نوسان های دوره ای : به نوسان هایی گفته می‌شود که هر چرخه آن در دوره های دیگر تکرار می‌شود یعنی به وضعیت اولیه بر می‌گردند . مانند حرکت ماه به دور زمین ، حرکت آونگ ، ضربان قلب و . . .

دوره تناوب : مدت زمان یک چرخه (دور کامل) دوره تناوب نامیده میشود واحد آن ثانیه می‌باشد که با T نمایش داده می‌شود .

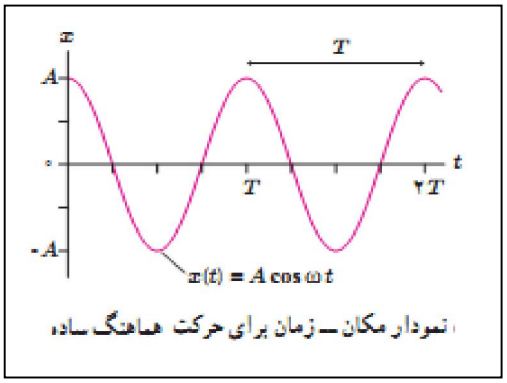
بسامد(فرکانس) : تعداد دوره‌ها یا تعداد نوسانها در یک ثانیه را بسامد می‌نامند ، واحد آن s^{-1} است که هرتز (Hz)نامیده می‌شود ، و با نماد f نشان داده می‌شود . $T = \frac{1}{f}$ و $f = \frac{1}{T}$

حرکت هماهنگ ساده :حالت خاصی از حرکت تناوبی است که دو شرط زیر را برای آن در نظر می‌گیریم :

شرط اول : مسیر رفت و برگشت متحرک روی پاره خط راست و حول نقطه‌ای در وسط این پاره خط(نقطه تعادل) باشد . نقطه تعادل را معمولاًبا حرف O نشان می‌دهند .

شرط دوم : نیروی بازگرداننده‌ای وجود داشته باشد که هرگاه نوسانگر ازنقطه تعادل دور شد مجدداً آنرا به سمت نقطه تعادل بکشد . بطور مثال حرکت آونگ با شرط آنکه زاویه انحراف آن از وضع تعادل بیشتر از ۶ درجه نشود و یا حرکت وزنه – فنر افقی و قائم .

نیروی بازگرداننده : نیرویی که همواره به گونه‌ای است که ، می‌خواهد نوسانگر را به حالت تعادل برگرداند . هر دستگاهی که نیروی بازگرداننده آن از قانون هوک پیروی کند ، حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت .



نمودار مکان ــ زمان برای حرکت هماهنگ ساده

معادله مکان – زمان درحرکت هماهنگ ساده : $x = A\cos(\omega t)$

دامنه : بیشترین فاصله نوسانگر از مبدأ را دامنه می‌نامند و معمولاً با A نشان داده می‌شود .

ω = بسامد زاویه‌ای (یکای بسامد زاویه‌ای رادیان بر ثانیه است .)

شناسه تابع کسینوس (ωt) بر حسب رادیان است .

نقطه های بازگشت : وقتی نوسانگر در $X = \pm A$ است سرعت آن صفر شده و جهت حرکت معکوس می‌شود به این نقاط نقطه های بازگشت می‌گویند.

دوره تناوب سامانه وزنه و فنر : دوره و بسامد به ویژگی های فیزیکی نوسانگر (k و m) بستگی دارد .

بسامد یک نوسانگر از ویژگی های ساختاری آن نوسانگر است که **بسامد طبیعی** آن نامیده می‌شود .

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{و} \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

انرژی مکانیکی نوسانگر (دستگاه جرم – فنر)

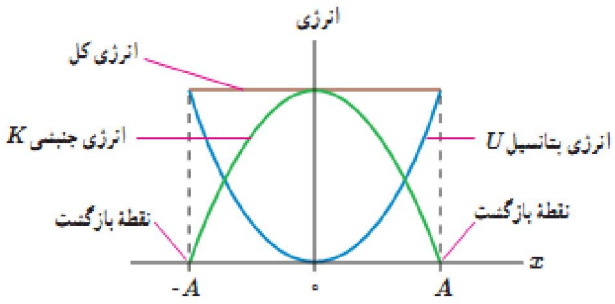
انرژی پتانسیل کشسانی :

هنگامی که فنر فشرده یا کشیده می‌شود ، انرژی پتانسیل کشسانی آن از رابطه $U_e = \frac{1}{2}kx^2$ محاسبه می‌شود .

