

تر هغه وخته پورې چې څپه د یوې خنډ سره په ټکر کې خپله انرژي له لاسه ورکړي او په محیط کې جذب شي، هره څپه مشخصې ځانګړتیاوې لري چې عبارت دي له: د څپې طول، فریکونسي، د ذرات د ارتعاش دامنه، او سرعت. څپې د فزیکي ځانګړتیاو له مخې په دوه برخو ویشل کېږي.

1. میخانیکي څپې (Mechanical Waves)

دا ډول څپې د خپرېدو لپاره فزیکي محیط ته اړتیا لري. د مثال په توګه د اوبو څپې، د غږ څپې او د زلزلو څپې د میخانیکي څپو نمونه ده.

2. الکترومقناطیسي څپې (Electromagnetic Waves)

دا ډول څپې نه یوازې په فزیکي محیط کې خپرېږي، بلکې په غیرمادي محیطونو (خلا) کې هم خپرېږي. د مثال په توګه د ستورو نوري څپې له خلا څخه تېرېږي ترڅو مور ته ورسېږي.

ځینې ځانګړې فزیکي خصوصیات چې په دواړو ډولونو څپو کې موجود دي:

1. په یوشان محیط کې څپه په مستقیمه کرښه خپرېږي.
2. هره څپه ځانګړې طول څپه (wavelength)، فریکونسي (frequency) او مدت زمان (period) لري.
3. د خپرېدو سرعت ځانګړی دی او د محیط د کثافت پورې تړلی دی. هغه څه چې ژوي یې اوري او ویني، د غږ اورېدو او د زلزلې پروسې، او نور طبیعي پدیده ټول د څپو په بڼه دي. له همدې امله ساینس پوهانو د طبیعت په قانونونو تکیه کړې او دا تخنیکي کارونې د انسانانو په خدمت کې استعمالوي.

میخانیکي څپې: (Mechanical Waves)

که په یو برخه کې د یوشان محیط ګډوډي رامنځته شي، نو د دې محیط په مالیکولونو یا ذراتو کې د کشش ځواکونه پیدا کېږي. دغه ځواکونه پرته له دې چې د محیط برخو موقعیت بدل کړي، خپل انرژي نږدې فزیکي جوړښتونو ته انتقالوي، او په دې توګه څپه په محیط کې خپرېږي. په طبیعت کې، میکانیکي څپې په ځمکه او په ساکت اوبو کې په واضح ډول لیدل کېږي. په یو یوشان محیط کې د میخانیکي څپو سرعت $x = vt$ دتابع رابطه دی، پدې رابطه کې لیدل کېږي چې د خپرېدو فاصله (طول څپه) د وخت تابع په خطي بڼه ده، نو د څپې د خپرېدو مسیر یوه خطي بڼه لري.

د میکانیکي څپو د خپرېدو څرنګوالی د محیط د کثافت او فزیکي ځانګړتیاو پورې تړاو لري. که ګډوډي په محیط کې شدید وي، نو رامنځته شوي څپې هم اوږدې او ژورې وي. هغه ځای چې ګډوډي پکې رامنځته کېږي، د څپې د خپرېدو سرچینه بلل کېږي. میکانیکي څپې د خپرېدو د لوري او د محیط د برخو د ارتعاش څرنګوالی له مخې په درې برخو ویشل کېږي:

د دوولسم ټولگی د فزیک تعلیمي لارښود – دریمه دوره

تعلیمي موخې:

1. زده کوونکي باید د لاندې بنسټیزو موضوعاتو سره بشپړ اشنا شي:

- فریکونسي (Frequency)
- دوره یا پېرېود (Period)
- د میخانیکي څپو انعکاس (Reflection of Mechanical Waves)
- د میخانیکي څپو شکست یا انکسار (Refraction of Mechanical Waves)
- تداخل (Interference)
- د څپو خپرېدو تابع (Wave Propagation Function)
- د څپو تداخل (Wave Interference)
- د غږ څپې (Sound Waves)
- غږ او د هغه ځانګړتیاوې
- د غږ څپو تولید
- د غږ سرعت
- د غږ سرعت په هوا کې

2. زده کوونکي باید د څپو او غږ د استعمال مواردو په اړه بشپړ پوهه ترلاسه کړي.

3. زده کوونکي باید د مطرح شوو موضوعاتو اهمیت درک کړي او وکولای شي دا په ورځني ژوند کې تطبیق کړي.

لومړۍ برخه: څپه څه ده او څو ډولونه لري؟

هر حرکت چې په کې ذرات د ارتعاش له لارې خپل حرکت انرژي دوامداراً خپل ګاونډي ذره ته انتقال کړي او هغه ته نوسان ورکړي، دغه حرکت د څپې حرکت بلل کېږي. دغه عملیه په یوشان او ثابت محیط کې دوام کوي.



