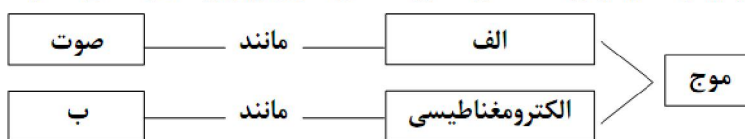


موجهای مکانیکی > امواجی که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند. مانند: امواج صوتی و امواج سطح آب
موجهای الکترومغناطیسی: این امواج می‌توانند در محیط‌های غیر مادی (خلاً) نیز منتشر شوند. مانند امواج نور و امواج رادیویی.

پس از کامل کردن خانه‌های خالی نقشه‌ی مفهومی زیر، عبارت‌های کامل‌کننده را به پاسخ‌نامه انتقال دهید.



۱

۸۷/۱۰/۸۸

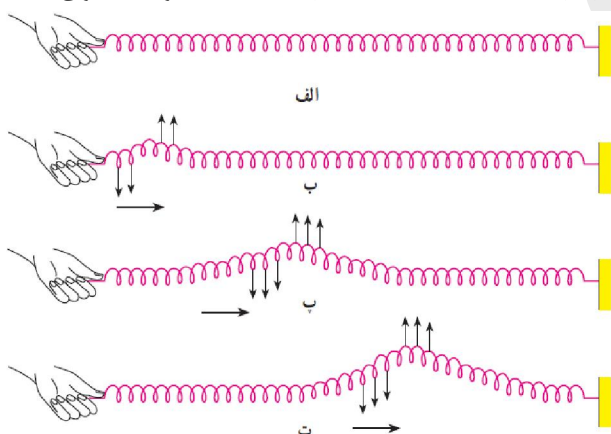
یک مورد از تفاوت و تشابه موج‌های مکانیکی و الکترومغناطیسی را بنویسید و برای هر یک، مثالی بزنید.

۲

۹۰/۶/۹۰

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.

محیط کشسان: به محیطی گفته می‌شود که، وقتی در آن تغییر شکلی ایجاد می‌شود، نیروهای کشسان ایجاد شده بین اجزای محیط، تمایل دارند محیط را به حالت اولیه برگردانند. مانند: تیغه فنری، آب، هوای درون سرنگ و فنر.

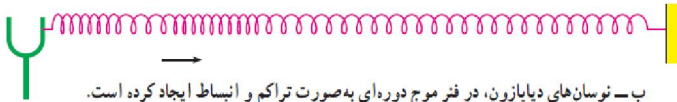


تپ و انتشار موج > هرگاه تغییر شکلی (ویا آشفتگی)

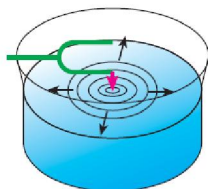
در یک جزء از محیط کشسانی که به حال تعادل است، ایجاد کنیم، به علت وجود نیروهای کشسانی بین اجزای محیط، آن تغییر شکل، جزء به جزء در محیط منتقل می‌شود. تغییر شکل ایجاد شده در محیط را تپ و انتقال تپ در محیط را انتشار می‌گوییم.



الف - دیابازون با نوسان خود در طناب موجی دوره‌ای به صورت برجستگی و فرورفتگی ایجاد کرده است.



ب - نوسان‌های دیابازون، در فتر موج دوره‌ای به صورت تراکم و انبساط ایجاد کرده است.



ب - موج‌های ایجاد شده در سطح آب به صورت دایره‌های متوالی برجسته و فرورفته منتشر می‌شوند.

موج سینوسی > اگر یک جزء از محیط را با حرکت

همانگ ساده به نوسان درآوریم با نوسان آن جزء، تپ‌های متوالی در محیط تولید و به دنبال یکدیگر، منتشر می‌شوند. چنین موجی را موج سینوسی می‌نامند.

یعنی هر نقطه از محیط کشسان حرکت چشمه

موج را با تاخیر زمانی تکرار می‌کند.

بسامد ذره‌های محیط کشسان با بسامد چشمه موج یکسان است.

انتشار موج

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.

پرسش ۳

الف) چه عاملی از یک محیط کشسان، باعث انتشار موج در آن می‌شود؟

پ) سرعت انتشار موج در یک محیط، به کدام یک از عامل‌های زیر بستگی دارد؟

- ۱- جنس محیط ۲- دمای محیط ۳- بسامد چشمه‌ی موج ۴- دامنه‌ی موج

۸۸/۱۰/۲۶

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. $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

برای کاهش انتشار سرعت موج در طناب چه پیشنهاد می‌کنید؟

پرسش ۴

تألیفی

معمولاً مشاهده‌ی انتقال یک تپ عرضی در یک طناب به دلیل آن که سرعت انتشار آن زیاد است، مشکل است. دو راه پیشنهاد کنید که بتوان با کاهش سرعت انتشار، انتقال تپ را مشاهده کرد.

پرسش ۵

۸۹/۱۲/۱۰

اگر جرم و طول یک تار کشیده را ۲ برابر کنیم، سرعت انتشار موج در آن چه تغییری می‌کند؟

پرسش ۶

۸۷/۱۲/۵

ریسمانی به طول یک متر و جرم ۱۰۰ گرم بین دو نقطه محکم کشیده شده است. اگر نیروی کشش ریسمان برابر ۴۰ نیوتن باشد سرعت انتشار موج‌های عرضی را در این ریسمان محاسبه کنید.

پرسش ۷

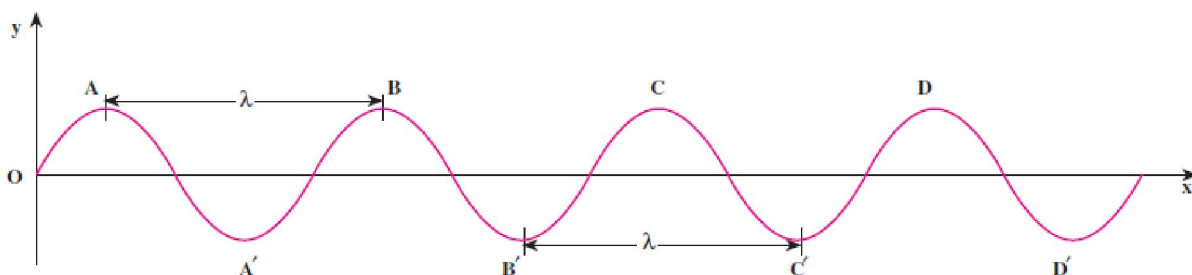
۸۸/۶/۲۸

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

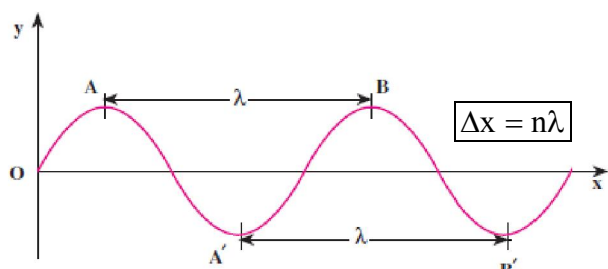
$$\lambda = VT$$

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

روابط طول موج ←



شکل بالا پیشروی موج را در یک طناب نشان می‌دهد، که با توجه به آن می‌توان گفت: طول موج فاصله دو قله متوالی یا فاصله دو دره متوالی است.



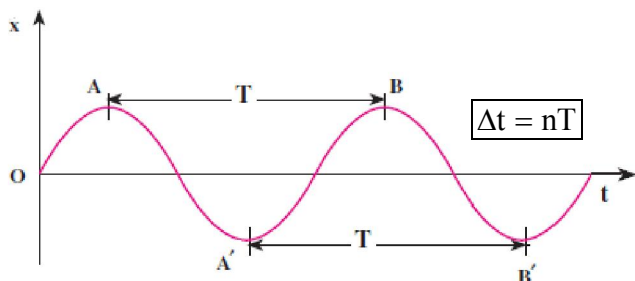
نقاط همفاز مجموعه نقاطی که فاصله آنها مضرب

صحیحی از طول موج باشد، نقاط همفاز می‌نامند.

