



AKUSTIK

Namn:



# Vad är ljud?

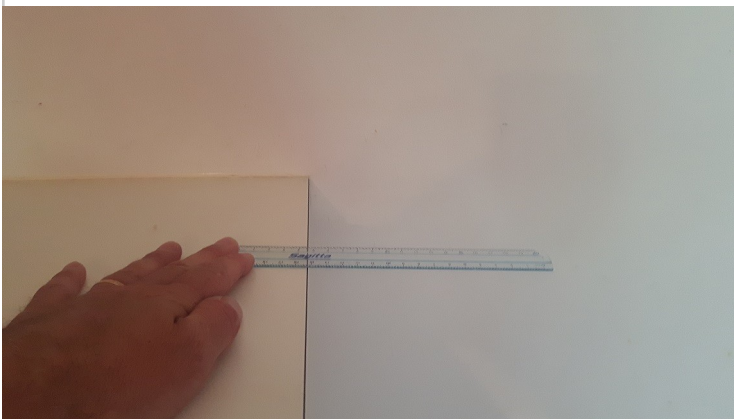


Ljud är vibrationer som öronen fångar upp, förstärker och som vår hjärna sedan tolkar.



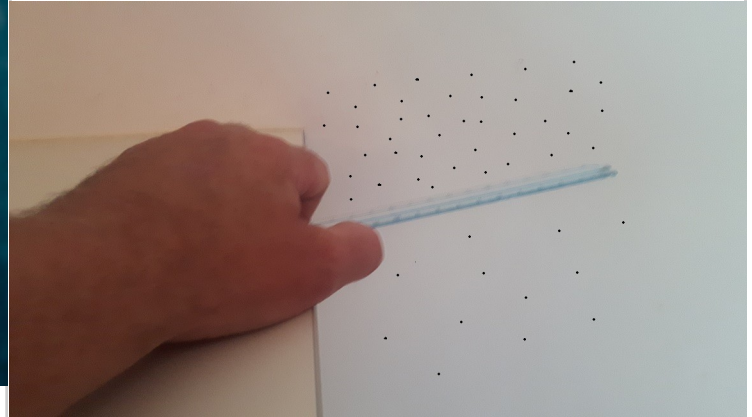
En gitarrsträng svänger fram och tillbaka när du spelar på den. Den vibrerar. En lös sträng vibrerar och ger en låg ton. En lika lång spänd sträng (som ges samma kraft) ger en hög ton .

Ett annat exempel som är tydligare men fungerar på samma sätt som gitarrsträngen är att lägga en linjal på ett bord. Läg halva linjalen utanför bordet. Tryck sedan hårt ner den andra delen av linjalen. Nu har du tillverkat ett instrument. Knäpper du till delen utanför bordet kommer den att vibrera och skapa ett ljud. Om du flyttar linjalen fram och tillbaka kan du skapa ljud som är både olika höga och olika starka.

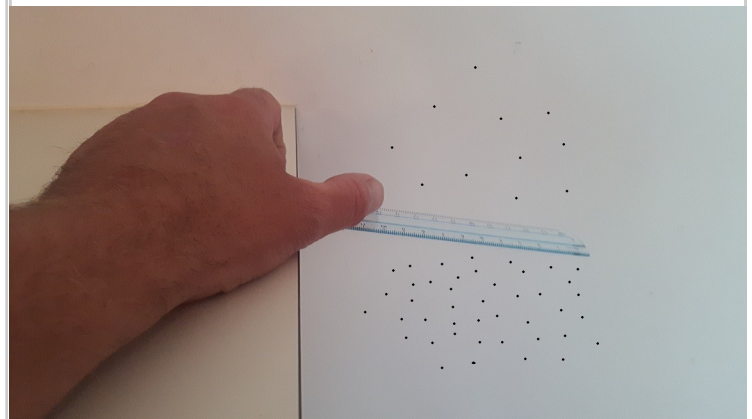


Om du tänker dig rörelsen i slow motion inser du att molekyler i luften runt linjalen packas

i tjockare och tunnare lager (olika densitet). När änden på linjalen åker upp trycker den ihop luftmolekylerna ovanför vilket gör att de packas tätare (förtätning).