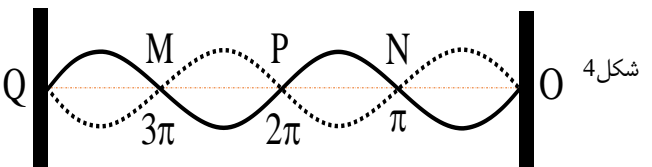
(شکل 1)

همدارنگه باید وویل شي چې د زلزلي څپې هم عرضي او هم طولی کېدای شي. د زلزلي څپې د ځمکې له ژورو څخه پورته کېږي او وروسته پر ځمکه رسېږي. د زلزلي د څپو د ډول او د هغې د سرچینې له مخې د زلزلي څپې د خپرېدو سرعته له یو بل سره توپیر لري.

3 - ولاری څپې (Standing Waves)

ولاری څپې دې نوم ته ځکه ورکړل شوی چې دا د نورو څپو په څېر په محیط کې نه خپرېږي. دغه څپې د دوو څپو د تعامل له امله رامنځته کېږي چې فریکونسي یې مساوي وي او یوه څپه د بلې په خلاف لوري خپرېږي.

د مثال په توګه، د موسیقي الاتو لکه دوتار، سه تار، تنبور او رباب تارونه د نواختنې پر مهال د همدې ساکن څپو په اساس کار کوي.



مور کولی شو د ولاری څپې بېلګه د هغه څپې په واسطه وښوو چې په یوه رسی کې رامنځته کېږي. کله چې په رسی پرله پسې د لاس ټکان ورکړل شي، داسې متواتر څپې پیدا کېږي چې فریکونسي یې سره مساوي وي او د یو بل په نسبت د فاز توپیر ولري. (فاز هغه زاویه ده چې د ارتعاشي ذرې د مخکې توب او وروسته توب اندازه څرګندوي).

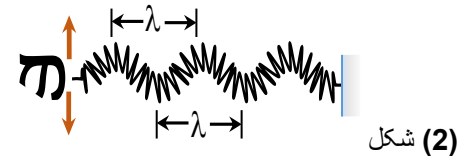
لکه په شکل (2) کې، کله چې لومړۍ څپه د رسی له تړل شوي سر څخه انعکاس کوي او بیرته راګرځي او د N نقطې ته رسېږي، بله متواتره څپه د هغه ځای ته رسېږي چې رسی پکې کلکه تړل شوې ده. په همدې وخت کې د N په نقطه کې دواړه څپې سره یوځای کېږي او یو ګره (Node) جوړوي. په پایله کې، د منحنی کرښو تر منځ بطن (Antinode) جوړېږي. دغه ګره او بطنونه تر هغه وخته پاتې کېږي څو چې د څپو حرکتی او پوتانسیل انرژي په محیط کې ګډوډه او جذب شي.

د څپو خصوصیت :

- مور باید پوه شو چې هره معینه څپه، لکه څنګه چې یو ارتعاش پیژندل کېږي، د پیژندنې لپاره ځانګړتیاوي لري. دغه ځانګړتیاوي عبارت دي له:
- د څپې اوږدوالی (Wavelength)
- د څپې فریکونسي (Frequency)
- د څپې د تناوب وخت یا د یوې څپې د تېرېدو موده (Period)
- ریاضیکي ماډل (Mathematical Model)

- طولی څپې (Longitudinal Waves)
 - عرضي څپې (Transverse Waves)
 - ولاری څپې (Standing Waves)
- 1 - عرضي څپې (Transverse Waves) :

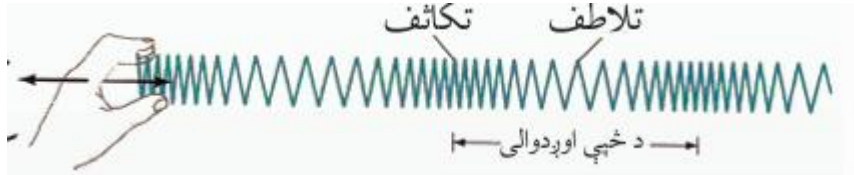
په عرضي څپو کې د ذرات د ارتعاش سمت د څپې د خپرېدو لوري سره عمود وي، یا هغه څپې چې د فنر د بڼې او چپ خوا خوځولو له امله رامنځته کېږي. د دې څپو ګراف د سین (sin) ګراف ته ورته وي، لکه په (2) شکل کې ښودل شوی.