🔔 تمام قله‌ها با یکدیگر و همچنین تمام دره‌ها

با یکدیگر همفاز هستند.

🔔 نقاط همفاز در وضعیت نوسانی یکسانی قرار دارند.



🔔 همفاز بودن را از سه نظر می‌توان بررسی نمود:

در نمودارهای مقابل این مطلب را از سه دیدگاه نشان

داده ایم. در نمودار اول از دید مکانی یعنی پیشروی

موج این مطلب نشان داده شده است.

در نمودار دوم، موج را از دید زمانی بررسی شده،

و در نمودار سوم موج را از دید فازی بررسی کرده ایم.

با مقایسه سه رابطه بالا داریم:

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\Delta \phi}{2\pi}$$

نقاط در فاز مخالف (فاز متقابل) مجموعه نقاطی که فاصله آنها مضرب فردی از نصف طول موج باشد، نقاط

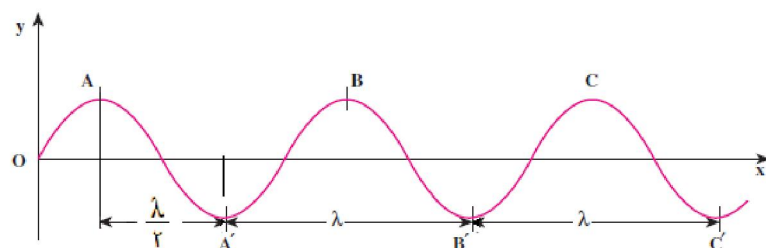
با مقایسه شکل‌های بالا می‌توان این روابط را بدست آورد:

$$\Delta x = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$$

در فاز مخالف می‌نامند.

$$\Delta \phi = (2n-1)\pi$$

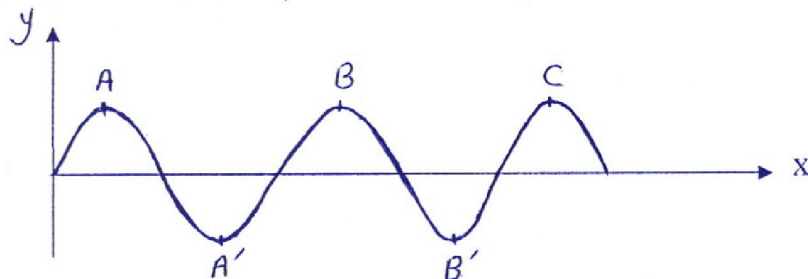
$$\Delta t = (2n-1)\frac{T}{2}$$



🔔 تمام قله‌ها با تمام دره‌ها، و همچنین تمام دره‌ها با تمام قله‌ها، با یکدیگر فازمخالف هستند.

🔔 بررسی وضعیت نوسانی نقاط در فاز مخالف نشان می‌دهد که، این نقاط در جهت‌های مخالف نوسان می‌کنند.

شکل مقابل انتشار موج را در یک طناب نشان می‌دهد. دو نقطه ی هم فاز و دو نقطه ی در فاز مخالف را تعیین کنید.



انتشار

۱۴۰۱/۱۱

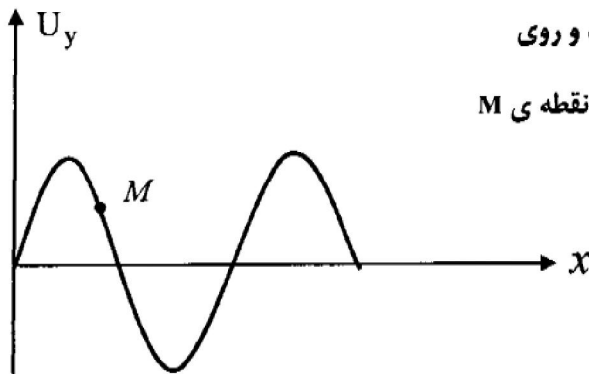
پیش ۹

آ) در چه صورت دو نقطه از محیط انتشار موج :

۱) هم فاز هستند ؟
۲) در فاز مخالف هستند ؟

ب) نقش موج زیر را به پاسخ برگ خود انتقال دهید و روی

آن یک نقطه ی هم فاز و یک نقطه در فاز مخالف با نقطه ی M را مشخص کنید.



۹۰/۱۰/۱۲

پیش ۱۰

در شکل ، نقش موج را مشاهده می کنید :

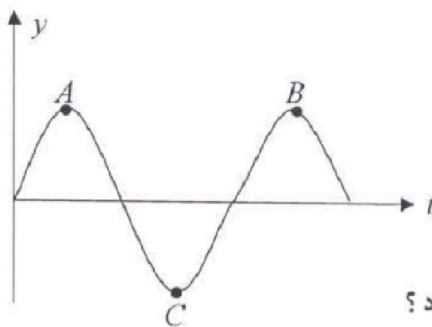
الف) فاصله ی کدام دو نقطه از یک دیگر برابر

طول موج (λ) است ؟

ب) اختلاف فاز دو نقطه ی A و B ، چه قدر است ؟

ج) نام دو نقطه ی غیر هم فاز را بنویسید .

د) فاصله ی نقطه ی A از مبداء نوسان (وضع تعادل) چه نام دارد ؟



۹۱/۴/۵

پیش ۱۱

در شکل، نقش یک موج را مشاهده می کنید. نقش موج را به پاسخ برگ خود انتقال دهید و روی آن :

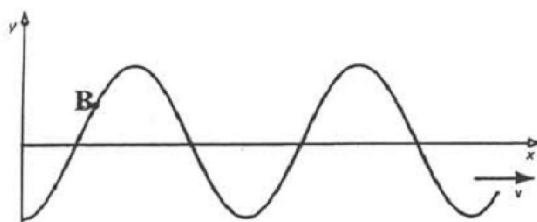
الف) یک نقطه ی هم فاز با نقطه ی B و یک نقطه

در فاز مخالف با آن را نشان دهید.

ب) یک نقطه نشان دهید که با سرعت بیشینه در

جهت $y +$ در حال نوسان است.

ج) دو نقطه مشخص کنید که فاصله ی آنها $\frac{3}{4}\lambda$ باشد.



۸۹/۱۰/۱۵

پیش ۱۲

مطابق شکل ، موج عرضی در محیطی منتشر می شود :

آ) بین دو نقطه ی A و D چند نقطه ی هم فاز

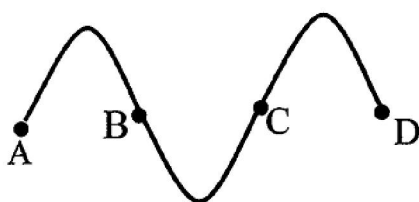
با نقطه ی A وجود دارد ؟

ب) اختلاف فاز بین هر دو نقطه ی غیر هم فاز از چه رابطه ای

بدست می آید ؟

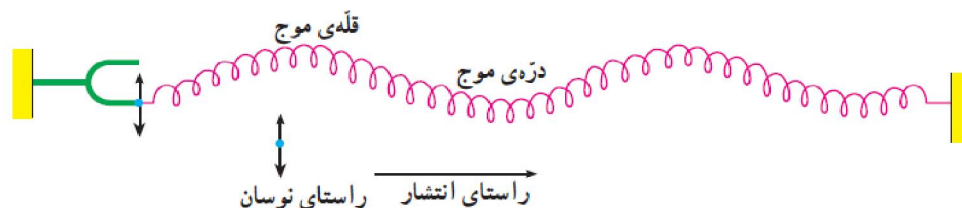
پ) فاصله ی اولین قله از سمت چپ تا نقطه ی D را بر حسب طول موج بنویسید .

