

راهنمایی آموزشی فزیک صنف دوازدهم - دوره دوم

اهداف آموزشی :

1. معادله حرکت ساده هارمونیک
2. امیگا چیست
3. پیریود چیست
4. فریکونسی زاویه پی چیست
5. رابطه پی بین حرکت دایروی و حرکت ساده هارمونیک
6. امواج و حرکت آنها
7. موج چیست و چند قسم است
8. امواج میخانیک
9. امواج عرضی
10. امواج طولی
11. خصوصیت امواج
12. موج های ایستاده

۱ : معادله حرکت ساده هارمونیک

✓ معادله حرکت ساده هارمونیک که جابجایی جسم را در زمان t توصیف می کند، به صورت $x(t) = A \cos(\omega t - \phi)$ است که در آن A دامنه، ω فرکانس زاویه ای، t زمان و ϕ فاز اولیه است. این معادله نشان می دهد که جسم با گذشت زمان، حول یک موقعیت تعادلی نوسان می کند .

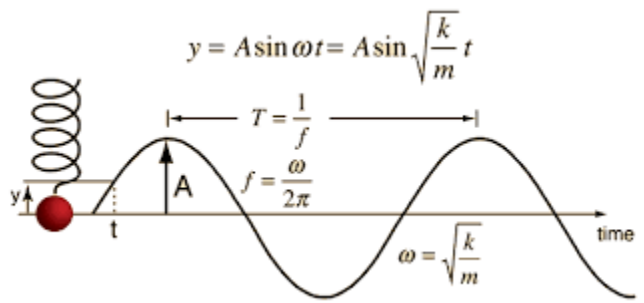
اجزای معادله :

- $x(t)$: موقعیت جسم در زمان t نسبت به موقعیت تعادلی.
- A دامنه
- حداکثر فاصله جسم از موقعیت تعادلی در طول حرکت.
- ω فرکانس زاویه ای
- سرعت نوسان جسم و با فرمول $\omega = 2\pi/T$ که T دوره تناوب است) تعریف می شود.
- t زمان
- متغیری که نشان می دهد حرکت در چه لحظه ای رخ می دهد.

• فاز اولیه (ϕ) :

زاویه ای که موقعیت اولیه جسم در لحظه $t=0$ را تعیین می کند.
نکات کلیدی :

- حرکت ساده هارمونیک (SHM) یک نوع حرکت نوسانی است که در آن نیروی بازگرداننده متناسب با جابجایی و در خلاف جهت آن عمل می کند.
- با استفاده از این معادله می توان موقعیت، سرعت و شتاب جسم را در هر لحظه از زمان محاسبه کرد.
- همچنین می توان از انرژی های جنبشی و پتانسیل آن برای توصیف حرکت استفاده کرد



2 :- امیگا چیست

در حرکت هارمونیک ساده، ω نمادی برای فرکانس زاویه ای است که معیاری از سرعت نوسان است و رابطه آن با فرکانس معمول (f) و دوره تناوب (T) به صورت $\omega = 2\pi f$ و $\omega = 2\pi/T$ است [فرکانس زاویه ای نشان می دهد که در هر ثانیه چند رادیان تغییر فاز در موج سینوسی اتفاق می افتد و واحد آن رادیان بر ثانیه (rad/s) است

مفاهیم کلیدی :

- فرکانس زاویه ای: (ω) : سرعت تغییر فاز در یک موج سینوسی یا نوسان است.
- فرکانس معمولی: (f) : تعداد نوسانات کامل در یک ثانیه است و بر حسب هرتز (Hz) اندازه گیری می شود
- دوره تناوب: (T) : مدت زمان لازم برای انجام یک نوسان کامل است و بر حسب ثانیه اندازه گیری می شود [1، 5].
ارتباط بین مفاهیم :



• هر نوسان کامل در حرکت هارمونیک، معادل با 2π رادیان تغییر فاز است.

• بنابراین، اگر f تعداد نوسانات در ثانیه باشد، در هر ثانیه $2\pi f$ رادیان تغییر فاز رخ می‌دهد که همان ω است: $\omega = 2\pi f$ [3] ، ω ، [4].