2 - طولی څپې: (Longitudinal Waves)

طولی څپې هغه څپې دي چې د څپې د خپرېدو لوري د ذراتو د ارتعاش د لوري سره موازي وي. په لاندې انځور کې یوه طولی څپه ښودل شوې ده چې د لاس د مخ ته او شاته خوځولو له امله په یو فنر کې خپرېږي. د فنر حلقې په منظم ډول سره نږدې او لرې کېږي:

- کله چې حلقې سره نږدې شي، یو تراکمي سیمه (Compression Region) رامنځته کېږي.
- کله چې حلقې له یو بل لرې شي، یو انبساطي سیمه (Rarefaction Region) رامنځته کېږي



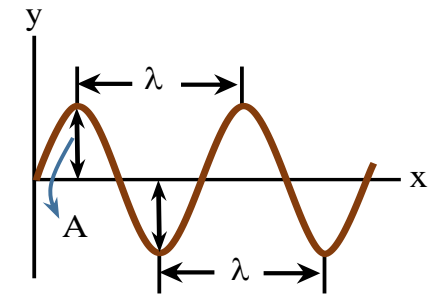
یادابښت:

د طولی څپو په اړه ویل کېږي چې د څپې فریکونسي د هغې تراکمونو (یا وروستي انبساطونو) شمېر سره مساوي دی چې په یوه واحد وخت کې له یوې نقطې تېرېږي.

• د څپې د خوځښت یا خپرېدو معادله (Equation of Motion/Propagation) چې دلته به هر یو یې په ځانګړې توګه مطالعه کړو.

د څپې اوږدوالی (Wavelength):

د څپې اوږدوالی د یوې څپې د پېژندلو ځانګړنه ده، او د هغې د اندازې واحد هماغه د اوږدوالي د اندازې واحد دی. څپې له ډېرو کوچنیو ارزښتونو لکه د انګسټروم (Å) څخه نیولې، تر کیلومتره پورې اوږدوالی لري. د نوعیت له پلوه هم عرضي څپې او هم اوږد مهاله (طولې) څپې دواړه د څپې اوږدوالی لري.

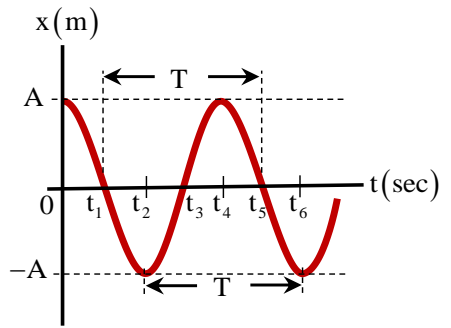


(شکل 5)

ټولې طبیعي الکترومقناطیسي او میخانیکي څپې په همدې واحد اندازه کېږي.

پیریود: (Period)

مور پوهېږو چې ټول طبیعي پېښې په وخت کې رامنځته کېږي او هېڅ احساسېدونکې پدیده نشي کېدای چې له وخت څخه بهر واقع شي. نو د تناوب وخت هغه موده ده چې یوه څپه یو بشپړ اهتزاز ترسره کړي. دې ته پیریود هم ویل کېږي.



(شکل 6)

- $t_1 = \frac{1}{4}T$
- $t_2 = \frac{1}{2}T$
- $t_3 = \frac{3}{4}T$
- $t_4 = T$
- $t_5 = \frac{5}{4}T$
- $t_6 = \frac{3}{2}T$

په شکل (۶) کې د دایرې د محیطي زاویو او د تناوب وخت ترمنځ اړیکه د تېرېدونکي وخت په جریان کې څېړل کېږي. د یوې بشپړې دورې لپاره زاویه $\phi = 2\pi$ ده او وخت چې د دې دورې سره

تړاو لري (T) دی، نو د زاویوي سرعت لپاره داسې لیکلای شو: $\omega = \frac{2\pi}{T}$

که په ورته ډول دا رابطه د څپې لپاره ولیکو، نو په حقیقت کې د څپې د اهتزاز سرعت داسې دی چې څپه د یوه تناوب یعنی (T) په اوږدو کې د یو څپیز اوږدوالی λ له دوو همفازه نقطو څخه

تېروي: عبارت دی له $v = \frac{\lambda}{T}$

د څپیزو خوځښتونو ریاضیکي معادله د **sin** او یا **cos** تابع په بڼه وي، او دا د دې پورې تړلي ده چې د څپې د خپرېدو مبدأ د دې تابع د مسیر له کومې نقطې حسابېږي.

که د یوې څپې د خپرېدو مبدأ د یوه مادي ذره لپاره تر څېړنې لاندې ونیسو، او بیا د خپرېدو په لاره کې داسې یو بل نژدې ټکی وټاکو چې دغه دواړه ټکي د انرژي له پلوه یو له بل سره مساوي وي، نو په دې حالت کې د دغو دوو ټکو ترمنځ تر ټولو لنډه فاصله چې یو مستقیم کرښه جوړوي، د څپې اوږدوالی بلل کېږي.

په بله وینا، هغه فاصله چې څپه یې په د یوه تناوب (پریود) په وخت کې وهي، د څپې اوږدوالی بلل کېږي، چې په لاتیني نښه **Lambda (λ)** ښودل کېږي.