ت) اگر دامنه ی نوسان موج را دو برابر کنیم ، سرعت انتشار موج چه تغییری می کند ؟ چرا ؟

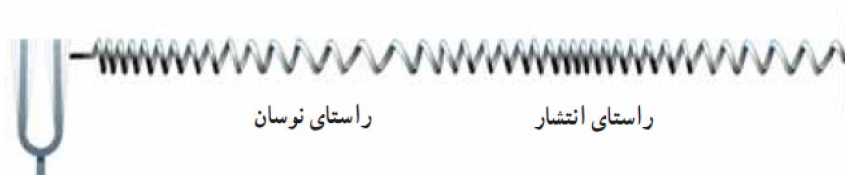


۹۰/۶/۱۶

موج عرضی اگر راستای نوسان ذره‌های محیط، عمود بر راستای 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 با راستای انتشار موج باشد، موج را طولی می‌گویند. بطور مثال، در شکل زیر با نوسان دیافراژن امواج بصورت تراکم و انبساط حلقه‌های فنر پیشروی می‌کنند.



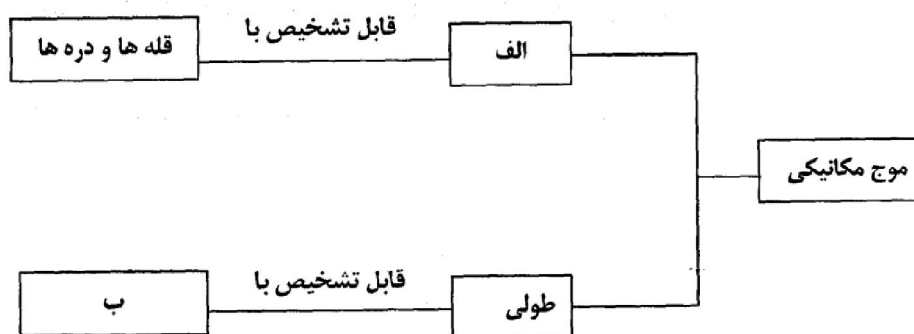
در فنر هم موج عرضی و هم موج طولی منتشر می‌شود.

در هر مورد نوع موج منتشر شده را نام ببرید:

الف) موج منتشر شده در فنر با نزدیک کردن چند حلقه آن به هم و رها کردن آنها.

ب) موج منتشر شده در تار مرتعش.

پس از کامل کردن خانه‌های خالی در نقشه‌ی مفهومی زیر، عبارت‌های کامل کننده را به پاسخ نامه منتقل کنید.



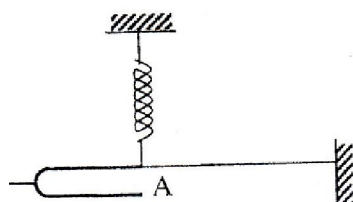
طول موج را تعریف کنید. چگونه می‌توانید روی نقش موج‌های طولی و عرضی، طول موج را نشان دهید؟

در طرح رو به رو، یک سر نخ و فنر در نقطه‌ی A به شاخه‌ی دیافراژن وصل شده است. با ارتعاش دیافراژن:

الف) نوع موج‌هایی را که در نخ و فنر انتشار می‌یابند، مشخص کنید.

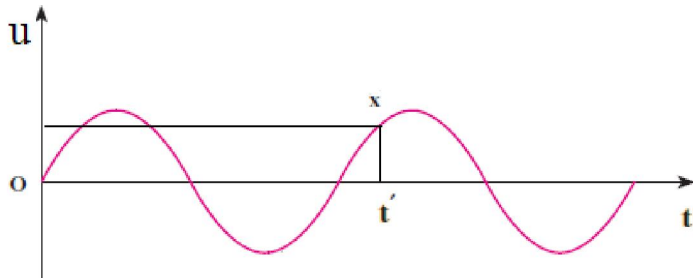
ب) یک کمیت نام ببرید که مساوی بودن آن‌ها برای هر دو موج قطعی است.

ج) یک کمیت نام ببرید که ممکن است برای هر دو موج یکسان نباشد.



تابع موج وقتی یک موج در یک محیط همگن در حال انتشار است، شکل موج، در ضمن انتشار در محیط تغییر نمی کند. یعنی هر نقطه از محیط با تاخیر زمانی مانند چشمه موج نوسان می کند.

اگر چشمه موج را در مبدأ داشته باشیم ($x=0$)، یک نقطه دلخواه مانند x را در نظر می گیریم که تپ ایجاد شده در چشمه، پس از t' ثانیه به آنجا می رسد و سرعت انتشار موج در محیط، مقدار ثابت v را دارد. اگر جابجایی هر نقطه از محیط را با u نشان دهیم:



چشمه موج $\leftarrow u = A \sin \omega t$

نقطه دلخواه در فاصله $x \leftarrow u = A \sin \omega(t - t')$

$$t' = \frac{x}{v} \rightarrow \boxed{u = A \sin \omega(t - \frac{x}{v})} \quad \boxed{u = A \sin(\omega t - \frac{\omega x}{v})}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ و } v = \frac{\lambda}{T} \rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v} \rightarrow \boxed{u = A \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)} \text{ و } \boxed{u = A \sin(\omega t - kx)}$$

K را عدد موج می گویند که در ادامه تعریف خواهیم کرد. $\boxed{k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v}}$

تابع موج با شکلهای متفاوتی ظاهر می شود ولی همه آنها نشان دهنده یک تابع زمانی - مکانی (دو متغیره) است، یعنی جابجایی هر نقطه از محیط نسبت به نقطه تعادل را با توجه به فاصله از مبدأ و زمان نوسان نشان می دهد.

تالیفی

تابع یک موج مکانیکی در (SI) بصورت $U_x = 0.6 \sin(120\pi t - \frac{\pi}{2}x)$ است :
مطلوبست : دامنه - بسامد - طول موج و سرعت انتشار

۲۲/۱۷

با دیافازونی به بسامد 50 Hz ، سر طناب کشیده شده ای را به نوسان در می آوریم. اگر دامنه ی نوسان ها 5 میلی متر و سرعت انتشار موج در طناب 100 متر بر ثانیه و در جهت $+x$ باشد :
الف) تابع موج ایجاد شده در طناب را در SI بنویسید.
ب) معادله ی نوسان نقطه ی M از طناب را که با دیافازون 25 سانتی متر فاصله دارد، بنویسید.

۲۲/۱۷

۸۴/۱۰/۱۴

$u_y = A \sin(\omega t - kx)$	انتشار در جهت X و ارتعاش در جهت Y	تابع موج عرضی :
$u_x = A \sin(\omega t - ky)$	انتشار در جهت Y و ارتعاش در جهت X	

$u_x = A \sin(\omega t - kx)$	انتشار در جهت X و ارتعاش در جهت X	تابع موج طولی :
$u_y = A \sin(\omega t - ky)$	انتشار در جهت Y و ارتعاش در جهت Y	

تألیفی

موجی با تابع $u_y = 6 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{\lambda} x)$ در محیط منتشر می‌شود :

الف (این موج عرضی است یا طولی؟) ب (طول موج و دوره تناوب آن چقدر است ؟)

فاصله دو نقطه محیط از یکدیگر : معادله نوسان دو نقطه A و B در یک جهت انتشار موج و به فاصله x_A و x_B

$$u_A = A \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x_A)$$

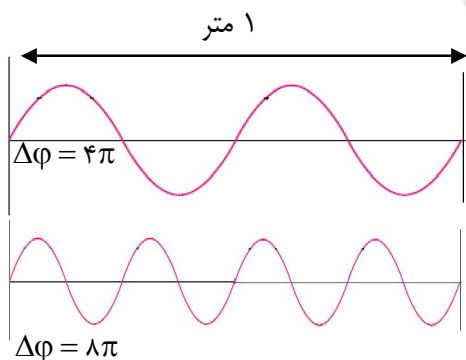
از چشمه موج را در نظر بگیرید :

$$u_B = A \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x_B)$$

$$|\Delta\phi| = \frac{2\pi}{\lambda} |x_B - x_A|$$

$$|\Delta\phi| = \frac{2\pi}{\lambda} |\Delta x|$$

اختلاف فاز این دو نقطه برابر است با :



عدد موج $\Delta\phi = 4\pi$

که به فاصله ۱m از یکدیگر در یک جهت انتشار موج قرار دارند .

$$\Delta x = 1 \rightarrow$$

هر چه طول موج کوتاهتر باشد با ازای ۱m اختلاف فاز

بیشتری ایجاد خواهد شد .