• همچنین، از آنجایی که فرکانس f عکوس دوره تناوب T (است $f = 1/T$) ، می‌توان نوشت: $\omega = 2\pi/T$ [5].
اهمیت در حرکت هارمونیک ساده :

• فرکانس زاویه‌ای ω (بخشی از معادله‌ای است که حرکت هارمونیک را توصیف می‌کند، مثلاً در موقعیت $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$)

• این پارامتر نشان‌دهنده سرعت نوسان یک جسم یا ذره است و ارتباط نزدیکی با انرژی و فرکانس سیستم نوسانی دارد.

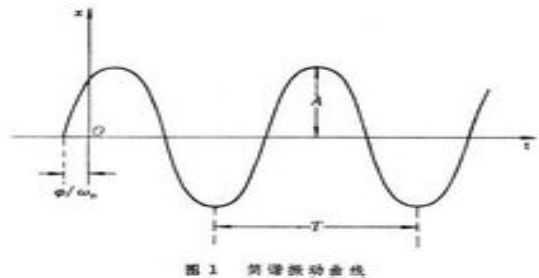


图 1 简谐振动曲线

3- پیریود چیست

زمان تناوب در حرکت دایروی به زمانی گفته می‌شود که یک جسم برای کامل کردن یک دور کامل در مسیر دایره‌ای به آن نیاز دارد. به عبارت دیگر، این زمان، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا یک جسم یک بار مسیر دایره‌ای را طی کند و به نقطه شروع خود بازگردد. به عنوان مثال، اگر یک سیاره به دور خورشید در یک مدار دایره‌ای بچرخد، زمان تناوب آن، زمانی است که طول می‌کشد تا یک دور کامل به دور خورشید بچرخد.

توضیحات بیشتر:

• حرکت دایروی:

حرکتی است که در آن یک جسم در یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند.

• حرکت تناوبی:

حرکتی است که در آن یک جسم پس از یک دوره زمانی مشخص، مسیر خود را تکرار می‌کند.

• زمان تناوب:

مدت زمانی است که طول می‌کشد تا یک چرخه کامل از حرکت تناوبی اتفاق بیفتد

✓ فرمول زمان تناوب

$T = \frac{t}{n}$ که در این فرمول T زمان تناوب n تعداد درو و t مدت زمان آن می باشد

مثال:- متحرک در مسیر دایروی 10 دور را در مدت 60sec انجام میدهد پریود آنرا در یافت کنید؟
حل:-

$n=10$
 $t=60sec$
 $T=?$
 $T = \frac{t}{n} = 60sec/10 = 6sec$

4- فریکونسی زاویه پی چیست

فرکانس زاویه‌ای ω (میزان تغییر زاویه (بر حسب رادیان) در سیستم‌های دوار یا نرخ تغییر فاز در امواج سینوسی را نشان می‌دهد) [1] ، 3. [این کمیت که با واحد رادیان بر ثانیه اندازه‌گیری می‌شود، از ضرب فرکانس عادی f (در 2π به دست می‌آید $\omega = 2\pi f$) [2] ، ω ، [3]. فرکانس زاویه‌ای با نماد یونانی «امگا» (ω) نمایش داده می‌شود .

درک بهتر فرکانس زاویه‌ای

• در سیستم‌های چرخشی:

فرکانس زاویه‌ای سرعت چرخش یک جسم را توصیف می‌کند.

• در امواج:

فرکانس زاویه‌ای سرعت تغییر فاز یک موج سینوسی را مشخص می‌کند تفاوت با فرکانس عادی

• فرکانس عادی: f

تعداد چرخه یا نوسان کامل در واحد زمان است و با واحد هرتز (Hz) اندازه‌گیری می‌شود

• فرکانس زاویه‌ای: ω

تعداد رادیان‌های تغییر زاویه در واحد زمان است و همیشه 2π برابر فرکانس عادی است [2] ، [3]. فرمول و واحد

• فرمول: $\omega = 2\pi f$

• واحد: رادیان بر ثانیه (rad/s).

اهمیت

شوند (مانند نور و امواج رادیویی). (حرکت امواج شامل انعکاس، انکسار، پراش و تداخل است و ویژگی‌های مهم آن شامل دامنه، طول موج، فرکانس و سرعت است)

انواع اصلی امواج:

• امواج مکانیکی:

- برای انتشار به یک محیط مادی (مانند جامد، مایع یا گاز) نیاز دارند.
- با ارتعاش ذرات محیط به وجود می‌آیند و انرژی را منتقل می‌کنند، اما ذرات خود محیط در یک محدوده ثابت نوسان می‌کنند و جابجا نمی‌شوند
- مثال‌ها: امواج صوتی، امواج لرزه‌ای، امواج آب.
- امواج الکترومغناطیسی:
- نیازی به محیط مادی ندارند و می‌توانند در خلأ منتشر شوند.