په طبیعت کې بېلابېل او مختلف څپیز اوږدوالیونه شتون لري، او مور کولای شو داسې څپې په مصنوعي ډول هم تولید کړو چې د هغوی څپیز اوږدوالیونه له یو بل سره مساوي او یا مخالف وي. فریکونسي: (Frequency)

لکه څنګه چې مخکې وویل شول، د څپې د اهتزازاتو شمېر په یوه واحد وخت کې فریکونسي بلل کېږي. فریکونسي د **f** نښې (Symbol) په وسیله ښودل کېږي.

د فریکونسي واحد هرټز (Hertz) دی، چې د Hz په نښه ښودل کېږي.

مثال 1. یو عرضي څپه د فریکونسي 2.5Hz سره د اوبو پر سطحه تولید شوي او د سرعت 0.5m/s په وسیله خپرېږي. د څپې د دوو پرله پسې څوکو ترمنځ واټن څو سانتي متره دی؟

$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{0.5\text{m/s}}{2.5\text{Hz}} = \frac{1}{5}\text{m} = \frac{100}{5}\text{cm} \Rightarrow \lambda = 20\text{cm}$

مثال 2. په یوه ریسمان کې ساينې څپې د سرعت 2.4m/s په وسیله خپرېږي. که د څپې اوږدوالی 1.2m وي، نو د هغې فریکونسي څو سانتي متره دی؟

حل.

کې د $\lambda = 45\text{cm}$ اوږدوالی لرونکي نوسانونه رامنځته کوو، نو په غټې رسی کې د رامنځته شوي څپې اوږدوالی څو سانتي متره دی؟ حل.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{3v_2}{v_2} = \frac{45\text{cm}}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{45\text{cm}}{3} = 15\text{cm}$$

مثال 2. اگر سرعت انتشار موج‌های حاصل از یک منبع موجی در آب 4 برابر سرعت انتشار آن در هوا باشد، طول موج در هوا چند برابر طول موج در آب است. حل. اگر سرعت موج و طول موج در هوا به v_1 و λ_1 نشان داده شود پس:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{4v_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{4}$$

مثال 3. که د یوې څپې د خپرېدو سرعت 20m/s او فریکونسي 50Hz معلومه وي، نو تر ټولو لنډه فاصله د دوو نقطو ترمنځ چې د څپې د خپرېدو په لوري کې موقعیت لري او له یو بل سره هم‌فازه دي، څو سانتي متره ده؟ حل.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{20\text{cm/s}}{50\text{Hz}} = 0.4\text{m} \Rightarrow \lambda = 40\text{cm}$$

مثال 4. که د یوې څپې د خپرېدو سرعت په یوه محیط کې 40m/s او د هغې اوږدوالی 2cm وي، نو د اوږدوالی په بله محیط کې چې د څپې سرعت په هغه کې 50m/s دی، څو سانتي متره کېږي؟ حل.

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{2\text{cm}}{\lambda_2} = \frac{40\text{m/s}}{50\text{m/s}} \Rightarrow \lambda_2 = 2.5\text{cm}$$

د څپې د خپرېدو تابع:

که د څپې د اهتزازي نقطو فزیکي ځانګړتیاوې د څپې د خپرېدو په لوري او د دغو نقطو موقعیت د څپې له سرچینې څخه د وخت په تابع ټاکل شوي وي،

$$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{2.4\text{m/s}}{1.2\text{m}} = 2 \frac{1}{s} = 2\text{Hz}$$

د میخانیکي څپو انعکاس: (Reflection of Waves)

که تاسو د سمندر د غاړې څپې په غور وګورئ، خامخا به مو پام شوی وي چې کله د اوبو څپې د ساحل سره ټکر کوي، نو لومړی د وچې ساحې پر لوري پورته کېږي او بیا د سمندر په لوري د څپو په شکل بیرته راستنېږي. وروسته له دې ټکره، کله چې نوي څپې ورشي، زاړه څپې له منځه ځي. هغه پېښه چې څپه د ټکر وروسته بیا د سمندر په لوري د څپې په بڼه راستنېږي، د څپو انعکاس بلل کېږي. د غبر انعکاس د میخانیکي څپو د انعکاس د پېښې لپاره واضح ثبوت ګڼل کېږي. باید وویل شي چې په هر حالت کې د انعکاس پر مهال د څپې د حرکت محیط نه بدل کېږي، یوازې څپه وروسته له ټکر څخه د یوې خنډ یا سخت شي سره بیرته خپل پخواني مسیر ته راستنېږي.