چشمه ی موجی نوسان هایی با بسامد ۲۰ Hz و دامنه ی ۴cm در یک محیط کشسان و در راستای محور y انجام می دهد. اگر این نوسان ها در خلاف جهت محور x و با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در این محیط منتشر شوند:

الف) طول موج و عدد موج را حساب کنید.

ب) تابع این موج را بنویسید.

تألیفی

۸۶/۱۰/۱۱

پیش ۲۱

بسامد زاویه ای موجی 800π رادیان بر ثانیه و سرعت انتشار آن 400 m/s است :
 الف) عدد موج و طول موج را حساب کنید.
 ب) تغییر فاز یک نقطه معین در بازه زمانی 0.01 ثانیه چند رادیان است؟
 ج) اگر اختلاف فاز بین دو نقطه از محیط $\frac{\pi}{4}$ باشد، حداقل فاصله بین دو نقطه چند متر است؟

۸۷/۶/۲۰

پیش ۲۲

موجی به معادله $u_x = 0.1 \sin(50\pi t + \pi x)$ در محیط منتشر می شود:
 الف) این موج طولی است یا عرضی؟
 ب) در چه راستا و در چه جهتی منتشر می شود؟

۸۷/۶/۲۰

پیش ۲۳

موجی با بسامد 1000 هرتز با سرعت 500 m/s در محیطی منتشر می شود.
 الف) عدد موج و بسامد زاویه ای را حساب کنید.
 ب) اگر اختلاف فاز بین دو نقطه از محیط $\frac{\pi}{4}$ باشد، حداقل فاصله بین دو نقطه را بدست آورید.

۸۷/۶/۲۰

پیش ۲۴

تابع موج در نقطه O به صورت $u_y = 0.1 \sin(200\pi t)$ است. اگر این موج پس از انتشار در جهت محور X با سرعت 100 m/s به نقطه M در فاصله 0.5 متری از نقطه O برسد معادله نوسانی نقطه M را بنویسید.

۸۷/۶/۲۰

پیش ۲۵

موجی در یک محیط کشسان با سرعت $7/5 \text{ m/s}$ در حال انتشار است. معادله‌ی نوسانی نقطه‌ی A از این محیط در SI به صورت $U_A = 0.02 \sin(60\pi t - \frac{\pi}{6})$ است. مطلوب است:

الف) بسامد چشمه‌ی موج

ب) طول موج

ج) فاصله‌ی بین نقطه‌ی A و دومین نقطه‌ای که در فاز مخالف با نقطه‌ی A است.

۸۷/۱۰/۲۶

پیش ۲۶

حد اقل فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B از یک محیط انتشار موج که در فاز مخالف اند، برابر 10 cm است. اگر معادله‌ی نوسانی نقطه‌ی A به صورت $U_A = 0.2 \sin(30\pi t + \frac{11\pi}{6})$ باشد:

الف) طول موج چه قدر است؟

ب) سرعت انتشار موج را در این محیط تعیین کنید.

۸۷/۱۰/۲۶

پیش ۲۷

یک چشمه‌ی موج در یک محیط کشسان و در راستای محور y با دامنه‌ی 5 cm در نوسان است و در هر دقیقه 360 نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر موج حاصل در جهت محور x با سرعت $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ منتشر شود:

الف) بسامد و عدد موج را محاسبه کنید.

ب) تابع این موج را در SI بنویسید.

۸۷/۱۲/۵

پیش ۲۸

یک چشمه ی موج با بسامد 10 Hz نوسان هایی با دامنه ی 5 mm ایجاد می کند که با سرعت $10\frac{m}{s}$ در جهت مثبت محور x منتشر می شوند. طول موج و عدد موج را محاسبه کرده و تابع موج آن را نیز بنویسید.

۸۸/۶/۸۸

پیش ۲۹

موجی در یک محیط در حال انتشار است. معادله ی نوسانی نقطه های A و B از این محیط در SI به صورت:
 $u_A = 0.02 \sin(50\pi t - 0.4\pi)$ و $u_B = 0.02 \sin(50\pi t - 0.7\pi)$ است. اگر موج از نقطه ی A به نقطه ی B برود کمترین فاصله ی دو نقطه را از یکدیگر به دست آورید. (سرعت انتشار موج $20\frac{m}{s}$ است)

۸۸/۶/۸۸

پیش ۳۰

با توجه به مفهوم عبارت ها در ستون اول، از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هر کدام از آن ها انتخاب کنید.

ستون اول	ستون دوم
الف) موج عرضی	♦ شرایط فیزیکی محیط انتشار
ب) موج طولی	♦ فاصله ی دو قله ی متوالی در نقش موج
ج) سرعت انتشار موج	♦ $\frac{\text{rad}}{s}$
د) بسامد و دامنه ی موج	♦ قله ها و دره ها
هـ) عدد موج	♦ شرایط فیزیکی چشمه ی موج
	♦ تراکم ها و انبساط ها
	♦ $\frac{\text{rad}}{m}$

۸۹/۱۰/۱۵

پیش ۳۱

چشمه ی موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که سرعت انتشار موج در آن $100\frac{m}{s}$ است، نوسان هایی طولی در جهت $x +$ ایجاد می کند. اگر دامنه ی نوسان ها 4 cm باشد، تابع موج را در SI بنویسید.

۸۹/۱۰/۱۵

پیش ۳۲

تابعی موجی در SI به صورت $U_y = 2 \times 10^{-2} \sin(4\pi t - \pi x)$ است:

(الف) نوع موج و جهت انتشار آن را مشخص کنید.

(ب) سرعت انتشار موج را محاسبه کنید.

(ج) معادله‌ی نوسان نقطه‌ای از محیط واقع در مکان $x = +0.5\text{m}$ را بنویسید.

(د) اختلاف فاز دو نقطه از محیط به فاصله‌ی 2cm و در یک جهت انتشار چه قدر است؟

۸۹/۲/۱۰

پیش ۳۳

چشمه‌ی موجی، نوسان‌هایی با بسامد زاویه‌ای $50\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ و دامنه‌ی 5cm ایجاد می‌کند که با سرعت

$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در در راستای محور y منتشر می‌شود. اگر طول موج این امواج 4cm باشد و در جهت مثبت

محور x منتشر شوند:

(آ) عدد موج چند رادیان بر متر است؟

(ب) تابع موج را بنویسید.

(پ) فاصله‌ی سومین نقطه‌ی هم فاز با چشمه‌ی موج چه اندازه است؟

۹۰/۶/۱۶

پیش ۳۴

چشمه‌ی موجی نوسان‌هایی با بسامد 10 هرتز و دامنه‌ی 2 سانتی متر را با سرعت 40 متر بر ثانیه در جهت محور x منتشر می‌کند.