○ از نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ایجاد می‌شوند که عمود بر یکدیگر و در راستای انتشار موج نوسان می‌کنند.

○ مثال‌ها: نور مرئی، امواج رادیویی، اشعه ایکس

اصول حرکت امواج:

• ارتعاش و جابجایی:

موج یک آشفتگی یا نوسان است که در یک محیط منتشر می‌شود. ذرات محیط به طور موقت از مکان تعادلی خود جابجا می‌شوند و نیروی آن‌ها را به مکان اولیه بازمی‌گرداند.

• انتقال انرژی:

موج در واقع پدیده‌ی انتقال انرژی است. انرژی از یک ذره به ذره دیگر منتقل می‌شود و الگوی آشفتگی از منبع به سمت انتهای دیگر محیط حرکت می‌کند.

• انواع حرکت ذرات:

- امواج طولی: جهت نوسان ذرات محیط موازی با جهت انتشار موج است. مثال: امواج صوتی
- امواج عرضی: جهت نوسان ذرات محیط عمود بر جهت انتشار موج است. مثال: سیم مرتعش گیتار.

○ امواج سطحی: نوسان در سطح دو محیط (مانند آب و هوا) اتفاق می‌افتد و ذرات آب به صورت دایره‌ای حرکت می‌کنند. مثال: موج دریا

فرکانس زاویه‌ای به دلیل حذف عدد π از محاسبات، در بسیاری از پدیده‌های تناوبی مانند حرکت هماهنگ ساده ترجیح داده می‌شود.

● 5-: رابطه بی بین حرکت دایروی و حرکت ساده هارمونیک

رابطه بین حرکت دایره‌ای و حرکت ساده هارمونیک (SHM) در این است که حرکت ساده هارمونیک را می‌توان با تصویر یکنواخت حرکت دایره‌ای بر روی یک قطر توجیه کرد؛ یعنی مولفه حرکت دایره‌ای در یک راستا، یک حرکت ساده هارمونیک است. به عبارت دیگر، اگر ذره‌ای روی یک دایره با سرعت ثابت حرکت کند، حرکت آن بر روی هر یک از محورهای x یا y به صورت مولفه‌ای یک حرکت ساده هارمونیک خواهد بود.

توضیح بیشتر:

1. 1. حرکت دایره‌ای:

جسمی را تصور کنید که با سرعت ثابت روی محیط یک دایره حرکت می‌کند. موقعیت این جسم در هر لحظه می‌تواند با مولفه‌های x و y در دستگاه مختصات کارتزین توصیف شود.

2. 2. تصویر بر روی محور:

حرکت ساده هارمونیک زمانی رخ می‌دهد که ما موقعیت جسم در طول یک محور (مثلاً محور x) را در نظر بگیریم. در طول زمان، موقعیت این جسم روی محور x به صورت سینوسی یا کسینوسی تغییر می‌کند.

3. 3. اثر دایره‌ای:

چون حرکت اصلی جسم روی دایره است، موقعیت آن روی محور x به شکل منظم و دوره‌ای تکرار می‌شود و دامنه نوسان آن برابر با شعاع دایره است. سرعت و شتاب حرکت روی محور نیز با تغییرات موقعیت همخوانی دارد و ویژگی‌های حرکت ساده هارمونیک را نشان می‌دهد. مثال:

• فرض کنید یک چراغ روی یک صفحه گردان در حال چرخش است. وقتی از روبرو به آن نگاه می‌کنید، نور چراغ به صورت رفت و برگشتی بر روی یک خط مستقیم (مثلاً خط افقی) دیده می‌شود. این حرکت رفت و برگشتی نور همان حرکت ساده هارمونیک است.

به طور خلاصه، حرکت دایره‌ای یک نمایش دو بعدی است در حالی که حرکت ساده هارمونیک یک نمایش یک بعدی است و حرکت ساده هارمونیک در واقع یک "رشته" یا "تصویر" از حرکت دایره‌ای است که بر روی یک محور رسم می‌شود.