د میخانیکي څپو انکسار: (Refraction of Waves)

د رڼا په انکسار کې، کله چې رڼا څپې له یوه یوشان شفاف محیط څخه بل شفاف محیط ته داخلېږي، د خپرېدو مسیر یې په دویم محیط کې بدل کېږي. دې پېښې ته د رڼا شکستل یا انکسار ویل کېږي. د الکترومقناطیسي څپو ځانګړتیاوې، د رڼا شعاع، او د میخانیکي څپو ځانګړتیاوې په دې پېښه کې ورته دي: کله چې له یوه یوشان محیط څخه بل محیط ته داخلېږي، ماتېږي او خپل اصلي مسیر بدلوي. باید وویل شي چې د میخانیکي څپو ځانګړتیاوې د محیط د جوړښت او کثافت سربرېره، د خپرېدو په فشار او اړوند پارامترونو پورې هم تړاو لري. یوه مهمه ځانګړتیا دا ده چې سرعت یوازې د څپې اوږدوالی سره تړاو لري او فریکونسي هېڅکله نه بدلیږي. د دوو محیطونو ترمنځ د سرعت، څپې اوږدوالی او فریکونسي اړیکه په لاندې ډول ښودل کېږي:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \lambda_1 \cdot f \\ v_2 = \lambda_2 \cdot f \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}, \quad f = \text{const}$$

یادښت:

د سرعتونو نسبت په معکوس ډول د څپو د اوږدوالی نسبت سره متناسب دی.

مثال 1. دوه رسی له یوې مادې څخه چې د سطحې شعاع یې یو له بل سره 30 ډګره توپیر لري، په یوه نقطه کې سره تړل شوي او مرکب رسی د دوو ثابتو نقطو ترمنځ تړل شوي ده. په نرۍ رسی

وروستی رابطه د یوه ځانګړي اهتزازي نقطې موقعیت د نقطې O په لحاظ وړاندې کوي. همدارنګه، که مشخص همفازونه A, A', A'', \dots او نور اهتزازي نقطې د O په لحاظ په پام کې ونیول شي، نو د دې موقعیتونه د پورته رابطه څخه ترلاسه کېدای شي، کله چې $k = 1, 2, 3, \dots$ خپله ارزښت ونیسي. **یادښت:** د تل لپاره د هغو ذرو ترمنځ فاصله چې همفاز اهتزاز کوي، مساوي وي او د څپې اوږدوالی سره برابر وي.

اوس داسې یوه برخه په پام کې نیسو چې یوه اهتزازي ذره د نقطې (O) څخه په $\frac{\lambda}{2}$ فاصله کې موقعیت لري، فرض کړئ چې دا اهتزازي ذره په نقطه (C) کې ده. ذره (C) د π فاز توپیر لري، کله چې یوه بشپړه اهتزاز ترسره کوي، د مبدأ څخه په $\lambda + \frac{\lambda}{2}$ فاصله لري.

نو د دغو ذرو د اهتزاز موقعیت د نقطې (O) په لحاظ د لاندې رابطه له لارې بنودل کېږي:

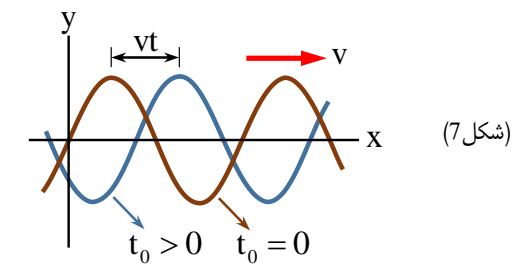
$$(2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

مثال 1. یو څپي تابع چې د X محور په لوري خپرېږي، په SI د $y_M = 0.02 \sin(20\pi t - 4\pi x)$ په صورت بڼه ورکړل شوی ده، دې سره تاسو هم اوږدوالی او هم د څپې سرعت ترلاسه کړئ. حل.

$$\left. \begin{aligned} y_M &= a \sin(\omega t - kx) \\ y_M &= 0.02 \sin(20\pi t - 4\pi x) \end{aligned} \right\} k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow 4\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 0.5 \text{ m}$$

$$k = \frac{\omega}{v} \Rightarrow 4\pi = \frac{20\pi}{v} \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

مثال 2. د څپې معادله په $y_M = 0.02 \sin(500t - 50\pi x)$ بڼه ورکړل شوې ده، د دې څپې نوع، دامنه، زاویوي سرعت، د تناوب وخت، فریکونسي او د خپرېدو سرعت پیدا کړئ. **حل:** ځکه چې نوسان د (y) محور په لوري او خپرېدل یې د (x) محور په لوري دی، نو دا عرضي څپه ده.