(آ) طول موج و عدد موج را برای این موج محاسبه کنید.

(ب) تابع موج را برای این چشمه‌ی موج در SI بنویسید.

۹۰/۱۰/۱۲

پیش ۳۵

نیروی کشش طنابی 16 N و جرم واحد طول آن 40 g/m است. اگر سر این طناب را با دیافازونی که بسامد آن 100 Hz است، عمود بر راستای طناب به نوسان در آوریم:

الف) طول موج را در طناب حساب کنید.

ب) یک راه برای کاهش سرعت انتشار موج در طناب را بنویسید.

۹۱/۴/۵

پیش ۳۶

تابع موج چشمه ی موجی در SI، به صورت $U_x = 0.05(40\pi t + \frac{\pi}{2}x)$ است:

الف) جهت انتشار موج را تعیین کنید.

ب) طول موج و سرعت انتشار موج را محاسبه کنید.

۹۱/۴/۵

پیش ۳۷

موجی با تابع $u_x = 2\sin(50\pi t - \frac{\pi}{8}x)$ در محیط منتشر می شود:

الف) این موج عرضی است یا طولی؟

ب) طول موج و دوره تناوب آن چقدر است؟

ج) اختلاف فاز دو نقطه از محیط با فاصله 40 cm از یکدیگر چقدر است؟

د) سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

تألیفی

پیش ۳۸

در یک محیط موجی در حال انتشار است و معادلات نوسان دو نقطه A و B بصورت زیر است:

$$U_A = 0.05\sin(20\pi t - 0.2\pi)$$

$$U_B = 0.05\sin(20\pi t - 0.8\pi)$$

اگر سرعت انتشار ارتعاش 40 m/s باشد:

الف) فاصله دو نقطه A و B از نظر مکانی و زمانی چقدر است؟

ب) معادله نوسان نقطه C اولین نقطه هم فاز با نقطه A را بنویسید.

تألیفی

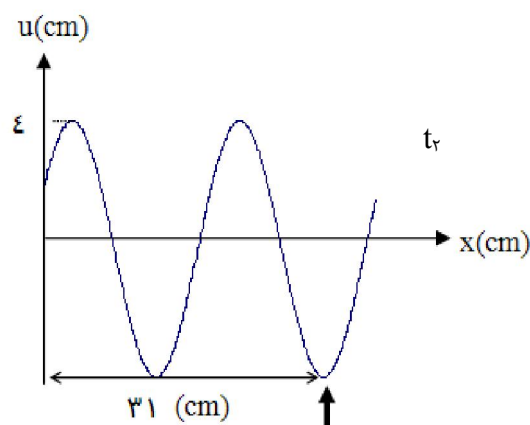
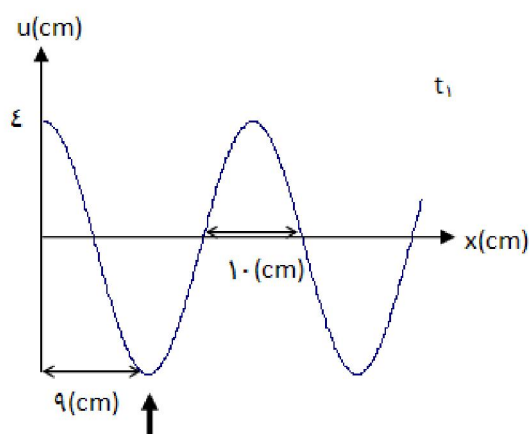
تألیفی

یک منبع ارتعاشی به معادله $U = 0.4 \sin \omega t$ امواجی را روی خط راست منتشر می‌کند در یک لحظه معین نقطه $x_A = 10 \text{ cm}$ دارای بعد نوسان $U_A = 2\sqrt{3} \text{ cm}$ و نقطه $x_B = 25 \text{ cm}$ دارای بعد نوسان $U_B = 2 \text{ cm}$ است طول موج این حرکت را محاسبه کنید .
(چند جواب قابل قبول داریم)

تألیفی

در شکلهای زیر دو لحظه $t_1 = 0.25 \text{ s}$ و $t_2 = 0.6 \text{ s}$ از موجی نشان داده شده است تابع موج را بنویسید .

تألیفی



تألیفی

ابتدای طناب کشیده‌ای را با دیپازنی به بسامد 60 Hz به نوسان درمی‌آوریم که دامنه نوسان آن 4 mm است ، سرعت انتشار موج در طناب 120 m/s است : الف) تابع موج ایجاد شده در طناب را بنویسید .
ب) معادله نوسان نقطه‌ای را که در فاصله 50 cm از ابتدای طناب قرار دارد را بنویسید .

تألیفی

۴۲

ثابت کنید شرط آنکه سرعت انتشار موجی برابر با بیشینه سرعت ارتعاش ذرات محیط باشد آن است که $\lambda = 2\pi A$ باشد.

تألیفی

۴۳

یک موج عرضی با سرعت 30 m/s در طناب شکل مقابل که وزنه ای جرم 20 kg به آن آویزان است منتشر می شود. اگر بخواهیم سرعت انتشار موج در طناب تغییر نکند در شرایط زیر چه وزنه ای را باید آویزان کنیم؟ (جنس طناب تغییر نمی کند)
الف) قطر طناب نصف قطر طناب اولی باشد
ب) قطر طناب دو برابر قطر طناب اولی باشد



تألیفی

۴۴

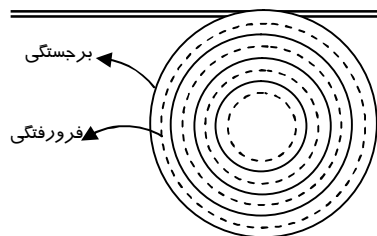
معادله نوسانی دو نقطه A و B از یک محیط به ترتیب بصورت $x_1 = a \sin(100\pi t)$ و $x_2 = a \sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ است اگر دو نقطه با منبع ارتعاشی در یک امتداد بوده و سرعت انتشار موج 100 m/s باشد:
الف) طول موج ارتعاشات و کمترین فاصله بین دو نقطه چقدر است؟
ب) بین نقطه A و نقطه C به فاصله $7/2 \text{ m}$ از آن چند نقطه همفاز و چند نقطه درفاز متقابل A وجود دارد؟

تألیفی

۴۵

معادله نوسانی نقطه A که به فاصله 1 m از منبع ارتعاش قرار دارد بصورت $X_A = 4 \sin(10\pi t - \frac{\pi}{4})$ است.
اگر سرعت انتشار موج 20 m/s باشد:
الف) طول موج آنرا محاسبه کنید.
ب) معادله ارتعاشی منبع را بنویسید.
ج) معادله نوسانی اولین نقطه همفاز با A را بنویسید که بعد از A قرار دارد.
د) سرعت نوسان اولین نقطه در فاز متقابل A که بعد از آن قرار دارد را در لحظه $t = \frac{3}{4} \text{ s}$ بنویسید.

تألیفی

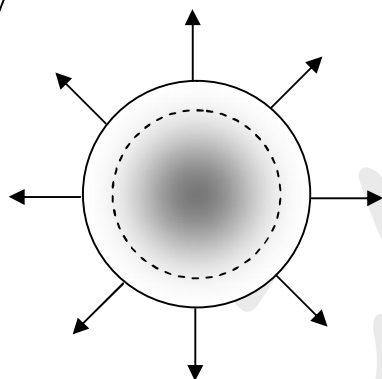


جبهه موج: موج مکان هندسی نقطه هایی از محیط است که در آن نقطه ها تابع موج دارای فاز یکسانی است . یعنی اختلاف فاز نقطه های واقع بر یک جبهه موج همواره برابر صفر است .