● 6-: امواج و حرکت آنها

امواج پدیده‌هایی فیزیکی هستند که انرژی را از طریق نوسان یا آشفتگی در یک محیط منتقل می‌کنند، بدون اینکه خود ماده را منتقل کنند این امواج دو نوع اصلی دارند: مکانیکی که برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند (مانند امواج صوتی و لرزه‌ای) و الکترومغناطیسی که می‌توانند در خلأ هم منتشر

- مثالها: موجهای صوتی، امواج آب، و امواج لرزه‌ای
- **موجهای الکترومغناطیسی**
- نیاز به محیط: نیازی به محیط مادی برای انتشار ندارند و می‌توانند در خلاء نیز منتشر شوند
- نحوه انتقال انرژی: انرژی از طریق نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌شود
- مثالها: نور، امواج رادیویی، مایکروویو، اشعه ایکس، و اشعه گاما
- دسته‌بندی دیگر بر اساس جهت ارتعاش
- علاوه بر دسته‌بندی بر اساس نیاز به محیط، امواج را می‌توان بر اساس جهت ارتعاش ذرات نسبت به جهت انتشار موج نیز دسته‌بندی کرد
- **امواج طولی:**
- جهت ارتعاش ذرات محیط با جهت انتشار موج موازی است .
- مثال: امواج صوتی .

● **8:- امواج میخانیکی**

موج مکانیکی نوساناتی هستند که برای انتشار به یک محیط مادی نیاز دارند و انرژی را از طریق ارتعاش ذرات محیط منتقل می‌کنند این امواج انرژی را منتقل می‌کنند، اما ماده نوسان‌کننده به طور کلی از موقعیت اولیه خود دور نمی‌شود و ج‌های مکانیکی به سه دسته اصلی طولی، عرضی و سطحی تقسیم می‌شوند و برای انتشار به محیطی با خاصیت ارتجاعی و اینرسی نیاز دارند

انواع امواج مکانیکی

- **امواج طولی:**
- در این نوع موج، ذرات محیط در همان جهتی که موج منتشر می‌شود نوسان می‌کنند مثال رایج آن امواج صوتی است که با فشرده شدن و انبساط ذرات هوا منتشر می‌شوند.
- **امواج عرضی:**
- در امواج عرضی، حرکت ذرات محیط بر جهت انتشار انرژی عمود است ، [موج‌های روی آب و ارتعاش طناب در حال حرکت نمونه‌هایی از امواج عرضی هستند.
- **امواج سطحی:**
- این امواج ترکیبی از امواج طولی و عرضی هستند ویژگی‌های اصلی امواج مکانیکی
- **انرژی:**
- موج‌های مکانیکی انرژی را منتقل می‌کنند اما خودشان انرژی را به وجود نمی‌آورند.



● **7:- موج چیست و چند قسم است**

موج «آشفته‌گی یا ارتعاشی است که انرژی را در یک محیط یا خلاء منتقل می‌کند .» (امواج به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: موج‌های مکانیکی که به محیط مادی برای انتشار نیاز دارند (مانند موج‌های صوتی و امواج آب) و موج‌های الکترومغناطیسی که می‌توانند در خلاء منتشر شوند و نیازی به محیط مادی ندارند (مانند نور و امواج رادیویی)

موج چیست؟

موج، به طور کلی، یک اختلال یا آشفته‌گی است که از منبع خود دور می‌شود و انرژی را با خود منتقل می‌کند، بدون اینکه ذره‌های محیط به طور دائمی جابجا شوند