När linjalen sedan åker neråt blir det färre luftmolekyler ovanför linjalen eftersom linjalen "trycker bort" dem. Det blir tunnare luft ovan-



för linjalen (förtunning).

När linjalen sedan åker upp och ner många gånger kommer den att göra många förtätningar och förtunnningar. Dessa skillnader i densitet kommer sedan att sprida sig, vanligtvis i luft, och når sedan våra öron där de tolkas som ljud.

## Begrepp och svåra ord:

Molekyl, förtätning, förtunning, densitet, ljud

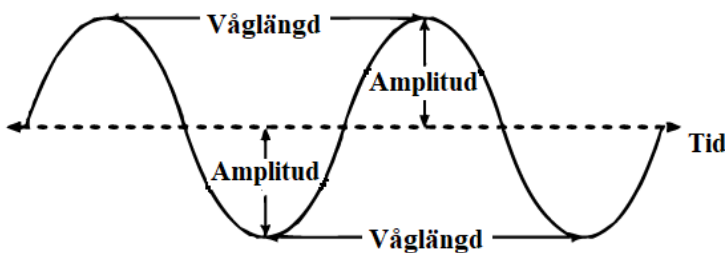
# Att beskriva ljud: Amplitud

Här följer ett experiment för att beskriva en ljudvåg. Tejpa en penna längst ut på en linjal. Lägga linjalen på en vagn med hjul. Halva linjalen läggs på vagnen och halva utanför. Knäpp till linjalen som börjar svänga och rulla vagnen parallellt med ett papper så pennan ritat rörelsen. Om allt gått bra kommer teckningen se ut ungefär så här:



Topparna upptill visar när linjalen packar ihop luftmolekylerna och dalarna när det blir tunnare med luftmolekyler nedtill eftersom linjalen trycker ner luftmolekylerna. Den ritade figuren beskriver förtätningarna och förtunningarna i vibrationerna, d.v.s. ljudet. Figuren kallas för ljudvåg och formen för sinuskurva.

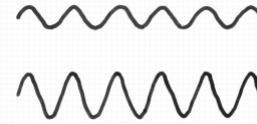
Sträckorna, liksom de på bilden ovan innehåller toppar och dalar, dessa kallas våglängder. En våglängd är den minsta delen av en ljudvåg. En ljudvåg är många våglängder som sitter ihop. En ljudvåg visar två saker:



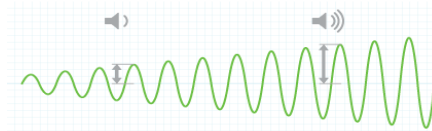
1. Ljudstyrka. Vilken volym ljudet har.
2. Tonläge. Om ljudet är mörkt eller ljusst. Det vill säga vilken tonhöjd ljudet har. (

Amplitud: Höjden på ljudvågorna kallas amplitud och är alltså ljudets volym. Amplituden kallas också ljudstyrka. Höga vågor (toppar och dalar) ger hög volym.