$k = m\omega^2$ = ثابت فنر و x = تغییر طول فنر (مکان نوسانگر)می‌باشد .

انرژی جنبشی : با استفاده از جرم وزنه نوسانگر و سرعت آن می‌توانیم انرژی جنبشی نوسانگر را محاسبه کرد . $K = \frac{1}{2}mV^2$

انرژی مکانیکی: یعنی مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی (مقدارثابت) $E = K + U_e = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}kA^2$



تبدیل انرژی در حین حرکت هماهنگ سادهٔ سامانهٔ جرم ــ فنر. توجه کنید که در نقطهٔ $x=0$ انرژی، صرفاً جنبشی و در نقطه‌های $x=\pm A$ انرژی، صرفاً پتانسیل است. در این حرکت انرژی مکانیکی پایسته است، به گونه‌ای که به‌طور پیوسته از انرژی پتانسیل U به انرژی جنبشی K تبدیل می‌شود و بالعکس.

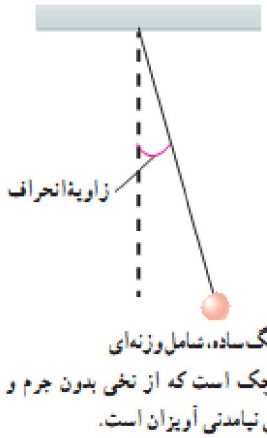
انرژی مکانیکی هر نوسانگر هماهنگ ساده‌ای متناسب با مربع دامنه (A^2) و مربع بسامد (f^2) است.

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = 2\pi^2mA^2f^2$$

آونگ ساده : آونگ ساده شامل وزنهٔ کوچکی به جرم m (موسوم به وزنهٔ آونگ) است که از نخی بدون جرم و کش‌نیامدنی به طول L که سر دیگر آن ثابت شده، آویزان است. اگر زاویهٔ انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت و همان تبدیل‌های انرژی نوسانگر هماهنگ ساده در اینجا نیز رخ می‌دهد.

آزمایش‌های متعدد و محاسبه، نشان می‌دهد دورهٔ تناوب آونگ ساده فقط به شتاب گرانشی (g) و طول آونگ (L) بستگی دارد، و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید :

این رابطه نشان می‌دهد که دورهٔ تناوب آونگ ساده به جرم و دامنهٔ آن بستگی ندارد.



آونگ ساده، شامل وزنه‌ای کوچک است که از نخی بدون جرم و کش نیامدنی آویزان است.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad و \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad و \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$$

دوره تناوب با جذر طول آونگ نسبت مستقیم دارد .

نوسان طبیعی(f_o) : وقتی یک نوسانگر ساده را ازوضع تعادل منحرف کنیم و آنرا برای نوسان آزاد می‌گذاریم ، دستگاه حول نقطه وضع تعادل خود شروع به نوسان می‌کند . این حرکت نوسانی ، نوسان طبیعی یا آزاد دستگاه نامیده می‌شود که از ویژگی های ساختاری آن نوسانگر است .

نوسان واداشته(f_d) : نوسانگرها با اعمال نیروی خارجی با بسامدهایی غیر از بسامد طبیعی نیز می توانند نوسان کنند که به چنین نوسانهایی نوسان واداشته می‌گویند .مانند تاب خوردن کودکی که به طور دوره ای هل داده می‌شود .

تشدید : اگرنوسانگر با نیروی دوره ای به نوسان در آید به گونه ای که بسامد نیرو با بسامد طبیعی نوسانگر یکسان شود ($f_o=f_d$) دامنه نوسان بزرگ وبزرگتر خواهد شد ، که به این پدیده تشدید یا رزونانس می‌گویند .

نکته: اگر بسامد نیروی خارجی دوره ای کمتر یا بیشتر از بسامد طبیعی نوسانگر باشد دامنه نوسان از دامنه نوسان با بسامد طبیعی کمتر خواهد بود .

موج : هرگاه در ناحیه از یک محیط کشسان ، ارتعاشی بوجود آید ، موجب پدید آمدن ارتعاش های پی در پی دیگری می‌شود که از محل شروع ارتعاش دور می‌شوند . به این پدیده موج می‌گویند .