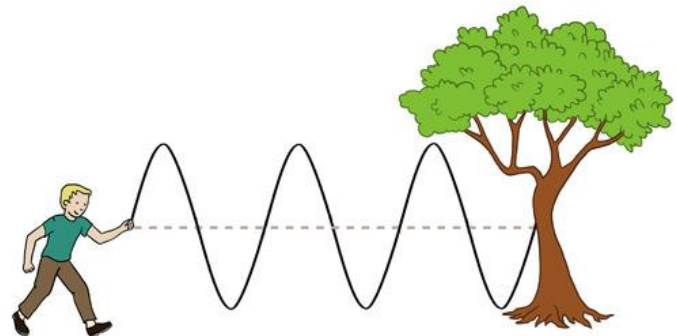
انواع اصلی موج

دو دسته اصلی موج وجود دارد که بر اساس نیاز به محیط برای انتشار دسته‌بندی می‌شوند

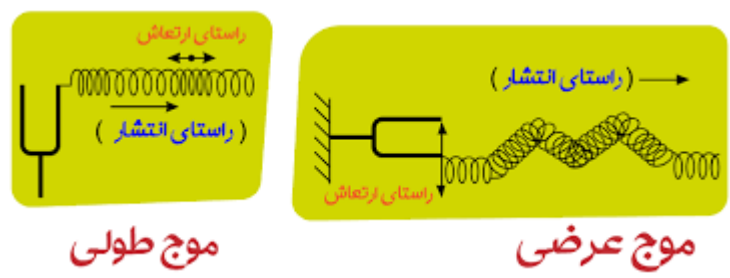
● **موج‌های مکانیکی**

- نیاز به محیط: برای انتشار به یک محیط مادی (مانند جامد، مایع، یا گاز) نیاز دارند
- نحوه انتقال انرژی: انرژی از طریق ارتعاش ذرات محیط منتقل می‌شود

- نیاز به محیط: این امواج برای انتشار به یک محیط مادی کشسان مانند جامد، مایع یا گاز نیاز دارند و نمی‌توانند در خلاء منتشر شوند
- انتقال آشفتهگی: موج مکانیکی به صورت آشفتهگی‌هایی در محیط اطرافش منتشر می‌شود. مثال‌های امواج مکانیکی
- موج آب: نمونه‌ای آشکار از امواج مکانیکی است که هم موج طولی و هم موج عرضی را شامل می‌شود
- موج صوتی: موجی است که در هوا و سایر محیط‌های مادی منتشر می‌شود.
- ارتعاش طناب یا فنر: حرکت موجی در طناب یا فنر نیز مثالی از امواج مکانیکی است



- امواج عرضی می‌توانند در محیط‌های مادی مانند جامدات و سطح مایعات ایجاد شوند .
- انتشار در خلاء: امواج الکترومغناطیسی مانند نور، که نمونه‌ای از امواج عرضی هستند، می‌توانند در خلاء منتشر شوند .
- قطبش: امواج عرضی قابلیت قطبش دارند، به این معنا که می‌توان جهت ارتعاش آن‌ها را در یک صفحه خاص محدود کرد . مثال‌هایی از امواج عرضی:
- نور: امواج نور و دیگر امواج الکترومغناطیسی (مانند امواج رادیویی) نمونه‌های مهمی از امواج عرضی هستند .
- امواج سطحی آب: موج‌هایی که هنگام انداختن سنگ در برکه ایجاد می‌شوند، از امواج عرضی هستند .
- امواج لرزه‌ای (امواج S): این امواج که در هنگام زلزله ایجاد می‌شوند، از نوع امواج عرضی هستند .
- موج در طناب: اگر یک سر طنابی را ثابت نگه دارید و سر دیگر آن را به بالا و پایین تکان دهید، موج عرضی ایجاد شده در طناب یک نمونه‌ی فیزیکی از این نوع موج است .



● 10--: امواج طولی
موج طولی امواجی مکانیکی هستند که در آن‌ها، ذرات محیط هم‌جهت یا خلاف جهت انتشار موج ارتعاش می‌کنند. به دلیل فشرده و منبسط شدن محیط در اثر این ارتعاشات، به امواج طولی «امواج فشاری» نیز گفته می‌شود. امواج صوتی و امواج لرزه‌ای نمونه‌هایی از امواج طولی هستند که برای انتشار به محیط مادی (جامد، مایع یا گاز) نیاز دارند و نمی‌توانند در خلاء منتشر شوند .

ویژگی‌های امواج طولی:

- 9--: امواج عرضی
موج عرضی موج‌هایی هستند که در آن‌ها راستای ارتعاش ذرات محیط یا میدان، عمود بر راستای انتشار موج است. مثال‌هایی از امواج عرضی شامل امواج نور و سایر امواج الکترومغناطیسی، امواج سطحی آب و امواج لرزه‌ای (امواج S) می‌باشند. این امواج می‌توانند در محیط‌های مادی مانند جامدات و سطح مایعات و همچنین در خلاء منتشر شوند، برخلاف امواج طولی .
- ویژگی‌های امواج عرضی:
- عمود بودن نوسان: ذرات محیط به جای حرکت در امتداد انتشار موج، به صورت بالا و پایین یا عمود بر جهت حرکت موج، نوسان می‌کنند .
- محیط انتشار:

• مکانیکی بودن:

امواج طولی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند و انرژی را از طریق ارتعاش ذرات این محیط منتقل می کنند .

