퍼펙트 論述

소리에 대하여

‘낮말은 새가, 밤말은 쥐가 듣는다’의 과학적 근거는

1. 파동의 기본 개념

파동(波動)은 매질 내의 한 점에서 생긴 매질의 진동 상태가 매질을 통해서 주기적으로 퍼져 나가는 현상을 말한다.

매질은 파동을 전달시키는 매개체를 의미하는데 파동이 전파될 때 매질은 진동만 하고 이동하지 않기 때문에 파동은 매질의 진동을 통해 에너지를 전달하는 것이라고 할 수 있다.

파동이 1회 진동하는 데 걸리는 시간을 주기(T)라고 하고 1초 동안의 진동 횟수를 진동수(f)라 한다.($f=1/T$) 파동이 진동하는 최대 폭의 절반을 진폭이라 하는데 파동의 에너지는 진동수와 진폭이 클수록 더 크다고 할 수 있다.

파동이 전파되는 경우 매질의 종류가 바뀌더라도 처음 진동수는 유지되기 때문에 파동의 에너지는 진폭의 감소로 인해 전파되는 도중에 감소 또는 소멸하게 된다. 하나의 파동의 길이를 파장(λ)이라고 하는데 파동의 전파 속력은 파장과 진동수의 곱으로 표현된다.($v=\lambda f$) 파동의 전파 속도는 파동의 종류와 매질의 종류나 상태에 따라 변화한다.

2. 소리

소리는 매질의 진동방향과 진행방향이 나란한 종파의 대표적인 파동이다. 사람이 소리를 인식할 때는 높이, 크기, 맵시 등 3가지 요소에 의해 소리를 구분하게 된다.

파동의 진동수는 고음이나 저음을 결정하는 소리의 높이를 결정하고, 진폭은 소리의 크기를 결정하며, 소리를 발생시킨 진원의 종류에 따라 결정되는 파형이 소리의 맵시를 결정한다.

소리의 크기를 결정하는 데시벨(dB)은 소리의 진폭으로 크기를 측정하는데 반해 사람은 진동수와 파형, 진폭을 혼합하여 크기를 느끼기 때문에 높은 dB의 소리더라도 작게 느끼거나 낮은 dB의 소리더라도 크게 느끼는 경우가 생긴다.

소리의 전달 속도는 대체로 ‘고체매질 > 액체매질 > 기체매질’의 양상을 보인다. 기차의 소리가 들리지 않더라도 철길에 귀를 대고 들으면 기차가 오는지 여부를 알 수 있는 이유가 이 때문이다.

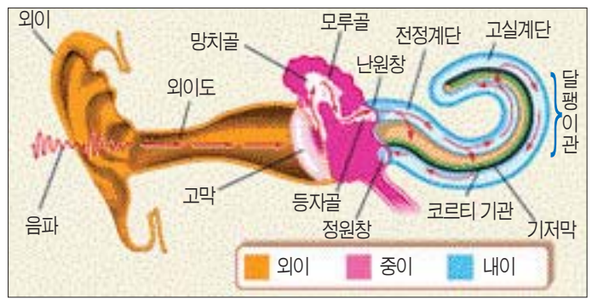
소리는 공기 중에서 온도가 높을수록 빨리 전파된다. 따라서 온도 차이가 있는 곳을 진행할 때는 속도가 느린 차가운 쪽으로 휘게 된다. 낮에는 지면이 온도가 높기 때문에 소리가 위쪽으로 휘어 고층에서 소음피해가 크고 밤에는 지면의 온도가 낮아 아래쪽으로 휘어 저층의 소음피해가 심하다. 흔히 말하는 ‘낮말은 새가 듣고 밤말은 쥐가 듣는다’는 속담과 일치하게 되는 것이다.