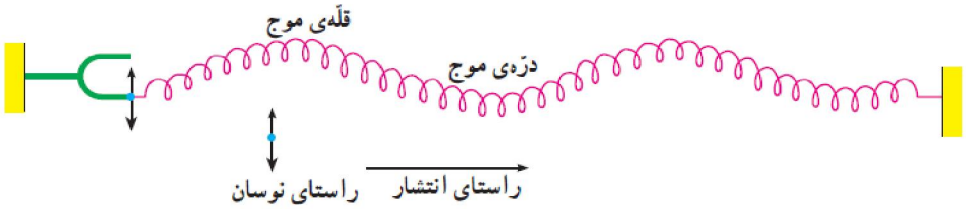
موج‌های مکانیکی : امواجی که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند . مانند : امواج صوتی و امواج سطح آب

موج‌های الکترو مغناطیسی : این امواج می‌توانند در محیط‌های غیر مادی (خلأ) نیز منتشر شوند . مانند امواج نور و امواج رادیویی

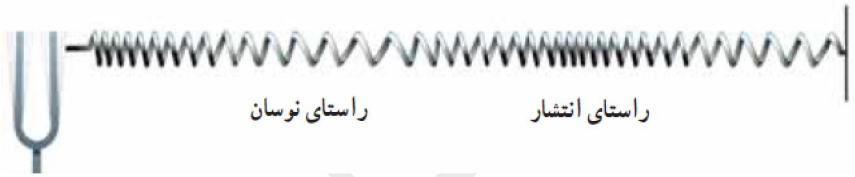
نکته: هرچند ماهیت امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی متفاوت است ، اما رفتار و ویژگیهای آنها از جهت‌های زیادی مشابه یکدیگر هستند ، بطور مثال هردو انرژی را از یک نقطه به نقطه‌ای انتقال می‌دهند .

تپ و انتشار موج : هرگاه تغییر شکلی (ویا آشفتگی) در یک جزء از محیط کشسانی که به حال تعادل است ، ایجاد کنیم ، به علت وجود نیروهای کشسانی بین اجزای محیط، آن تغییر شکل ، جزء به جزء در محیط منتقل می‌شود . تغییر شکل ایجاد شده در محیط را تَپ و انتقال تَپ در محیط را انتشار می‌گوییم .

موج عرضی : اگر راستای نوسان ذره‌های محیط ، عمود برراستای انتشار موج باشد ، موج را عرضی می‌نامند .
بطور مثال ، امواج منتشر شده در طول طناب ، و یا امواج منتشر شده در فنر در شکل زیر.



موج طولی : اگر راستای نوسان ذره‌های محیط ، موازی باراستای انتشار موج باشد ، موج را طولی می‌گویند .
بطور مثال ، در شکل زیر با نوسان دیاپازن امواج بصورت تراکم و انبساط حلقه‌های فنر پیشروی می‌کنند .

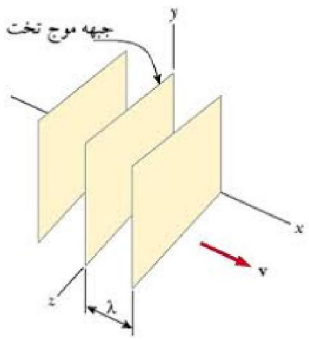


نکته: در فنر هم موج عرضی و هم موج طولی منتشر می‌شود .

موجهای پیش رونده : اگردرمحیط کشسان(فنر، طناب و...)با نوسان تپ های پی در پی در محیط ایجاد شود و انرژی را با خود درجهت انتشارموج منتقل کند ولی ماده وذرات سازنده محیط را با خود منتقل نکند. به این موج ، موج پیش رونده می گویند.

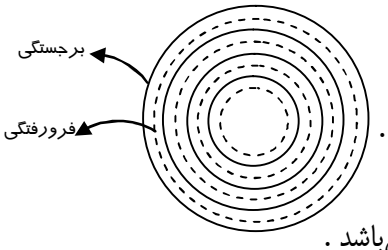
مشخصه های موج

جبهه موج: موج مکان هندسی نقطه هایی از محیط است که در آن نقطه ها تابع موج دارای فاز یکسانی است . یعنی اختلاف فاز نقطه های واقع بر یک جبهه موج همواره برابر صفر است . مانند هر یک از برآمدگی ها (قله یا ستیغ) و فرو رفتگی ها (دره یا پاستیغ) .