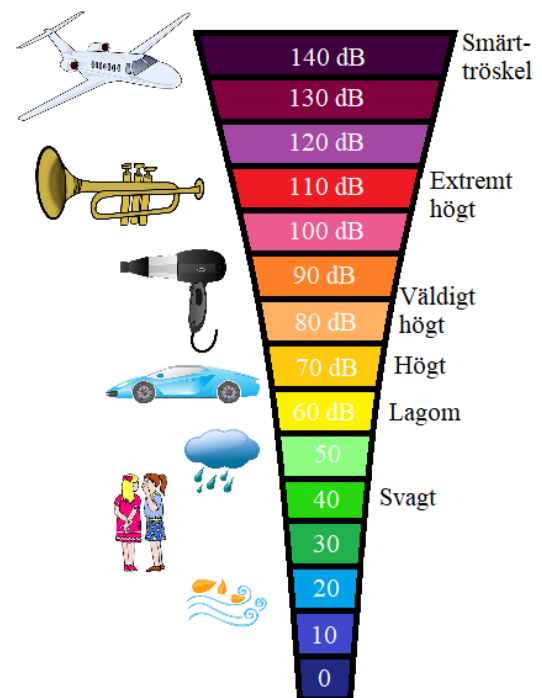
På bilden nedan så har kurvorna samma ton, men den undre kurvan har en högre volym.



På följande bild beskrivs en ljudvåg där ljudstyrkan (amplituden) ökar.



Volym eller ljudstyrka mäts med decibel (dB). Decibelskalan går från 0 till 180 dB. Vid noll hörs inga ljud och vid 180 dB spricker trumhinna. För en ökning med ett tiotal på skalan blir ljudet ungefär 3 gånger starkare. En minskning med ett tiotal innebär att ljudet blir ungefär 3 gånger svagare.



## Begrepp och svåra ord:

Sinuskurva, våglängd, amplitud, ljudstyrka, tonläge, tonhöjd, ljudvåg, volym, decibel, trumhinna



# Att beskriva ljud: Frekvens

Ljud kan ha olika tonhöjd. Den ljusaste tonen på ett piano har högre tonhöjd än tonen på andra änden av pianot.



Toner med hög tonhöjd har kortare våglängd än mörka toner. Ljudvågorna hos toner med hög tonhöjd ser mer sammanpressade ut: De två ljudvågorna på bilderna nedan har samma volym, men den till vänster är ljusare -den har högre tonhöjd.

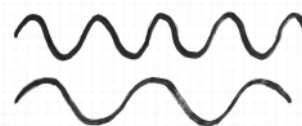


Ett ljud med kort våglängd (högt ljud) hinner svänga flera gånger med flera toppar och dalar än ett ljud med lång våglängd (mörkt ljud) under en viss tidsperiod. För att kunna jämföra olika ljud mäts antalet våglängder per sekund. En våglängd kallas också för en svängning.

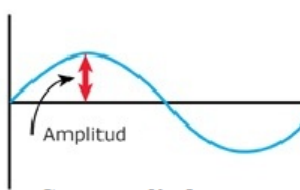
**Frekvens:** Det är antalet hela svängningar (våglängder) per sekund. Enheten kallas Hertz (Hz). Som ung människa kan du höra ljud med frekvensen 20 Hz – 20 000 Hz. Äldre människor tappar de höga tonerna med åldern och kan kanske bara höra ljud upp till 15 000 Hz.

Normalt tal ligger mellan 100 och 1000 Hz.

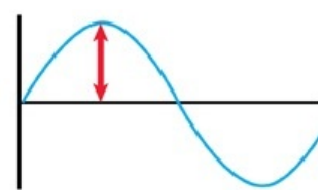
Bilden visar en stämgaffel. Man håller den i handtaget och slår den lätt mot något. Då börjar de parallella metallstängerna vibrera med en bestämd frekvens och ge ifrån sig en ton. Stämgafflarna används för att stämma instrument eller som hjälpmedel för sångare. På handtaget står det ofta vilken ton stämgaffeln ger och vilken frekvens den har. Till exempel: A440Hz betyder att stämgaffeln ger tonen A och att den svänger 440 gånger per sekund (440 Hz).



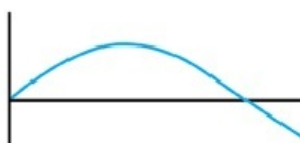
Bilden ovan visar två ljudvågor. Amplituden är lika hög och därför är ljudstyrkan lika. Frekvensen är dock högre på den övre bilden. Det ljudet kommer därför att ha en högre tonhöjd, ett ljusare ljud.