진 대 현
1318논술연구소
과학논술팀장

동영상 강의
www.1318hi.com

3. 청각

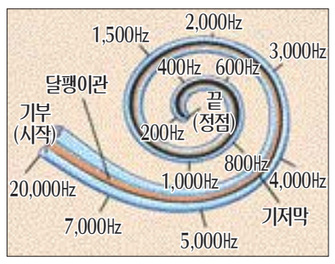
청각은 매질을 통해 들어오는 진동을 수용하는 감각을 말한다. 보통 음파라고 하면 공기를 매질로 해서 들려오는 진동만을 생각하지만 물속에 잠수하고 있거나 땅에 귀를 대고 있어도 소리를 감지할 수 있으므로 가청범위 내의 진동을 받아들이는 감각을 청각이라 한다.



외부에서 들어온 공기의 파동은 고막을 진동시키며 고체의 파동으로 변한다. 고막의 진동은 청소골을 진동시킨다. 청소골은 망치골, 모루골, 등자골이란 세 개의 뼈로 이루어져있다. 이 세 개의 뼈는 지렛대의 원리로 진동을 증폭시켜 주는 역할을 하는데, 고막에 연결된 망치골은 두껍고 림프를 진동시키는 등자골은 가늘고 길어 망치골이 조금만 진동해도 등자골이 크게 움직이도록 되어 있다.

이렇게 증폭된 파동은 난원창을 거쳐 달팽이관 내부의 림프액을 진동시킨다. 림프액의 진동은 달팽이관 내부에 분포하는 코르티 기관이라는 진동을 감지하는 기관에 전달된다.

코르티 기관의 중앙에는 청세포가 있다. 청세포의 옆에는 섬모가 있으며 청세포의 위쪽에 덮여 있는 덮개막과 접착되어 있다. 림프액의 진동은 코르티기관의 기저막을 진동시키고, 이 진동은 청세포를 상하로 진동시킨다. 상하로 진동하는 청세포는 덮개막에 붙어 있는 섬모와 접촉하며 전기적인 자극을 받아 뇌에 자극을 전달하게 된다.



청세포는 모두 고유한 진동수에서만 자극을 받는다. 따라서 자신이 인식할 수 있는 주파수와 같은 주파수의 진동이 들어왔을 때 보강간섭을 통해 공명하게 되고 덮개막의 섬모와 접촉하여 자극을 뇌에 전달한다.

따라서 한 개의 청세포는 특정한 주파수만을 받아들여 뇌에 전달하게 되고, 뇌에서는 어떠한 청세포가 자극을 전달했는지를 판단하여 어떤 주파수의 소리를 듣고 있는지 판단하게 된다.

음악에서 1옥타브라고 하는 것은 ‘도-도#-레-레#-미-파-파#-솔-솔#-라-라#-시-도’까지 12개의 음을 말한다. 1옥타브가 차이 나는 음은 진동수가 2배가 된다. 현재 국제적으로 음을 조율할 때 기본이 되는 음은 피아노의 가운데에 있는 ‘라’이며, 이 음은 440Hz의 진동수를 갖는다. 따라서 한 옥타브 위의 ‘라’는 880Hz의 진동수를 갖는 것이다.

음파가 청세포를 자극하면 뇌는 어떤 청세포가 자극되었느냐를 인지하여 음을 판단하게 된다. 이때 청세포가 인지할 수 있는 진동수의 정수배인 진동수를 가진 진동이 들어오면 청세포는 공명하며 자극을 받는다. 440Hz에서 자극을 받는 청세포는 880Hz의 음파가 들어왔을 때도 약간의 자극을 받게 되는 것이다.