• هم جهت بودن ارتعاش و انتشار:

جهت جابجایی ذرات محیط در جهت انتشار موج یا خلاف جهت آن است .

• ایجاد فشردگی و انبساط:

حرکت این امواج باعث ایجاد نواحی فشرده و منبسط در محیط انتشار می شود، به همین دلیل به آن ها امواج فشاری نیز می گویند .

• عدم انتشار در خلأ:

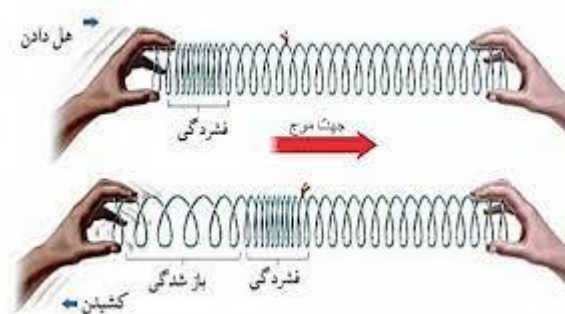
از آنجایی که این امواج به محیط مادی نیاز دارند، نمی توانند در خلأ منتشر شوند .
نمونه هایی از امواج طولی :

• امواج صوتی:

زمانی که صدا در هوا یا مایعات حرکت می کند، ذرات هوا یا مایع در جهت انتشار صدا ارتعاش می کنند و باعث فشرده و منبسط شدن محیط می شوند.

• امواج فشاری در زلزله:

امواج P که در هنگام زلزله تولید می شوند، از نوع امواج طولی هستند و باعث لرزش زمین در جهت انتشار موج می شوند.



● 11:- خصوصیت امواج

خصوصیات اصلی امواج شامل انتقال انرژی بدون انتقال جرم، دو نوع اصلی مکانیکی (نیاز به محیط مادی) و الکترومغناطیسی (عدم نیاز به محیط)، و ویژگی های هندسی مانند دامنه (حداکثر جابجایی)، طول موج (فاصله بین قله ها)، فرکانس (تعداد نوسانات در واحد زمان) و سرعت (طول موج ضربدر فرکانس) است همچنین امواج می توانند به صورت طولی (مانند صوت) یا عرضی (مانند امواج آب) نوسان کنند و پدیده هایی مانند تداخل، شکست و پراش را نشان دهند

انواع امواج

• امواج مکانیکی:

برای انتشار به یک محیط مادی (جامد، مایع یا گاز) نیاز دارند و انرژی را از طریق ارتعاش ذرات آن محیط منتقل می کنند. مثال ها شامل امواج صوتی، امواج آب و امواج لرزه ای است

• امواج الکترومغناطیسی:

نیازی به محیط مادی ندارند و می توانند در خلأ منتشر شوند. این امواج شامل میدان های الکتریکی و مغناطیسی هستند که بر یکدیگر عمودند و با سرعت نور حرکت می کنند. مثال ها شامل نور مرئی، امواج رادیویی و اشعه ایکس است
خصوصیات هندسی و فیزیکی

• دامنه: (Amplitude)

حداکثر جابجایی از نقطه تعادل است و شدت موج را نشان می دهد

• طول موج: (Wavelength)

فاصله بین دو قله (تاج) یا دو دره (فرورفتگی) متوالی در یک موج است

• فرکانس: (Frequency)

تعداد نوسانات یا چرخه های کامل موج در واحد زمان است

• دوره تناوب: (Period)

زمان لازم برای تکمیل یک چرخه کامل نوسان است و عکس فرکانس است .

• سرعت موج: (Wave Speed)

حاصل ضرب طول موج در فرکانس است ($v = \lambda f$).
رفتار امواج

• نوسان طولی و عرضی:

در امواج عرضی، ذرات محیط عمود بر جهت انتشار موج نوسان می کنند (مانند امواج روی سطح آب)، در حالی که در امواج طولی، ذرات در راستای انتشار موج نوسان می کنند (مانند امواج صوتی)

• تداخل: (Interference)

وقتی دو یا چند موج با هم برخورد می کنند، با هم جمع شده و موجی جدید ایجاد می کنند که می تواند تقویت (تداخل سازنده) یا تضعیف (تداخل ویرانگر) شود .