Svagare ljud



Starkare ljud



Lägre (mörkare) ljud



Högre (ljusare) ljud

## Begrepp och svåra ord:

Tonhöjd, våglängd, svängning, frekvens, Hertz, stämgaffel, amplitud, ljudvåg

# Ljudets hastighet



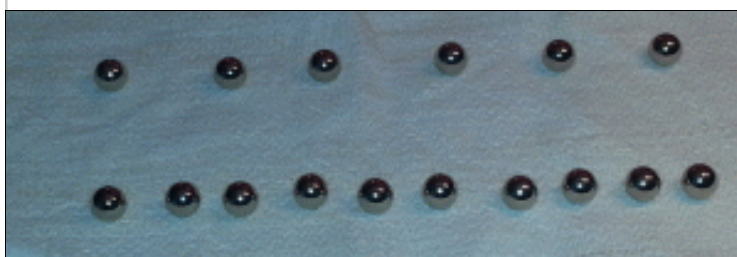
Ljudet rör sig med olika hastighet beroende på vilket material vibrationerna transporteras i.

I luft rör sig ljudet ungefär 340 meter per sekund (m/s). För att omvandla meter/sekund till enheten kilometer/timmen multiplicerar man med 3,6:  $340 \text{ m/s} * 3,6 = 1224 \text{ km/h}$ .

En klassisk situation när du har nytta av detta är när åskan går. Ljuset är enormt mycket snabbare än ljudet. När du ser blixten kan du räkna tills du hör åskmullret. Varje sekund innebär att ljudet från åskan har rört sig 340 meter. Varje sekund mellan ljuset och mullret motsvarar alltså 340 meter.



Ljudet rör sig olika snabbt i olika ämnen (luft, vatten, metall, glas, osv). Det beror på att det som transporterar ljudet är molekyler som rör sig. Ju närmare dessa molekyler sitter varandra desto snabbare kommer de i kontakt med varandra och kan föra vidare rörelsen.



Om man knäpper till i sidan på de två raderna med kulor ovan kommer rörelsen att spridas snabbare ju tätare kulorna sitter. Man kan säga

att ju högre densitet ett material har desto snabbare rör sig ljudet i det.

Tabellen nedan visar ljudets hastighet i några vanliga ämnen.

Luft	340 m/s	1224 km/h
Vatten	1500 m/s	5400 km/h
Glas	4500 m/s	16200 km/h
Järn	5150 m/s	18540 km/h

I rymden, där det är vakuum, kan man inte höra ljud, eftersom det inte har något material att spridas i.

Du kan prata och höra under vatten men våra öron (trumhinnan) är inte konstruerade att fungera under vatten. Däremot finns det andra däggdjur som är duktiga på att prata och höra under vatten till exempel delfiner och valar.

Hastighet över ljudhastigheten kallas överljuds-fart. Det uppstår en ljudbang (en hög knall) när ljudvallen passeras. Att åka i ljudets hastighet kallas att åka i 1 Mach. Att åka dubbelt så snabbt som ljudet är samma sak som 2 Mach. Det snabbaste flygplanet på jorden är ett obemannat plan som nått hastigheten 9,6 Mach.



## Begrepp och svåra ord:

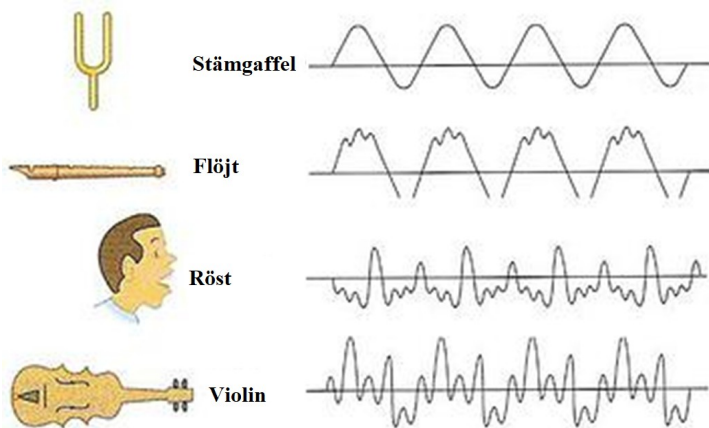
Molekyl, vakuum, densitet, överljuds-fart, Mach,