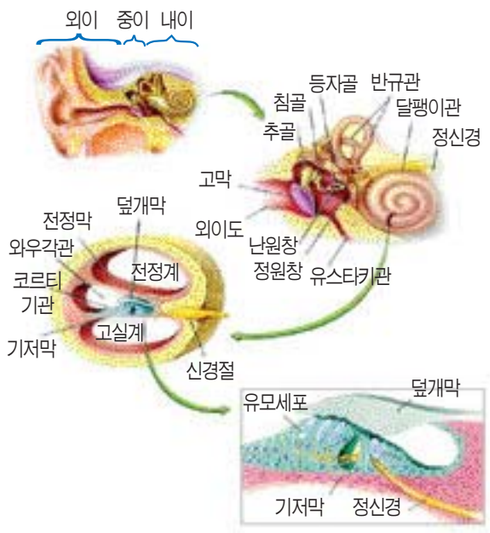
기출문제 분석

〈2008학년도 서울대 예시논술〉

(가) 인간은 외이, 중이, 내이로 구분되는 귀를 통해 소리를 듣는다. 외이를 통과한 소리(음파)가 고막을 진동시키면, 이 진동은 청소골(또는 이소골)에 의해 증폭되어 내이에 속하는 달팽이관(또는 와우관)으로 전달된다.

달팽이관은 림프액이라는 액체로 가득 차 있기 때문에 전달된 진동은 액체의 파동으로 바뀌어 기저막을 진동시킨다. 기저막의 진동은 그림과 같이 청각 수용기인 여러 길이의 유모세포(hair cell : 털세포)들에 의하여 감지되고 여기에 연결되어 있는 청신경에 의하여 뇌에 전달된다.

이때 소리의 높낮이(주파수)에 따라 반응하는 유모세포가 서로 다르다.



(나) 소리의 중요한 물리적 양은 주파수(진동수)와 세기이다. 사람은 주파수와 세기의 차이로 소리를 구별해 낼 수 있다. 주파수의 차이는 어떤 종류의 유모세포로부터 진동이 감지되는지를 통해서 알아낼 수 있으며, 이러한 주파수의 차이를 소리의 높낮이로 인지한다. 세기는 유모세포에 의해 감지되는 신호의 크기로 알아낼 수 있으며, 소리의 세기는 진폭으로 구분한다.

[논제 1] 포유류 중 인간의 가청 주파수는 약 20Hz부터 20,000Hz라고 한다. 그런데 코끼리는 인간보다 더 낮은 주파수의 소리를 들을 수 있고, 쥐는 인간보다 더 높은 주파수의 소리를 들을 수 있다고 알려져 있다.

포유류의 귀의 구조가 서로 비슷하고 단지 크기만 다르다고 가정했을 때, 코끼리가 인간보다 낮은 주파수의 소리를, 쥐는 인간보다 높은 주파수의 소리를 들을 수 있는 이유를 설명하시오.

[논제 2] 서양음악 7음 음계를 피아노로 연주해 보면 중간 도(C) 음과 한 옥타브 위의 도 음은 많이 떨어져 있지만 우리의 귀에 비슷하게 들리고(옥타브 동치성), 도 음과 바로 옆의 레(D) 음은 가까이 있음에도 불구하고 전혀 다르게 느껴지는 데 그 이유를 설명하시오.

※ 옥타브 동치성(octave equivalence)=서로 다른 음역에 위치해 있지만 서로 같은 음 이름을 가진 음들을 동등하게 취급하는 개념

■문제 해결

소리를 감각하는 청세포(유모세포)가 존재하는 달팽이관은 기다란 관으로 되어 있다. 유모세포는 위치에 따라 특정한 주파수를 감지하게 되는데 달팽이관 입구 쪽에서는 진동수가 큰 고음을 안쪽은 진동수가 작은 저음을 감지하게 된다.

논제1은 이 같은 사실을 바탕으로 귀의 크기, 다시 말해 달팽이관의 길이가 가청주파수의 범위를 결정할 수 있다는 점에 착안하여 접근하면 된다.

논제2는 물리 교과에 나오는 정상파의 개념을 바탕으로 기본 진동에서 2, 3배 진동으로 바뀔 때, 파장은 1/2, 1/3으로 변한다는 것에 착안하여 파장의 변화와 유모세포의 위치를 연관 지어 생각하면 논제를 해결할 수 있다.