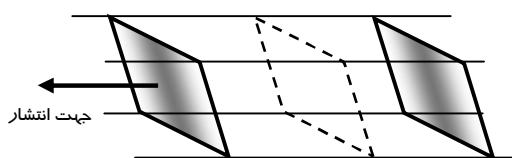
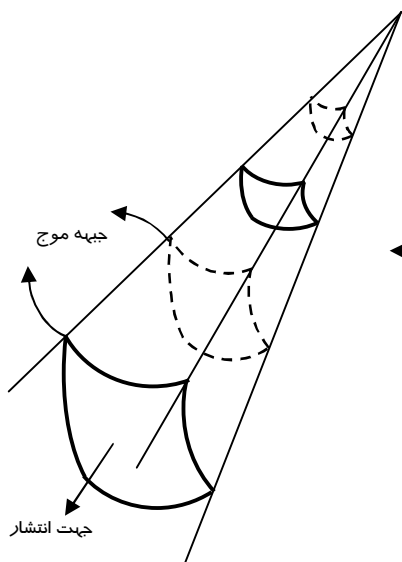
🔔 : انتشار موج در سطح آب نمونه ای از انتشار موج در دو بعد است .

🔔 : انتشار امواج صوتی و الکترو مغناطیسی نمونه هایی از انتشار موج در سه بعد است .

امواج کروی: اگر یک چشمه موج نقطه ای را در یک محیط همسانگرد سه بعدی قرار دهیم ، جبهه موج به صورت کره هایی متداخل هم مرکز خواهد بود که چشمه موج در مرکز آنها خواهد بود که شعاع کره ها با انتشار موج افزایش می یابد .



امواج تخت : در فاصله های بسیار دور از یک چشمه موج نقطه ای ، قسمت های کوچکی از جبهه امواج کروی به صورت صفحه هایی موازی با یکدیگر در می آیند .



🔔 : انرژی ای که توسط موج حمل می شود با مجذور دامنه و مجذور بسامد موج ، نسبت مستقیم دارد .

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

بازتاب موج : هرگاه موج در حال انتشار به مرز یک محیط با محیط دیگر برسد ، مقداری از انرژی این موج

از مرز مشترک عبور ، و بقیه آن به محیط اول بر می گردد ، به این پدیده را باز تاب موج می نامند .

🔔 : در مطالعه بازتاب با ین دو فرض بررسی ساده تر و آموزنده است :

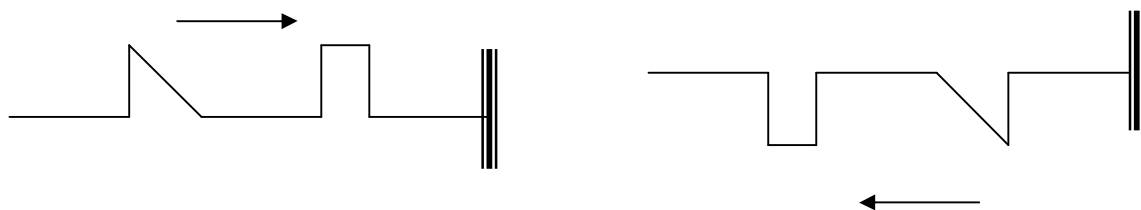
فرض اول (تمام انرژی موج از مرز مشترک دو محیط بازتاب شده و به محیط اول بازمی گردد .

فرض دوم (اصطکاک ناچیز است و انرژی موج تلف نمی شود .

بازتاب از انتهای ثابت (مانع سفت) : وقتی تپ به محیط دومی برسد که قادر به جابجایی آن نباشد ، تپ

در خلاف جهت تابش مجدداً به محیط اول بازتاب می کند و با موج تابشی اختلاف فاز π پیدا می کند .

مانند طنابی که یک انتهای آن به دیوار بسته شده و انتهای دیگر نوسان می کند .



۹۰۰/۰/۷

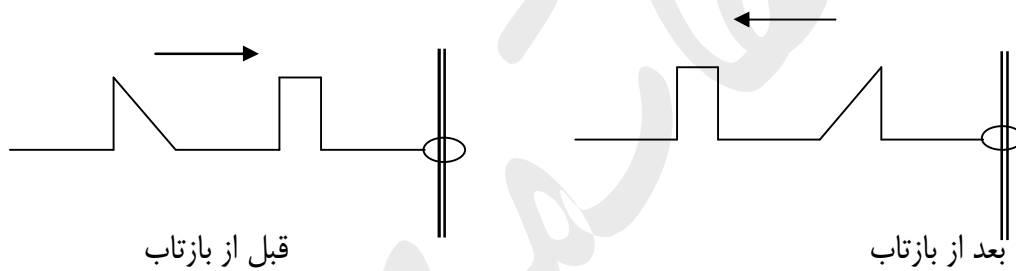
۹۰۰/۰/۷

بعد از بازتاب

قبل از بازتاب

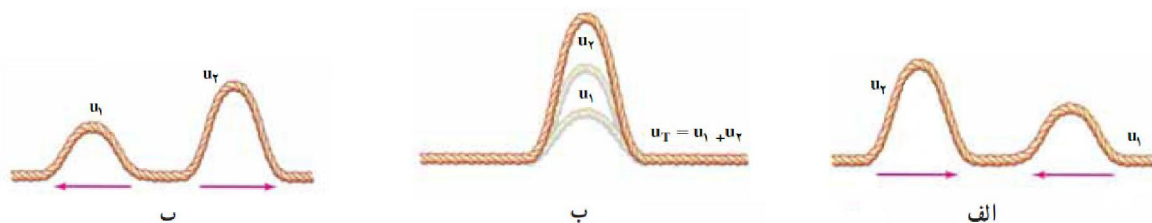
آ) بازتاب موج از انتهای ثابت یک طناب را با رسم شکل، نشان دهید.
ب) اختلاف فاز تپ بازتابی و تپ تابشی در محل انتهای ثابت چه قدر است؟

بازتاب از انتهای آزاد (مانع نر): وقتی تپ به محیط دومی برسد که قادر به جابجایی آن باشد، انتهای آزاد مانند یک چشمه موج عمل می کند و تپ درخلاف جهت تابش مجدداً به محیط اول بازتاب می کند و با موج تابشی اختلاف فاز 2π یا صفر پیدا می کند. مانند طنابی که یک انتهای آن با یک حلقه حول میله ای می تواند نوسان کند و انتهای دیگری به سمت آن حرکت می کند.

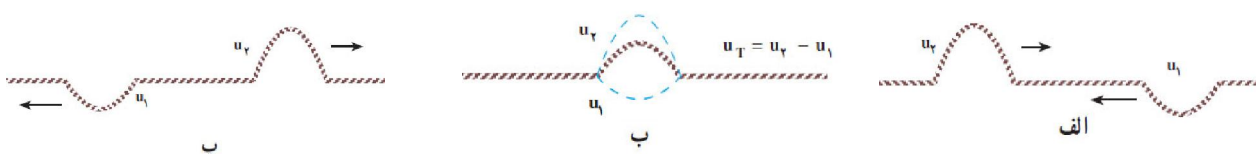


اصل برهم نهی امواج: در نقطه ای که دو یا چند موج با هم تلاقی می کنند، جابجایی ذره ای از محیط که در آن نقطه است، برابر برآیند جابجایی های حاصل از هر یک از موجهاست.

برهم نهی سازنده: اگر هنگامیکه دو تپ به یکدیگر می رسند، جابجایی آنها هم جهت یکدیگر باشد جابجایی برآیند، برابر مجموع اندازه جابجایی هر یک از آنهاست، که به این برهم نهی سازنده می گویند.



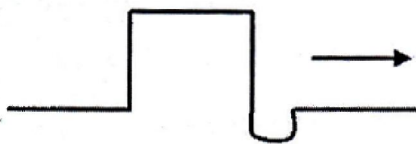
برهم نهی ویرانگر: اگر هنگامیکه دو تپ به یکدیگر می رسند، جابجایی آنها در خلاف جهت یکدیگر باشد جابجایی برآیند، برابر تفاضل اندازه جابجایی آنهاست، که به این برهم نهی ویرانگر می گویند.