# Instrument



Om du spelar samma ton på en gitarr och ett piano låter det olika trots att det är samma ton. Det beror på att varje ton egentligen är sammansatt av flera toner. Du har först en grundton men också ett antal övertoner. Övertoner kan vara olika till antalet och ha olika ljudstyrka och frekvens. Övertoner tillsammans med grundtonen ger ljudet dess speciella klang (kallas också klangfärg). Det är detta fenomen som gör att människoröster låter olika varandra.



De flesta instrument behöver någon form av förstärkare för att höras. Det löses enkelt med elektricitet. Om du vill spela akustiskt använder du dig av resonans.



Resonans: Resonans utnyttjar fenomenet att ljudvågor är vibrationer och att vibrationer sprider sig. Resonans betyder medsvängning. När du spelar en ton på en akustisk gitarr börjar strängen vibrera, det gör också luften inne i

gitarrkroppen (resonanslådan). Det förstärker ljudet. Olika typer av instrument har olika typer av resonanslådor.



Efterklang är viktigt om man sjunger i kör, spelar instrument eller bara vill ha bra ljud från TV:n. Efterklang och eko är varianter på samma fenomen: ljud som studsar. Ett eko innebär upprepningar av ett ljud som tydligt går att skilja åt. Efterklang är en mer dämpad återklang av ett ljud. Om du klappar händerna (en gång) i en stor lokal kan du ibland höra att "klappet" hänger kvar i luften.

Ett annat viktigt begrepp för körsångare och musicerande är fas. Två ljudvågor med samma frekvens som startar samtidigt sägs vara i fas. Om dessa adderas ihop blir amplituden dubbelt så hög och ljudet starkare. Till exempel i en kör eller i en orkester. När fler personer sjunger samma ton blir volymen starkare.



## Begrepp och svåra ord:

Grundton, överton, ljudstyrka, frekvens, klangfärg, akustisk, resonans, medsvängning, resonanslåda, efterklang, eko, fas

# Örat och hörsel



Med två öron är det lättare att höra varifrån ljudet kommer.

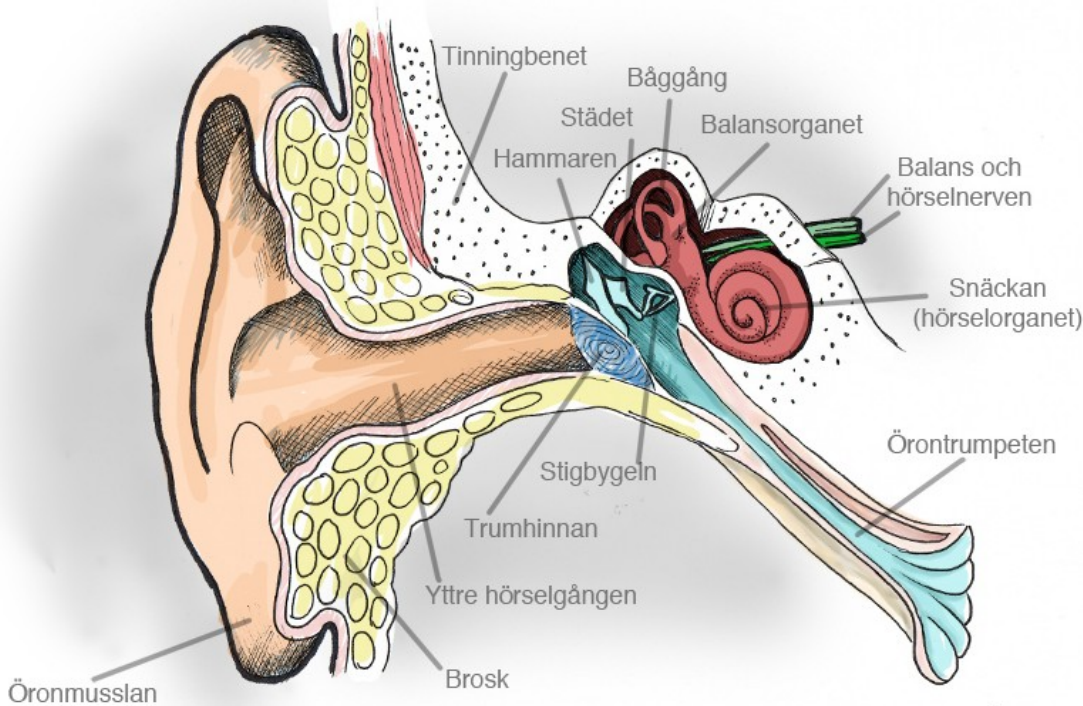
Ta hand om din hörsel:

