

- 우리 생활 속에 소리가 나는 물체는 어떤 것이 있을까?

소리는 우리 주변 어느 곳에도 나고 있습니다. 스피커나 라디오, 이어폰, TV 자동차 등에서도 나지만, 우리 몸속에서도 소리는 계속 만들어지고 있습니다. 뱃속에서 나고, 손가락으로 귀를 막으면 또한 소리가 들립니다. 소리는 사람들의 삶에서 없어질 수 없고, 음악이나 지시음처럼 꼭 필요하기도 하고, 동시에 너무 커지면 소음이 되는 불편한 존재임을 설명필요.

- 소리가 나는 것을 안 나게 하려면 어떻게 해야 할까?

소리는 전달이 되는 전달자(매체)가 있어야 함. 기체, 액체, 고체 모두를 통하여 전달됨. 또한 전달자에 따라 전달되는 빠르기도 매우 달라짐. 따라서 액체, 기체, 고체 모두 없는 곳에서는 소리가 전달되지 않음. 우주 공간, 진공상태 등이 그러한 곳임.

- 아파트의 이웃집 발자국 소리는 어떻게 해서 우리 귀에 들릴까?

바로 위에서 설명한 것처럼, 아파트의 구조는 콘크리트, 모래, 자갈, 철근 등 고체와 공기로 채워져 있음. 따라서 이러한 물질을 통하여 전달됨.

- 밤이 되면 왜 소리가 잘 들릴까?

소리는 상대적으로 잘 들리거나 안 들림. 예를 들면 사람들이 많은 곳에서 친구를 부를 때는 목청껏 불러야 친구를 부를 수 있지만, 사람들이 없는 교실에서는 작은 목소리로도 친구가 들을 수 있음. 밤이 되면 낮에 여러 가지 소리가 나던 것들이 사라져서 고요해 지므로 작은 소리도 잘 들리게 됨.

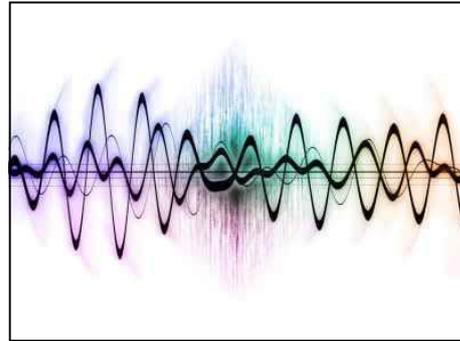
- 박쥐는 어떻게 소리를 내고, 들을 수 있을까?

박쥐는 입과 코로 만들어 발사한다고 알려져 있음. 돌아오는 신호는 귀 내부의 달팽이관 속털세포에서 받아 이를 분석하여 주변을 볼 수 있음. 초등학교 저학년들에게 달팽이관 그림을 본적이 있냐고 물어보면 일부 본적이 있다고 함. 집에 가서 달팽이관 그림을 한번 찾아보라고 숙제를 주어도 좋겠음. 의외로 박쥐의 초음파는 아이들에게 익숙한 주제임.

▶ 학습 자료

1. 소리란 무엇인가?

소리는 물체의 떨림에 의해 만들어진다. 얇은 종이를 입 앞에 대고 소리를 내보면 금방 알 수 있다. 풍선을 통해 소리 듣기를 해도 금방 알 수 있다.



바이올린은 줄도 고속카메라로 동영상을 찍어 천천히 플레이 해보면 활이 줄을 떨게 하여 소리가 나는 것이 보인다. 우리의 목소리는 목구멍 속의 성대가 진동에 의해 만들어 진다. 매미 배에 있는 진동막도 여치의 날개 뒤에 감춰진 소리판도 열심히 떨어서 나는 소리이다.



그런데 공기가 없는 우주공간에서는 소리가 들리지 않는다. 소리를 전달해 주는 것은 공기인데, 공기가 없기 때문이다. 소리는 공기뿐 아니라 액체, 고체에서도 전달된다. 벽이나 책상에 소리를 대면 귀에 들리지 않는 소리가 들리는 것은 고체가 소리를 더 잘 전달시키기 때문이다. 종이컵 전화기가 가능한 것도 실이라고 하는 물체가 소리를 전달해 주기 때문이다.



의사 선생님들이 사용하시는 청진기도 뱃속의 소리를 더 잘 듣기 위해 개발된 것이다. 뱃속의 소리를 전달해 주는 도구이다.