실전 연습

(가) 일반적으로 파동은 소한 매질에서는 전파속도가 빨라지고 밀한 매질에서는 속도가 느려지는 성질이 있다. 이것은 매질이 밀하면 파동이 진동하기가 어렵기 때문이다.

파동의 전파 속도는 파장과 진동수의 곱으로 표현되는데($v=\lambda f$) 전파속도에 따라 진동수가 변하거나 파장이 변하게 된다.

(나) He(헬륨)과 Xe(크세논)은 비활성 기체로 다른 원소들과 반응하지 않는 안정한 기체이다. TV에서 방영되는 오락 프로그램에서 출연자들이 He가스나 Xe가스를 마시고 이야기하는 모습이 종종 보인다.

이때 출연자들의 목소리는 평상시와 비교해서 많은 차이가 나는데 이것은 파동의 성질과 밀접한 관계가 있다. (원자량은 He : 4, Xe : 129 이고 공기의 평균분자량 29 이다.)

[논제] He가스와 Xe가스를 마시고 이야기할 때 목소리의 변화를 예측하고 그 이유를 제시문을 이용하여 설명하시오.

DAEWOO ELECTRONICS DC
난방비 절감율 83% 효율 대우 냉·난방기
구입비 부담없이 렌탈로 빌려쓰고 절감된 난방비로 무료사용 기대효과
조목조목 따져보고 비교해 주십시오
하나. 중고에어컨,난방기,냉·난방기 보상판매 단행 — 사용하시던 에어컨이나 난방기, 냉·난방기 정상가 보상판매로 신제품 구입 및 교체효과 만족은 물론 난방비 절약 절호의 기회
둘. 렌탈로 구입비용없이 사용하고 38.5% 세금혜택까지 가져 가십시요 — 소유권이 전부 렌탈에 의한 구입비 부담없는 사용
셋. 장기할부로 부담 없이 구입비 최소 — 금융부담 없이 원금만 분할상환으로 구입하고 절감된 난방비용으로 대납하는 무료구입 기대효과
넷. 한전무상지원금 최고 152만원 혜택 — 원격제어 냉·난방기 구입시 한국전력의 수요관리사업에 동참하고 무상 지원금혜택을 누릴 수 있습니다
다섯. 난방비 절감율을 비교해 주십시오 — 공인기관의 성능 시험성적서에 의한 객관적인 절감율을 꼼꼼히 비교 평가해 주십시요
여섯. 완벽한 A/S 조직망에 의한 전국 원콜써비스시스템 — 대우전자써비스의 전국 A/S네트웍에 의한 전문엔지니어의 제품 설치 및 고객만족 사후 써비스
연말기획 “찬스” 새것 받고 헌것 주기
중고 에어컨, 난방기, 냉·난방기 보상판매기획
-중고제품 정상가격 보상 받으시고 파격적 유지비 절약 신제품 사용의 연말 기획찬스
경유대비 최대 83%절감
-18℃ 초저온에서도 더욱 강해진 Hi-Engine 초강력 파워의 저온형 대우일렉 DC 냉·난방기
프리미엄
DC 인버터 벽걸이형 냉난방기
천정카세트형 난방·냉방 복합기
6, 8, 15, 18, 23, 33, 44, 63, 80, 110형 (업소용, 산업용, 소·중·대형)
·제 조 원: 대우일렉 DC
·설치및A/S: YES Service 대우일렉서비스
구입 문의 대우일렉 호남 총판(금호월드 2층 하이네트) 080-350-8822 딜러모집 376-2900