De sinnesceller som sitter i örat är ömtåliga. Om du utsätts för kraftigt ljud kan du få nedsatt hörsel ett tag, sedan kommer hörseln tillbaka. Men om sinnescellerna skadas repareras de inte.

D.v.s. utsätter du öronen för högt ljud under en längre period och en hörselskada uppstår går den inte att bota. Klassiskt är att förstöra hörseln genom att lyssna på alltför hög musik i sina hörlurar.

Buller är oregelbundet ljud som gör dig trött, ger huvudvärk och gör det svårt att koncentrera sig. Vi upplever det ofta i matsalen och på rörliga lektioner. Buller som är högt eller pågår under lång tid kan ge skador.

Tinnitus innebär att man hör en ton/brus/oljud i huvudet. Volymen och tonhöjden är individuell. Ljudet existerar inte utanför dig själv. Orsaken till tinnitus kan vara medfödd, psykiska orsaker, sjukdom, buller, m.m.



Så här går det till när du hör:

**Ytteröra:** Ljud är vibrationer. Dessa vibrationer samlas upp av ytterörat och leds in i hörselgången.

**Mellanöra:** När vibrationerna kommer fram till trumhinnan börjar den att svänga i samma takt som vibrationerna. Hörselbenen (kroppens minsta ben) sitter ihop med trumhinnan och börjar också röra sig. Hammaren slår mot städet som rör sig mot stigbygeln. Stigbygels rörelser påverkar i sin tur ett membran på den vätskefyllda snäckan. I mellanörat hittar vi också hörselgången som jämnar ut trycket mellan trumhinnans bägge sidor.

**Inneröra:** Stigbygels rörelse gör så att snäckans vätska börja röra sig, svänga. I snäckan finns cirka 15 000 sinnesceller som känner av och tolkar svängningarna till ljud med hjälp av hjärnan. Sinnescellerna är känsliga för olika typer av svängningar vilket gör att vi kan skilja på toner. I innerörat sitter också balansinnet.

Begrepp och svåra ord:

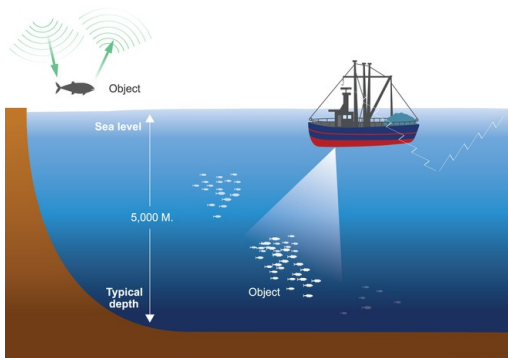
Hörselgång, trumhinna, hammaren, städet, stigbygeln, membran, hörselsnäcka, sinnesceller, buller, tinnitus



# Mer om ljud

Ljud är en energiform, ljudenergi. När du pratar och ljudet försvinner innebär det att ljudet omvandlats till en annan energiform. Ljudet omvandlas i princip alltid till värmeenergi. Olika material är olika bra på att absorbera (suga upp) ljudet. I skolor och matsalar sätter man därför upp speciella ljudplattor just för att ljudet ska absorberas.