موج تخت : موجی با بسامد ثابت است که جبهه‌های موج آن صفحاتی ، موازی با هم و عمود بر راستای انتشار موج هستند.

روش تولید موج تخت : استفاده از تشت موج و برخورد متناوب تیغه ای تخت با سطح آب .



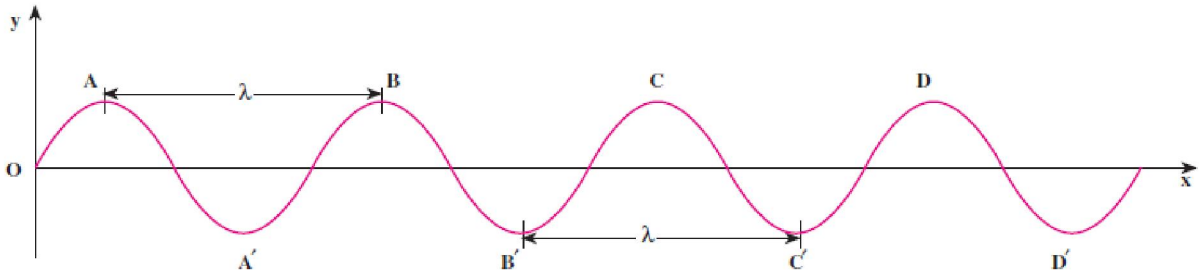
موج دایره ای : موجی با بسامد ثابت است که جبهه‌های موج آن دایره هایی متداخل و هم مرکز ، موازی با هم و عمود بر راستای انتشار موج هستند.

روش تولید موج دایره ای : استفاده از تشت موج و برخورد متناوب گوی کوچک با سطح آب .

طول موج : مسافتی که موج در یک دوره طی می‌کند. نماد طول موج λ ویکای آن متر می‌باشد .

(V= تندی انتشار موج)

روابط طول موج $\leftarrow$ $\boxed{\lambda = \frac{V}{f}}$ $\boxed{\lambda = VT}$



دامنه موج (A) : بیشینه فاصله یک ذره از مکان تعادل ، که همان فاصله قله یا دره نسبت به سطح آرام یا ساکن است .

دوره تناوب (T) : مدت زمانی که هر ذره محیط یک نوسان کامل می‌دهد ، که برابر با زمانی است که چشمه موج یک نوسان کامل انجام می‌دهد .

بسامد (f) : تعداد نوسان های انجام شده توسط هر ذره محیط در یک ثانیه که برابر با بسامد چشمه موج نیز است .

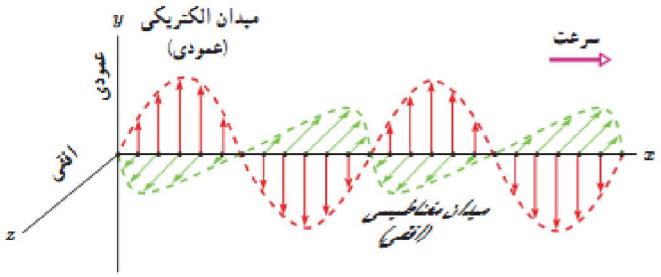
سرعت انتشار : سرعت پیشروی موج در محیط را سرعت انتشار می‌نامند ، که به ویژگیهای فیزیکی (جنس و دما) محیط بستگی دارد ، اما به شرایط فیزیکی منبع موج (بسامد و دامنه) بستگی ندارد .

سرعت انتشار موج در طناب (ریسمان) : اگر طنابی به طول L و به جرم m داشته باشیم که با نیروی F کشیده شده باشد سرعت انتشار موج در آن از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{m/L}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ محاسبه می‌شود .

برای راحتی m/L که جرم واحد طول است را ، با μ نشان می‌دهند . $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

نکته : مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی(توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همه انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه (A^2) و نیز مربع بسامد (f^2) موج متناسب است .

امواج الکترومغناطیسی : امواج الکترومغناطیسی لزوماً ناشی از تغییرات همزمان میدانهای الکتریکی و مغناطیسی است . عامل اصلی تولید امواج الکترو مغناطیسی ، ذرات باردار شتابدار هستند که، توسط یک منبع ولتاژ متناوب در آنتن (مانند یک میله فلزی) به حرکت درمی‌آیند و بخشی از انرژی خود را بصورت امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند . این امواج با سرعت نور از آنتن دور می‌شوند .



یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.

☑ میدان مغناطیسی متغیر با زمان ، میدان الکتریکی تولید می‌کند .

☑ میدان الکتریکی متغیر با زمان ، میدان مغناطیسی تولید می‌کند .

☑ میدانهای الکتریکی و مغناطیسی القایی همفازند (باهم بیشینه یا کمینه می‌شوند).

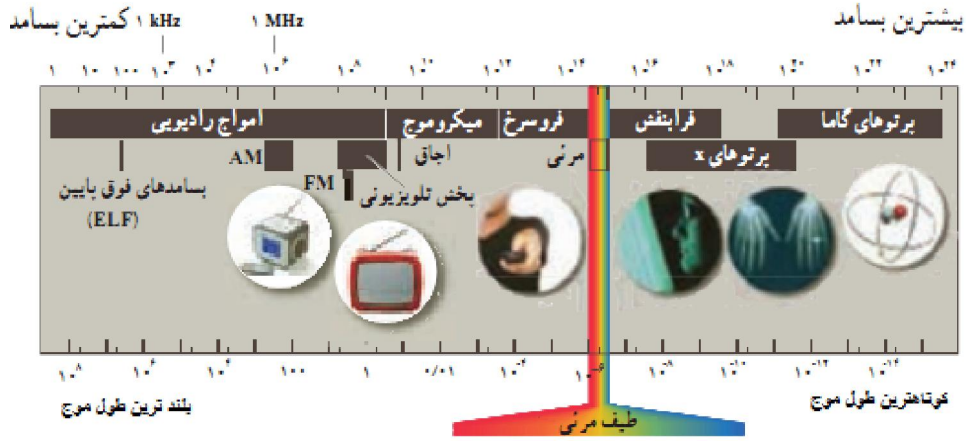
☑ میدانهای الکتریکی و مغناطیسی بر یک دیگرو بر راستای انتشار عمود هستند به همین دلیل از امواج عرضی هستند.

☑ سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی سرعت نور است که در خلاء از رابطه $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ محاسبه می‌شود .

$c = ۳ \times ۱۰^{۸} m/s$

☑ سرعت امواج الکترومغناطیسی مانند امواج مکانیکی از رابطه $c = \lambda f$ بدست می‌آید (بجای V سرعت نور استفاده شده).

طیف امواج الکترومغناطیسی : امواج الکترومغناطیسی طیف پیوسته‌ای را تشکیل می‌دهند و با وجود تفاوت بسیار زیاد در بسامد ، نحوه تولید و آشکارسازی آنها ، ماهیت و قانونهای حاکم بر همه آنها یکسان است .



فعالیت ۳ـ۵

در مورد نواحی اصلی طیف امواج الکترومغناطیسی، چگونگی تولید و کاربردهای آنها تحقیق کنید.

نام و حدود طول موج	چشمه	بعضی از ویژگی های خاص و کاربرد
۱ – پرتو گاما (γ)	هسته مواد رادیو اکتیو و پرتو های کیهانی	فوتونهای با انرژی بسیار بالاوبا قدرت نفوذ بسیار زیاد ، خیلی خطرناک . کاربرد : از بین بردن بافت‌های سرطانی – پیدا کردن ترک در فلزات – ضدعفونی کردن تجهیزات و وسایل .
۲ – پرتو ایکس (X)	لامپ پرتو X	فوتونهای بسیارپر انرژی و با قدرت نفوذ زیاد ، خیلی خطرناک . کاربرد : استفاده‌درمطالعه ساختار بلورها ، معالجه بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتو درمانی
۳ – فرا بنفش (uv)	خورشید،جسم‌های خیلی داغ ، جرقه الکتریکی ،لامپ بخار جیوه	ویژگی‌ها : توسط شیشه جذب می‌شود ، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود ، یاخته های زنده را ازبین می‌برد . کاربرد : لامپ‌های uvدر پزشکی