일가공인중개사
☎(代)234-8216 핸 011-609-0896
(광주우체국부근)
상가건물 매매
·충장로 대지 75평 5층건물 2억/1,700만 21억
·금남로 문화전당앞 대로변 5층 1억5천/900만 20억
·전대후문 대로변 75평 3층 8천만/800만 16억
·학동 15m×15m코너 대지 50평 5층 2천5백/270만 9억
·황금동 한민약국근처 89평 2억/300만 20억
·광산구 구 도청앞 112평 단층건물 10억
·조대 대로변 대지 226평 단층 평당350만원
·금호동 중원아파트앞 대로접 330평 단층 당400만
토지매매
·문림동 신라예식장앞 대로접 480평 당200만(전체전용권)
·주월동 장미아파트앞 대200평 당250만
·광·송간 공원녹지접역 앞 대로접 1,400평 당100만
·봉선동 25m 도로접 700평 당 300만
·금호동 아파트 밀집지역 인근800평 당200만
·운남동 삼창아파트 후문앞 코너 192평 당200만
·문흥동 개발제한구역 임야1만평 당1만5천
·도천동 60m 도로개설중 옆 자연녹지 5천평, 2천평, 당65만
·선암동 호대앞 대로변 1,300평 당150만
·선암동 호대앞 1,000평 당90만
·지산동 녹지 1,100평 당 35만
·선교동 임야 4만원 당3만
·광산구 덕림동 관리지역 3,200평 당6만
·화순 도곡 임야(야산)3만평 당1만
·화순 도곡 관리지역 3천평 당6만
·화순 도곡온천 인근 관리지역 2만평 당10만
·화순 남면 계곡접 관리지역 6만평 당1만원
·담양읍 임야(묘집적합)2,700평 당6만
전원주택
·문림동 성촌부락 대지 160평 당130만
·운림동 녹지 340평 당90만
·운림동 대지 280평 당50만
·화순 남면 한옥 대지 200평 4,000만
·화순 남면 대지, 전 한옥750평 1억
·담양 창평 소재지 대지 700평 당30만
기타부동산
·화순 한천 금전저수지 위쪽 임야 6만6천평 당7천원
·화순 계곡접 임야 14만평 당4천원(입도개설, 가로수식재)
·화순 남면 계곡접 주택1동 3천평 당3만
·화순 남면 임야 3만평 당 5천원
·장흥 회진 바닷가접 황토주택 4천평 당10만
※광주인근 관리지역 임야, 전, 답 구함
※황토주택 등호인을 모십니다

현대공인중개사
☎ (062)371-1900, 010-2006-0115
(삼무 우리병원에서 50m 지점. www.85858949.co.kr)
전원주택용지 24필지 선착순 분양
(전문직에 종사하는 분들의 단체 분양 환영)
◉위 치 : 담양군 용면 추성리 산28번지 일대
◉분양면적 : 205평서 414평까지
◉분 양 가 : 상담 후 결정
◉본택지의 특성◉
1. 접근성이 용이함 - 동광주IC에서 30분거리
2. 정남향으로 단지를 배치하여 조망 및 일조권 확보
3. 주변의 레저 및 관광명소등이 근거리에 위치 (추월산, 담양리조트, 죽녹원, 담양호, 가마골 생태공원 등)
4. 투자가치가 높음
◀ 급히 구 합니다 ▶
◉그린벨트 농지 3,000평 구함 서구 남구 경지정리된 농지(대토용)
◉광산구 우산동 농지 구함-비행장 맞은편(약2,000평)
◉관리지역 토지 구함 (광산구 삼도동 본량동 관내농지 평수에 관계 없슴)
◉묘지구함 : 1,000평 이상 (함평나산 / 나주노안 봉황 금천 다도 / 장성)
저희 업소는 20년 가까운 중개경험과 노하우를 바탕으로 다음과 같은 토지의 매매를 전문적으로 중개 합니다.
부동산 관련 직종의 전문가와 입지선정에서 준공까지 원스톱으로 컨설팅 하여 드립니다.
병원, 공장, 원룸, 식당, 모텔, 차고지, 전원주택 주유소및가스충전소 부지, 투자용토지, 상가건물