نو داسې یوې تابعې ته د څپې د اهتزاز ځانګړتیا تابع ویل کېږي. د ساده څپې تابع $y = a \cdot \sin \phi$ دلته ϕ هغه زاویه ده چې په ټاکلي وخت کې په مشخص سرعت تېرېږي. البته د مختلفو وختونو (t) په صورت کې د اهتزازي نقطې موقعیت د څپې له سرچینې نقطه (O) په پام کې نیولو سره ټاکل کېږي. که په پورته رابطه کې د $\phi = \omega t$ ارزښت د موقعیت (O) په پام کې ونیسو، نو بیا مور کولای شو ولیکو چې:

$y_0 = a \cdot \sin \omega t = a \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t$
 اوس مور غواړو د یوه ځانګړي نقطې M فزیکي موقعیت د اهتزاز د نقطې O څخه پیدا کړو. فرض کړئ چې نقطه M د وخت $t_M = \frac{x}{v}$ په ځنډ سره د نقطې O له پیل سره اهتزاز پیل کړي، په دې حالت کې د M اهتزاز پیل عبارت دی له $(t - t_M)$:

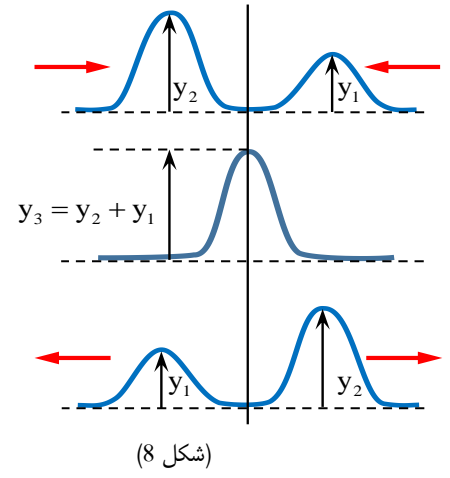
$$y_M = a \cdot \sin \frac{2\pi}{T} (t - t_M) = a \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

که په پورته رابطه کې د $\lambda = vT$ ارزښت وټاکو، نو مور لرو

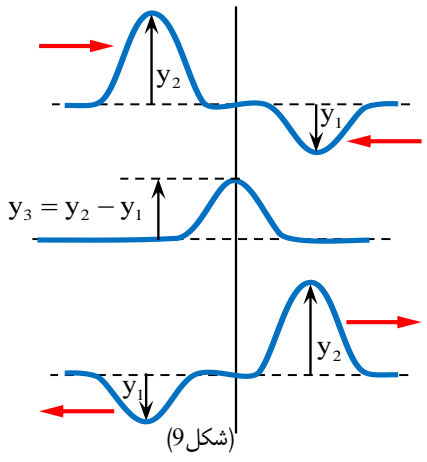
$$y_M = a \cdot \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \vee y_M = a \cdot \sin(\omega t - kx)$$

په پورته رابطه کې a د اهتزاز دامنه ده، ω د زاویوي سرعت دی چې $\frac{2\pi}{T}$ ته مساوي دی، او k چې $\frac{2\pi}{\lambda}$ ته مساوي دی، د څپې شمېره بلل کېږي. او $\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x$ د اهتزاز فاز دی چې د اهتزازي نقطو O او M ترمنځ توپیر نيسي.

دا بېلګه د تداخل اصل څرګندوي. د دې اصل له مخې، هر څپه چې خپرېږي، پرته له دې چې د نورو څپو د خپرېدو په لاره کې خنډ رامنځته کړي، له هغې تېرېږي او خپرېدو ته دوام ورکوي، لکه دا چې نورې څپې په محیط کې نه خپرېږي. په هغه نقطه کې چې دوه یا څو څپې سره ټکر کوي، د هغه نقطې د ذرو د موقعیت بدلون د هرې څپې د بدلون د موقعیت سره مساوي دی. باید پوه شو چې په هر حالت کې چې څپې هم لاري اهتزازونه رامنځته کړي، د ویکتور جمع یې د جبري جمع سره مساوي کېږي.



(شکل 8)



(شکل 9)

په مختلفو حالتونو کې د شکل 8 یادونه وکړئ. په حالت (الف) کې دوه عرضي څپې د رسی په اوږدو کې یو پر بل خپرېږي. په حالت (ب) کې دا دوه څپې سره رسېدلې دي، او ځکه چې د دواړو څپو د ذرو بدلونونه هم لاري دي، نو د هغوی حاصل د هرې څپې د بدلون اندازه سره مساوي دی. په دې حالت (ب) کې وایو چې د څپو تداخل سازنده ده.

$$y_M = a \sin(\omega t - kx) \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} a = 0.02 \text{m}, \omega = 500 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$y_M = 0.02 \sin(500t - 50\pi x)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 500 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\pi}{250} \text{sec}$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0.004 \text{sec}} = \frac{250}{\pi} \text{Hz} \approx 80 \text{Hz}$$

$$k = \frac{\omega}{v} \Rightarrow 50\pi = \frac{500 \text{rad/s}}{v} \Rightarrow v = \frac{500}{50\pi} \text{m/s} = \frac{10}{\pi} \text{m/s}$$

مثال 3. د څپې معادله په 20 بڼه ورکړل شوي ده، د دې څپې نوع 40π، دامنه، زاویوي سرعت، د تناوب وخت، فریکونسي او د خپرېدو سرعت متر په ثانیه پیدا کړئ. حل.