2. 들을 수 있는 소리와 들을 수 없는 소리

사람과 동물들은 들을 수 있는 소리의 범위와 영역이 다르다. 이는 서로 생활하는 환경이 각기 다르기 때문이다. 굴속에서 살고 있는 박쥐는 밤에 활동하고 동굴 속도 어둡기 때문에 눈은 별로 쓸모없다. 그래서 박쥐는 스스로 소리를 내어 반사되는 음을 통해 물체를 판별한다.



그러나 박쥐가 내는 소리는 사람이 들을 수 없다. 너무 높은 소리를 내기 때문이다. 코끼리끼리 대화하는 소리도 들을 수 없는데, 박쥐와는 반대로 너무 낮은 소리이기 때문이라고 한다.



3. 무향실과 잔향실

소리가 벽이나 천정에 부딪히면 일부는 흡수되기도 하고 또 일부는 반사된다. 무향실의 모든 벽은 소리를 잘 흡수하는 재료로 만들어져 소리가 대부분 흡수되어 반사가 없는 곳이다. 무향이란 ‘반사가 없는’이란 뜻이다.



한편 잔향실은 무향실과는 반대로 모든 벽면을 소리가 잘 반사되는 재료로 만들어서 소리의 발생을 중단시켰을 때에도 소리가 오랫동안 남아있게 한 특수 음향 실험실이다. 잔향이란 ‘남은 소리’란 뜻이다.

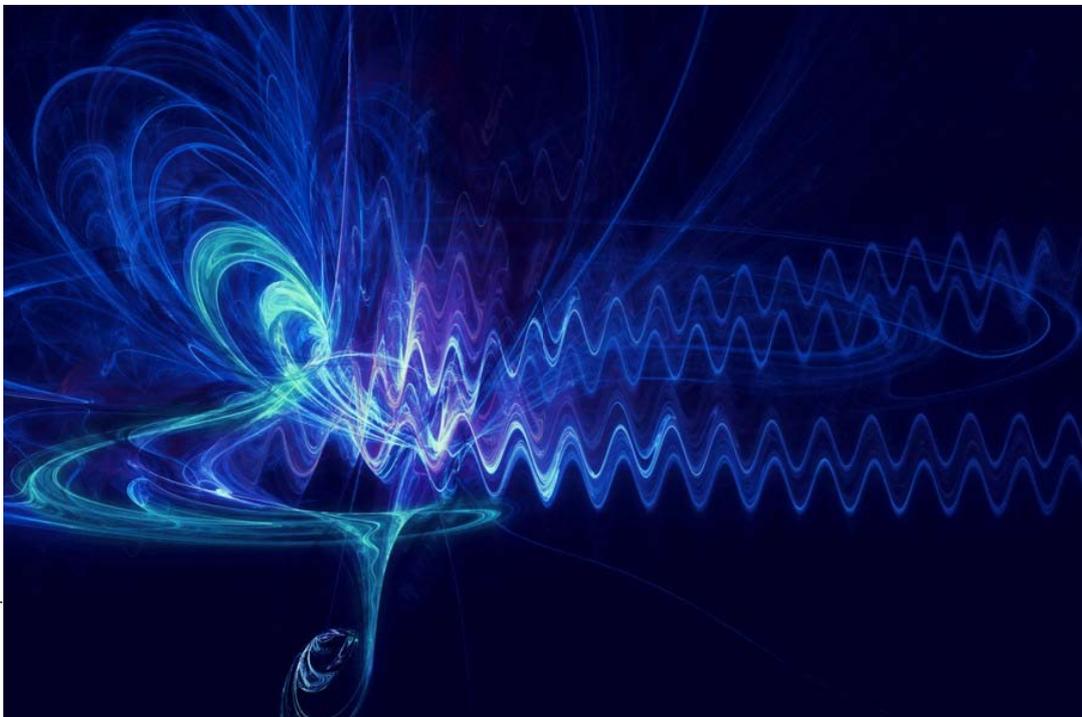


4. 소리를 어떻게 구별할 수 있을까?

소리의 특성을 결정하는 3가지 요소는 소리의 높이, 세기(크기) 및 맵시이다.

아빠와 엄마의 소리가 구분되는 이유는 아빠의 목소리보다 엄마의 목소리가 높은 소리이기 때문이다. 또한 맵시도 아빠의 소리는 거칠고 낮은 성분이 더 많이 섞여 있고, 엄마의 소리는 고운 소리들이 더 많이 들어 있어서 그렇다.

소리의 맵시는 음색이라고도 하는데, 음색은 사람마다 각각 얼굴의 모습이 다른 것처럼 소리의 구성이 다르기 때문이다. 우리가 소리를 구별해 내는 것도 얼굴을 눈으로 구별해 내는 것처럼 귀로 소리 구성을 구별해 낼 수 있기 때문이다.



▶ 메모하기