پیش ۴۷

مانند شکل، یک تپ در طنابی در حال انتشار است.

الف) شکل تپ بازتاب یافته از انتهای ثابت طناب را رسم کنید.
ب) تپ دیگری رسم کنید که در لحظه‌ی برهم نهی کامل با این تپ بتواند آن را خنثی کند.



پیش ۴۸

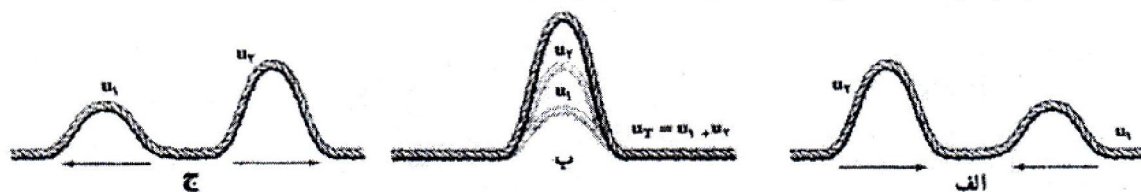
الف) بازتاب تپ مقابل از انتهای آزاد طناب را با ترسیم نشان دهید.

ب) در یک طناب دو تپ رسم کنید که در لحظه‌ی تلاقی کامل، برهم نهی سازنده داشته باشند.



پیش ۴۹

در شکل‌های زیر حالت‌های مختلفی از انتشار دو تپ عرضی را در یک طناب مشاهده می‌کنید. استنباط خود را از مشاهده‌ی حالت‌های مختلف بنویسید.



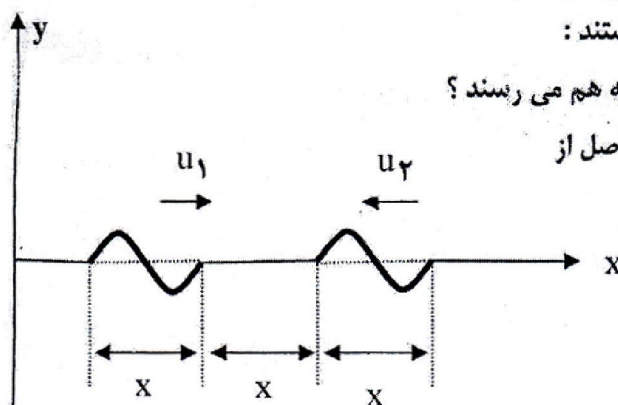
پیش ۵۰

در شکل، نقش دو تپ سینوسی در یک طناب با دوره‌ی T و دامنه‌ی A را مشاهده می‌کنید که به طرف هم در حال انتشار هستند:

الف) این تپ‌ها پس از چه مدتی (برحسب دوره) به هم می‌رسند؟

ب) پس از مدت زمان T (یک دوره)، نقش موج حاصل از برهم نهی آن‌ها را در طناب رسم کنید.

ج) این تپ‌ها پس از چه مدتی (برحسب دوره) به طور کامل از روی هم عبور می‌کنند؟



۸۹/۳/۲

۸۹/۴/۶

۸۹/۱۰/۲۲

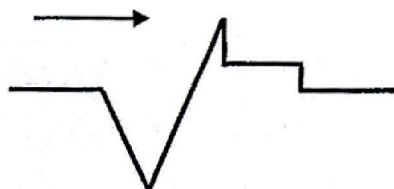
۹۰/۲/۲۶

۹۱/۵/۲۵

الف) شرط ایجاد تداخل موج ها را بنویسید. (دو شرط)
ب) در انتشار موج ها در یک بعد، در چه صورت برهم نهی دو موج ویرانگر است؟

۹۱/۵/۲۵

۹۰/۶/۱۰



مطابق شکل، تپی روی طنابی در حال انتشار است.
آ) شکل تپ بازتاب را از انتهای آزاد طناب رسم کنید.
ب) شکل تپی را رسم کنید که اگر در همین طناب از راست به چپ منتشر شود، هنگام برهم نهی با این تپ، در همه ی لحظه ها آن را خنثی کند.

۹۰/۶/۱۰

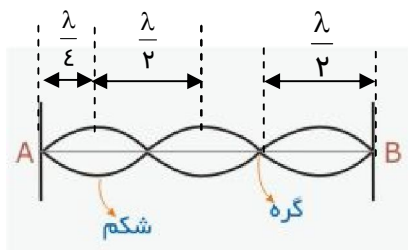
۹۱/۳/۹



مطابق شکل، تپی از چپ به راست در طول طناب منتشر می شود.
الف) شکل تپ بازتابیده را از انتهای آزاد طناب رسم کنید.
ب) شکل تپی را رسم کنید که در نقطه ی A از راست به چپ منتشر شده و در یک لحظه اثر این موج را کاملاً خنثی کند.

۹۱/۳/۹

امواج ایستاده: هرگاه دو چشمه موج، امواجی با دامنه و بسامد یکسان را در دو سوی مخالف در یک محیط منتشر کنند از برهم نهی آنها، مجموعه ای از نقاط محیط همواره ساکن (برهم نهی ویرانگر) خواهند بود (گره) و مجموعه ای از نقاط بیشترین دامنه نوسان (برهم نهی سازنده) را خواهند داشت (شکم). به این گونه موجهای ایجاد شده امواج ایستاده می گویند.



🔊 : فاصله دو شکم متوالی = فاصله دو گره متوالی = $\frac{\lambda}{2}$

🔊 : فاصله یک گره با شکم بعدی = $\frac{\lambda}{4}$

ایجاد امواج ایستاده در طول طناب: برای ایجاد امواج ایستاده باید بین طول طناب و طول موج رابطه معینی برقرار باشد. اگر دو موج کاملاً یکسان در دو سوی مخالف در طناب منتشر شوند، حاصل آن امواج ایستاده خواهد بود.

الف) دو سر طناب ثابت است: در این حالت در دو سر طناب همواره گره وجود دارد بنابراین طول طناب باید مضرب صحیحی از نصف طول موج باشد.

$$L = \text{طول طناب}$$

$$L = \frac{n\lambda_n}{2}$$

$n = \text{تعداد شکم} = \text{شمارنده هماهنگ}$

$n+1 = \text{تعداد گره}$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$\text{و } f_n = \frac{V}{\lambda_n}$$

$$f_n = \frac{nV}{2L}$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{V}{2L}$$

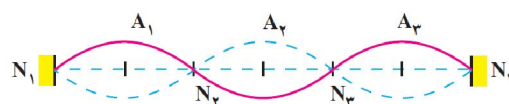
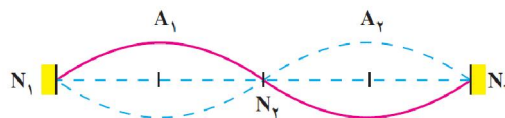
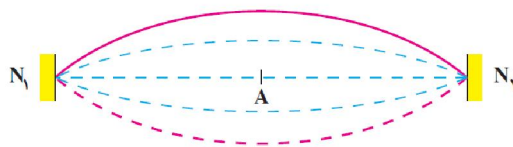
بسامد اصلی

$$\Rightarrow f_n = nf_1$$

$$L = \frac{\lambda_1}{2}$$

$$L = \frac{2\lambda_2}{2}$$

$$L = \frac{3\lambda_3}{2}$$



همانطور که از محاسبات بالا معلوم است در این حالت تمام مضارب صحیح بسامد اصلی تولید می شود که به آنها هماهنگ گفته می شود. بسامد اصلی در حالت $n = 1$ تولید می شود و بم ترین صدا را دارد.