Fenomenet eko (studsande ljud) används i ekolod. Fiskebåtar sänder ner en ljudsignal till havets botten. Man vet ljudets hastighet och hur lång tid det tar för ljudet att skickas iväg och komma tillbaka. Då går det att räkna ut hur lång sträcka ljudet färdats. Om ekolodet träffar något på vägen till exempel ett fiskstim blir vägen kortare. Ekolod skickar ljudsignaler flera gånger i sekunden. Det går också att köpa ekolod som ritas upp hur botten ser ut på en display.



## Ljud du inte hör

Människans öron kan höra ljud mellan frekvenserna 20 - 20 000 Hz. Det finns andra arter med bättre hörsel som kan höra ljud som människan inte hör. Hundar hör en speciell visselpipa som avger ljud över 20 000 Hz. Hunden hör men ingen människa. Fladdermöss navigerar genom att sända ut ultraljud som sedan studsar tillbaka. Med hjälp av detta eko kan de avgöra hur omgivningen ser ut.

## Infraljud

Ljud med färre svängningar än 20 Hz kallas infraljud. Infraljud uppstår i naturliga processer till exempel kraftiga vindar eller vågor i havet. Det kan också komma från fläktar eller ventilations-

system. Infraljud kan påverka dig kroppsligt utan att du förstår vad det är. Du kan bli trött, få huvudvärk och svårt att koncentrera dig.

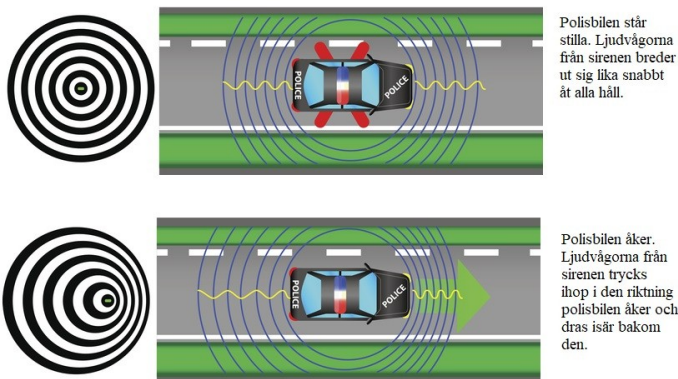
## Ultraljud

Ljud över 20 000 Hz kallas ultraljud. Ultraljud används för att undersöka ett foster i mammans mage. Det finns fler medicinska användningsområden till exempel att undersöka hjärta och blodkärl och att behandla stela leder med hjälp av ultraljud. Ultraljud används i fjärrkontroller (bilen, TV:n) och man kan även rengöra tyger och kontrollera metallers hållfasthet med hjälp av ultraljud. Ultraljud är inte skadligt för människor.

## Doppler-effekten

Doppler-effekten märker du när ett uttryckningsfordon åker förbi dig. Sirenen låter annorlunda beroende på om fordonet är på väg mot dig eller från dig. Varför?

Om fordonet åker ifrån dig dras dess ljudvågor ut. Du nås av sirenens ljudvågor i utdragen form. Jämför med om fordonet är på väg emot dig. Det är likadant ljud fordonet sänder ut men eftersom det är på väg mot dig trycks ljudvågorna ihop. Sirenen låter annorlunda.



## Begrepp och svåra ord:

Ljudenergi, värmeenergi, absorbera, ekolod, frekvens, ultraljud, infraljud, eko, dopplereffekten, ljudvåg