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \times 20 \frac{1}{\text{s}} = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$v = \frac{\omega}{k} \Rightarrow v = \frac{40\pi \text{rad/s}}{40 \text{rad/m}} = 1 \text{m/s}$$

مثال 4. د څپې تابع په یوه رسی کې په $y_M = a \sin(50\pi t - \pi x)$ په SI سیستم کې ورکړل شوی ده. د څپې د خپرېدو سرعت څو m/s دی؟ حل.

$$y_M = a \sin(\omega t - kx) \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \omega = 50\pi \text{rad/s}, k = \pi \text{rad/m}$$

$$y_M = a \sin(50\pi t - \pi x)$$

$$v = \frac{\omega}{k} \Rightarrow v = \frac{50\pi \text{rad/s}}{\pi \text{rad/m}} = 50 \text{m/s}$$

د څپو تداخل (Interference of Waves):

د دې لپاره چې د دوو څپو ترمنځ تداخل رامنځته شي، لومړی شرط دا دی چې د څپو تولید دوه سرچینې باید په یوه محیط کې وي، او دویم شرط دا دی چې د رامنځته شویو څپو د اهتزاز پریود او دامنه باید مساوي وي. دېر وخت پېښېږي چې دوه یا څو څپې په یوه وخت کې له یوې سیمې څخه تېرېږي. د بېلګې په توګه، کله چې د موسیقۍ غږ اورو، د مختلفو وسایلو رامنځته شوي غږ څپې په یوه وخت زموږ د غوږ پردې ته رسېږي. د یوه غږ خپرېدو د نورو غږونو د خپرېدو مخه نه نیسي.

په حالت (ج) کې دوه څپې له یو بل تېرېږي او خپرېدو ته دوام ورکوي، او د سرچینو او اهتزازي ذرو ترمنځ د لارې توپیر د بشپړ څپې اوږدوالی (λ) په ضریب کې داسې دی:

$$d_2 - d_1 = k\lambda, \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

او د شکل 14.9 مطابق، بدلونونه په مخالف جهت کې دي. د بدلون حاصل د هرې څپې د ذرو د بدلون د اندازې تفاضل سره برابر دی، هغه بدلون چې هر څپه په ځانګړي برخه کې د رسی کې رامنځته کوي چې دواړه څپې ورته رسېدلي وي.

د شکل 9 مختلفو حالتونو ته پام وکړئ. په حالت (ب) کې وایو چې د څپو تداخل ویجاړونکی (Destructive Interference) دی. د سرچینو د اهتزازي لارې توپیر د څپې د اوږدوالی نیمایي په ضریب کې ترلاسه کېږي، چې په لاندې ډول ښودل کېدای شي:

$$d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}, \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

د غږ یزې څپې: (Sound Waves)

د غږ څپې د میخانیکي څپو یوه مهمه برخه جوړوي. د غږ څپې په طولي ډول خپرېږي، یعنې د څپې د خپرېدو لوری او د ذرو اهتزاز چې د غږ انرژي انتقالوي، یو بل سره موازي یا همغږی وي.

په زموږ شاوخوا کې ډېر غږونه رامنځته کېږي، خو یوازې د انسان غږونه د فزیکونسي په حدودو 20Hz هرتز څخه تر 20000Hz هرتز پورې زموږ لپاره اورېدونکي دي. هغه غږونه چې له 20000Hz هرتز لور وي، د اورېدونکي غږونو له حده پورته بلل کېږي، او هغه چې له 20Hz هرتز ټیټ وي، د اورېدونکي غږونو له حده لاندې بلل کېږي.

نور حیوانات کولای شي کمزورې څپې اورې، خو دا حد یوازې د عادي انسان غږونو لپاره دی. خو د تخنیکي وسایلو په مرسته، کولای شو چې د دې حد څخه بهر څپې هم د اورېدلو وړ کړو. دغه وسایل تقویت کوونکي (Amplifiers) نومېږي، لکه د راډیو غږ اورېدل او نور.

د انسان لپاره، د غږ څپې د هغوی د حجری د غږ تارونو د اهتزاز له لارې رامنځته کېږي، چې بیا په طولي څپو کې خپرېږي. د غږ څپې، لکه نور طولي څپې، انعکاس او انکسار هم کوي.

د غږ سرعت په ګازونو کې

موږ پوهېږو چې د غږ څپې په الاستیک (ارتجاعي) محیط کې خپرېږي. د ګازي محیط الاستیک ځانګړتیاوې د هغه د ډینامیکي ځانګړتیاوو پورې تړاو لري. د ګازي محیط ډینامیکي پارامترونه د حرارت درجه، فشار او حجم پورې اړه لري.