• شکست: (Refraction)

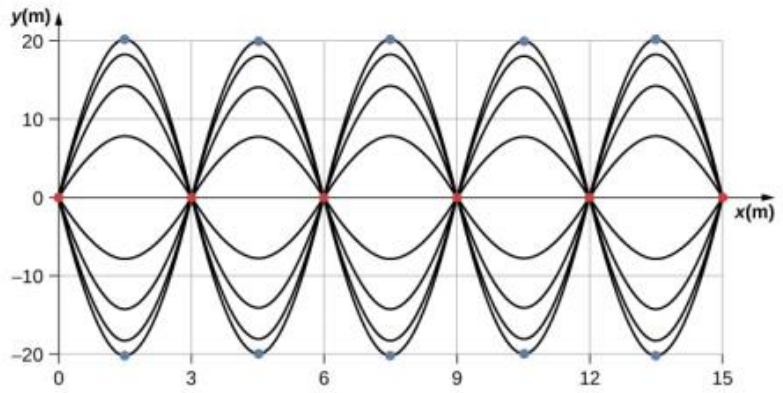
خم شدن امواج هنگام عبور از مرز بین دو محیطی که چگالی متفاوتی دارند یا سرعت انتشار موج در آن ها فرق می کند .

• پراش: (Diffraction)

خم شدن امواج هنگام عبور از شکاف ها یا اطراف موانع، که باعث پخش شدن آن ها در فضایی فراتر از سایه هندسی می شود .

● 12:- موج های ایستاده

در اجاق های میکروویو، امواج ایستاده می توانند باعث شوند غذا در بعضی نقاط بیشتر و در بعضی دیگر کمتر گرم شود؛ به همین دلیل از چرخاننده یا همزن موج برای توزیع یکنواخت گرما استفاده می شود.



موج ایستاده حالتی از ارتعاش در یک محیط است که در آن دامنه نوسان در فضا ثابت باقی می ماند و انرژی در آن به طور خالص منتقل نمی شود. این پدیده زمانی رخ می دهد که دو موج با دامنه و فرکانس یکسان در خلاف جهت یکدیگر حرکت کنند و با هم تداخل (برهم نهی) داشته باشند. نقاطی از موج که جابجایی ندارند، "گره" نامیده می شوند و نقاطی که حداکثر دامنه نوسان را دارند "پادگره" نام دارند.

چگونگی تشکیل موج ایستاده:

- **تداخل دو موج:** موج ایستاده نتیجه تداخل دو موج است که در جهات مخالف هم حرکت می کنند و هر دو دامنه و فرکانس یکسان دارند.
- **انعکاس موج:** این تداخل معمولاً زمانی رخ می دهد که موجی به انتهای محیط برخورد کرده و منعکس می شود و سپس با موج فرودی در همان محیط تداخل پیدا می کند.
- **تشدید:** پدیده تشدید یکی از شایع ترین علت های تشکیل امواج ایستاده است. در این حالت، امواج در فرکانس های خاصی (فرکانس تشدید) به عقب و جلو بازتاب می شوند و با امواج تابشی تداخل پیدا کرده و موج ایستاده را تشکیل می دهند.
- **ویژگی های موج ایستاده:**
 - **ثابت بودن دامنه در فضا:** برخلاف موج رونده، موج ایستاده در فضا حرکت نمی کند، بلکه در یک مکان ثابت نوسان می کند و دامنه نوسان آن در هر نقطه از فضا ثابت است.
 - **وجود گره و پادگره:**
 - **گره (Node):** نقاطی در امتداد موج هستند که دامنه نوسان آن ها همیشه صفر است و هیچ جابجایی در آن ها رخ نمی دهد.
 - **پادگره (Antinode):** نقاطی هستند که دامنه نوسان آن ها حداکثر است و بیشترین جابجایی را در هر چرخه ارتعاش دارند.
 - **عدم انتقال انرژی:** به دلیل تداخل دو موج، در امواج ایستاده انتقال خالص انرژی به صورت انرژی موجی وجود ندارد. مثال ها و کاربردها:
 - **سازهای زهی:** در سازهایی مانند گیتار و ویولن، امواج ایستاده روی سیم ها ایجاد می شوند و باعث تولید صدا می شوند.

• **مایکروویو:**