۴ – نور مرئی	خورشید،جسم های داغ، لیزرها	ویژگی‌ها : در دیدن اجسام نقش اساسی دارد ، برای رشد گیاهان و عمل فوتوسنتزنقش حیاتی دارد . کاربرد : درسیستم های مخابراتی (لیزروتارهای نوری)مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۵ – فرو سرخ (IR)	خورشید ، جسم های گرم و داغ	ویژگی : هنگامی که جذب پوست شود آنرا گرم می‌کند . کاربرد : برای گرم کردن ، برای فیلم برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره ها .
۶ – میکروموج	اجاق های مایکروویو، آنتن های مخابراتی	کاربرد : در آشپزی ،مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما ، موشک و کشتی
۷ – رادیویی	آنتن های رادیویی و تلویزیونی	کاربرد : رادیو،تلویزیون (AM-FM-TV)

موج طولی و مشخصه‌های آن : در انتشار موج طولی در یک فنر بلند کشیده

☑ ناحیه های کشیده و فشرده شده بطور متناوب در طول فنر ظاهر می‌شوند .

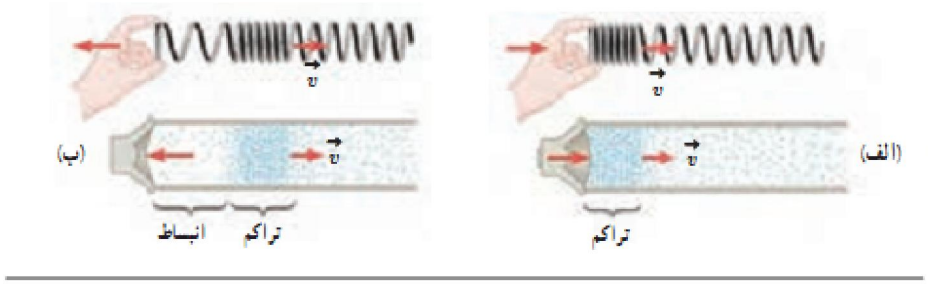
☑ جابجایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است .

☑ طول موج برابردوجمع شدگی یا دو بازشدگی متوالی است .

☑ دامنه موج برابر با بیشینه جابجایی از مکان تعادل است .

☑ تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است

موج صوتی : موج صوتی توسط چشمه که جسمی مرتعش مانند سیم گیتار(یک بعدی) و یا صفحه مرتعش مانند دیافراگم بلند گو (دو بعدی) تولید می‌شود . موج صوتی مجموعه ای ازهوای متراکم و منبسط است که از چشمه صوت در تمام جهات



شکل ۳ـ۲۴ الف) با حرکت رو به بیرون دیافراگم، یک تراکم ایجاد می‌شود. ب) با حرکت رو به داخل دیافراگم، یک انبساط ایجاد می‌شود. این تراکم و انبساط شبیه به جمع‌شدگی و بازشدگی در یک فنر بلند است.

تندی صوت : عموماً تندی صوت در جامدها بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازهاست . تندی صوت علاوه بر جنس محیز به دما نیز بستگی دارد .

شدت صوت : مقدار انرژی که در واحد زمان ، ازواحد سطح و عمود برآن عبور می‌کند، و واحد آن وات بر مترمربع است و به نماد I نمایش داده می‌شود .

$$\boxed{I=\frac{P}{A}} \quad (\frac{W}{m^2}) \qquad P=\frac{E}{t} \rightarrow \quad \text{و} \quad I=\frac{E}{At}$$

شدت صوت مرجع (I_o): برابر با آستانه شنوایی گوش سالم در بسامد ۱۰۰۰هرتز ($I_o = ۱۰^{-۱۲}(W/m^2)$)می‌باشد .

تراز شدت صوت : تراز شدت یک صوت عبارت است از لگاریتم (درپایه ده) نسبت آن صوت به شدت صوت مرجع .

که آنرا با β نمایش میدهند و واحد آن بل (و واحد کوچکتر آن دسی بل) می‌باشد . (دسی بل)

$$\boxed{\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_o}}$$

ادراک شنوایی : با شنیدن هر تُن موسیقی دو ویژگی را میتوان متمایز ساخت : ارتفاع و بلندی ، که هردو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شود .

ارتفاع : ارتفاع صوت یک صفت فیزیو لوژیکی است‌که بستگی به بسامد صوت دارد و بیانگر زیر وبم بودن صوت است .

بلندی : بلندی صوت یک صفت فیزیو لوژیکی است که بستگی به شدت صوت دارد که یک کمیت فیزیکی است با آن می‌توان قوی و ضعیف بودن صدا را تشخیص داد .

☑ بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گستره ۲۰۰۰ Hz تا ۵۰۰۰ Hz است .