په کاملو ګازونو کې، د غږ سرعت د لاپلاس فورمول له لارې ترلاسه کېږي، چې داسې دی:

$$v = \sqrt{\gamma \cdot \frac{P}{\rho}}$$

په دغه فورمول کې P د ګاز فشار، ρ د ګاز کثافت او $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ د ګاز د مخصوصه تودوخیزو

نرفیتونو د ثابت فشار C_p او ثابت حجم C_v له نسبت څخه لاس ته راځي، د ګاز ونو ځانګړي تودوخه په ثابت فشار او ثابت حجم باندې د مختلفو ګاز ونو لپاره توپیر لري، خو د هغوی نسبت په دې شرط چې د مالیکولونو تعداد په حجم کې مساوی وي، دغه نسبت د ټولو ګازونو لپاره تقریباً مساوی دی، د دوو اتمی ګازونو لپاره چې هوا ورڅخه ترکیب شوي ده، دغه کمیت (γ) 1.40 دی په داسې حال کې چې د یو اتمی ګاز ونو لپاره دغه قیمت لږ څه پورته او د درې اتمی ګاز ونو لپاره ددغه قیمت لږ څه ټیټ دی.

د بلي خوا څخه د خیالي ګاز لپاره د ترموډینامیک د قوانینو څخه پوهېږو، کله چې د P فشار لاندې د V حجم لرونکی خیالي ګاز د تودوخې T درجه ولري او بیا د تودوخې درجه T_1 یوسو، نو فشار P_1 او حجم د همدغه ګاز د V_1 قیمت اختیاروي، خو د دوی ترمنځ ارتباطي تا دا لاندې شکل لري:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \dots = \frac{P_3 \cdot V_3}{T_3} = R = \text{const}$$

په پورته رابطه کې R د ګازونو ثابت نومېږي، چې مقدار یې تقریباً $\frac{8.314 \text{ Joule}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ دی. که په

ټاکلي حجم کې د ګاز مقدار m ګرامه مالیکولونه شتون ولري، نو بیا:

$$\frac{P \cdot V_m}{T} = R \Rightarrow P = \frac{RT}{V_m} \rightarrow v = \sqrt{\gamma \cdot \frac{P}{\rho}}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\gamma \cdot \frac{RT}{\rho \cdot V_m}} = \sqrt{\gamma \cdot \frac{RT}{\rho M}} = \sqrt{\gamma \cdot \frac{RT}{M}}$$

او د غږ د خپرېدو سرعت په لاندې ډول ترلاسه کېږي:

$$v = \sqrt{\gamma \cdot \frac{RT}{M}}$$

مثال 1. سرعت صوت در هوا را که حیثیت ګاز کامل را دارد، در صفر درجه سیلسیوس معلوم کنید، ($M = 29 \text{ gr/mol}$) حل.

له همدې امله، د څپو د خپرېدو په اړه هم، سرعت په سختو جسمونو کې ډېر زیات دی، او په مایعاتو او گازونو کې ورو ورو کمېږي. د غږ سرعت په مختلفو محیطونو کې بېلابېل ارزښتونه لري.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{(1.4)(8.31)(273)}{0.029}} \approx 331 \text{ m/s}$$

مثال 2. د هوا غږ سرعت، چې د کامل گاز په توګه ګڼل کېږي، په صفر درجې سلسیوس کې معلوم کړئ
($\lambda = 1.4$, $R = 8 \text{ joules/mol} \cdot \text{K}$)
حل.

$$M = 27 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}, T = (127 + 273) \text{ K} = 400 \text{ K}$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{1.4 \times 8 \times 400}{27 \times 10^{-3}}} \approx 407 \text{ m/s}$$

مثال 3. که د گاز حرارت د 47°C څخه 227°C ته زیات کړو، د غږ سرعت په کې 135 m/s زیاتېږي. د حرارت د زیاتېدو مخکې، د گاز د غږ سرعت څو متره په ثابته کې و؟
حل.

$$\begin{cases} v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \\ v' = \sqrt{\frac{\gamma RT'}{M}} \end{cases} \Rightarrow \frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{T}{T'}} \Rightarrow \frac{v}{v+135} = \sqrt{\frac{320}{500}}$$

$$\Rightarrow \frac{v}{v+135} = \frac{4}{5} \Rightarrow 5v = 4v + 540 \Rightarrow v = 540 \text{ m/s}$$

د غږ سرعت په جامدو او مایعاتو کې:

مور پوهېږو چې د څپې خپرېدو سرعت په یوه محیط کې د هغه د ارتجاعیت او د مالیکولونو د جوړښت پورې تړاو لري.

- د سختو جسمونو لپاره، دا ځانګړتیا د مالیکولونو ترمنځ د کشش قواوو له مخې ښه څرګنده ده.
- په مایعاتو او گازونو کې دا قوه او ارتجاعي جوړښت په ترتیب سره کمېږي.