☑ گوش انسان قادر به شنیدن تُن‌های صدای ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz است .

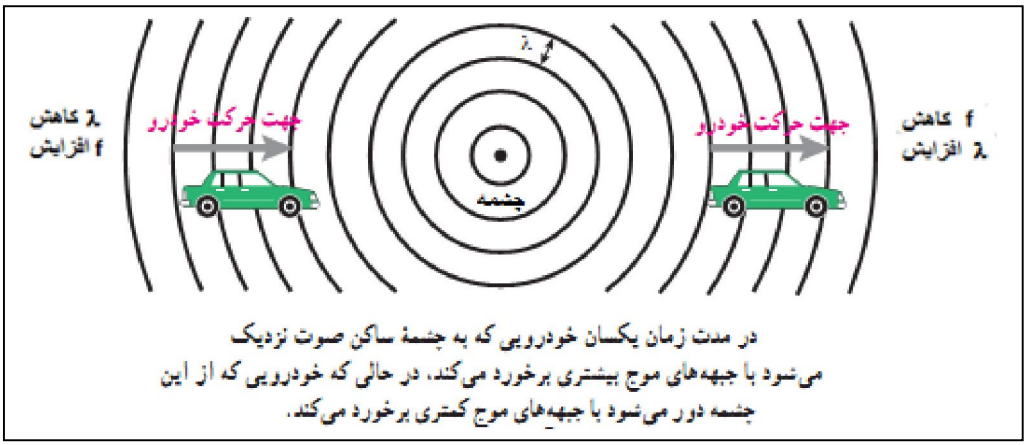
اثر دوپلر(پدیده دوپلر) : اگر شنونده یا چشمه صوت نسبت به هم حرکت کنند ، بسامد صوتی که شنونده دریافت می‌کند با بسامد چشمه صوت یکسان نیست .

☑ اثر دوپلر نه تنها برای امواج صوتی بلکه برای امواج الکترومغناطیسی نیزبرقرار است .

الف) چشمه متحرک و ناظر (شنونده) ساکن :

یعنی در صورتی که چشمه صوت به سمت شنونده ساکن حرکت کند جبهه های موج درجلوچشمه به هم نزدیک و در پشت چشمه از هم دور می‌شوند . شنونده اگر در جلو چشمه باشد ، صوت را با فرکانس بیشتر(صدای تیزتر) و اگر در پشت چشمه باشد صدا را با فرکانس کمتر (صدای بم تر) می‌شنود .

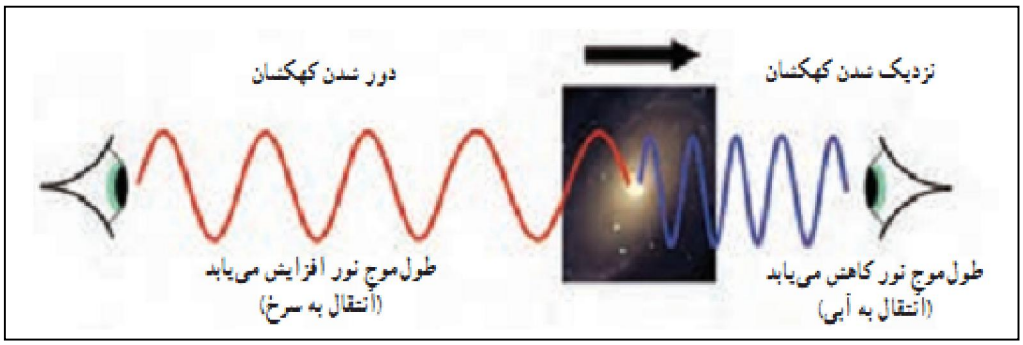
ب) چشمه ساکن و ناظر (شنونده) متحرک :



جابجایی دوپلری : هرگاه چشمه موج الکترو مغناطیسی نسبت به ناظر (آشکار ساز) در حرکت باشد بسامد و طول موج دریافتی از چشمه تغییر می‌کند . به این تغییرات جابجایی دوپلری می‌گویند .

☑ وقتی چشمه نور از ناظر(آشکارساز) دور می‌شود طول موج افزایش می‌یابد که به آن **انتقال به سرخ** می‌گویند .

☑ وقتی چشمه نور به ناظر(آشکارساز) نزدیک می‌شود طول موج کاهش می‌یابد که به آن **انتقال به آبی** می‌گویند .



هاشمی