در طنابی با دو انتهای بسته موج ایستاده ای با ۴ گره ایجاد شده است و سرعت انتشار موج در طناب 120 m/s و فاصله دو گره متوالی 10 cm است: الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید. ب) طول طناب و طول موج را محاسبه کنید. ج) بسامد نوسان چقدر است؟

تألیفی

تألیفی

جرم یک ریسمان 20 g است و بین دو نقطه بسته شده است. این ریسمان با نیروی 100 N به طوری مرتعش می شود ۵ گره در آن ایجاد می شود اگر فاصله اولین گره تا دومین شکم 30 cm باشد بسامد موج ایستاده تولید شده را بدست آورید.

تألیفی

تألیفی

پیش ۵۶

در یک طناب با دو سر ثابت به کمک چشمه ای با بسامد ثابت موج ایستاده با ۴ گره ایجاد شده است . نیروی کشش طناب را تغییر می دهیم تا در طول طناب ۳ گره ایجاد شود . با محاسبه نشان دهید نیروی کشش چند برابر شده است ؟

تألیفی

پیش ۵۷

سیمی به طول 0.8m با نیروی F بین دو نقطه ثابت شده است . این سیم به گونه ای مرتعش می شود که در طول آن ، ۲ شکم تشکیل می شود . اگر سرعت انتشار موج 200m/s باشد :
الف) بسامد صوتی که این سیم ایجاد می کند ، چند هرتز است ؟ ب) بسامد هماهنگ هفتم این سیم را محاسبه کنید .

تألیفی

پیش ۵۸

دوسر طنابی ثابت شده است. وقتی طناب را به ارتعاش درمی آوریم در آن موج ایستاده تشکیل می شود. اگر طول طناب 60cm و در آن ۳ گره تولید شده باشد : (سرعت انتشار موج در طناب $240 \frac{m}{s}$ است)
الف) طول موج تولید شده چند سانتی متر است .
ب) بسامد نوسان طناب رابه دست آورید .

۸۸/۶/۱۷

پیش ۵۹

در یک طناب با دو سر ثابت به کمک چشمه ای با بسامد ثابت موج ایستاده ای با ۴ گره ایجاد شده است. نیروی کشش طناب را تغییر می دهیم تا در طول طناب ۳ گره ایجاد شود. با محاسبه نشان دهید نیروی کشش چند برابر شده است؟

۸۹/۳/۲

پیش‌نویس

در یک طناب با دوسر ثابت موج ایستاده‌ای با چهارگره تشکیل شده است. اگر فاصله‌ی یک گره از نزدیکترین شکم به آن $7/5$ سانتی متر باشد:
الف) طول موج و طول طناب را محاسبه کنید.
ب) بسامد نوسان طناب را به دست آورید. ($V = 180 \frac{m}{s}$ در طناب)

۸۹/۴/۶

پیش‌نویس

یک طناب با دو انتهای بسته را به ارتعاش در می‌آوریم تا در آن موج ایستاده تشکیل شود. اگر طول طناب 60 cm و در آن سه گره ایجاد شده باشد:
الف) طول موج ارتعاشات چه قدر است؟
ب) بسامد نوسان طناب را محاسبه کنید.

۸۹/۱۰/۲۶

الف) یک سر طناب ثابت است: از آنجا که در انتهای آزادطناب همواره شکم و در انتهای ثابت همواره گره تشکیل می‌شود بنابر این طول طناب باید مضربی از $\frac{\lambda}{2}$ باشد.

$$L = \frac{(2n-1)\lambda_{(2n-1)}}{2}$$

$n = \text{تعداد شکم} = \text{تعداد گره}$

$2n-1 = \text{شمارنده هماهنگ}$

$$\lambda_{(2n+1)} = \frac{2L}{(2n+1)}$$

$$f_{(2n-1)} = \frac{(2n-1)V}{2L} \Rightarrow f_{(2n-1)} = (2n-1)f_1$$

و

$$f_{(2n-1)} = \frac{V}{\lambda_{(2n-1)}}$$

$$f_1 = \frac{V}{2L} \text{ بسامد اصلی}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = \frac{\lambda_1}{2} \\ L = \frac{3\lambda_3}{2} \\ L = \frac{5\lambda_5}{2} \end{array} \right. \leftarrow$$

همانطور که از محاسبات بالا معلوم است در این حالت فقط مضارب فرد بسامد اصلی تولید می‌شود و به ازای $2, 3, \dots, n$ هماهنگهای سوم و پنجم و بدست می‌آیند.

پیش ۲۲

در یک طناب که ابتدای آن بسته و انتهای آن آزاد است موج ایستاده تشکیل شده است و در طناب ۵ گره ایجاد شده که فاصله اولین گره از سومین شکم بعد از آن ۲۰ cm است : الف) طول طناب چقدر است ؟ ب) اگر سرعت انتشار موج در طناب ۸۰ m/s باشد بسامد هماهنگ ایجاد شده در طناب و بسامد هماهنگ اصلی را محاسبه کنید .

تألیفی

پیش ۲۳

در طنابی با یک سر ثابت، موج ایستاده‌ای با ۴ گره ایجاد شده است. اگر فاصله‌ی انتهای آزاد طناب تا نزدیک‌ترین گره ۵ cm باشد:
الف) طول موج و طول طناب را محاسبه کنید.
ب) اگر بسامد نوسان‌ها ۴۰۰ Hz باشد، سرعت انتشار موج را در طناب محاسبه کنید.

۸۹/۶/۲۵

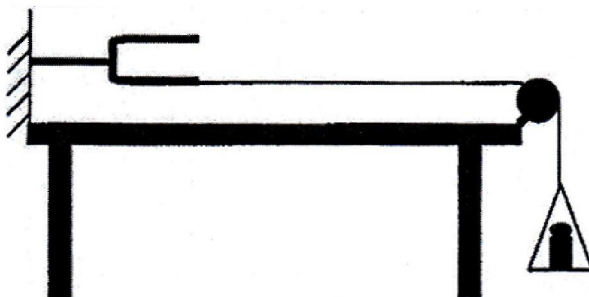
پیش ۲۴

در طنابی با یک سر ثابت ، موج ایستاده‌ای با دو گره تشکیل شده است. طول طناب ۳۰ cm و سرعت انتشار در آن $24 + \frac{m}{s}$ است :
الف) طول موج و فاصله‌ی دو گره را حساب کنید.
ب) بسامد این هماهنگ و بسامد اصلی را محاسبه کنید.

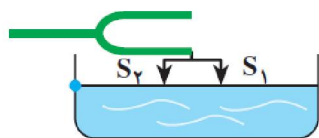
۹۰/۲/۲۹

پیش ۲۵

مطابق شکل ، یک سر طناب نازکی به دیابازون وصل و سر دیگر آن از روی قرقره‌ی ثابتی گذشته و کفه‌ای به آن آویزان است .
وقتی دیابازون به نوسان درمی آید ، در طناب موج ایجاد می شود ، اگر دیابازونی با بسامد دیگری ، جایگزین این دیابازون شود ، توضیح دهید چه تغییری رخ می دهد؟



۹۰/۱۰/۷۷

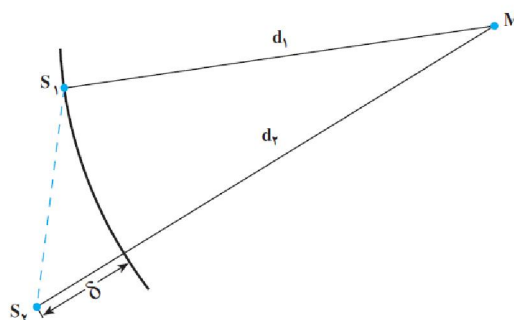
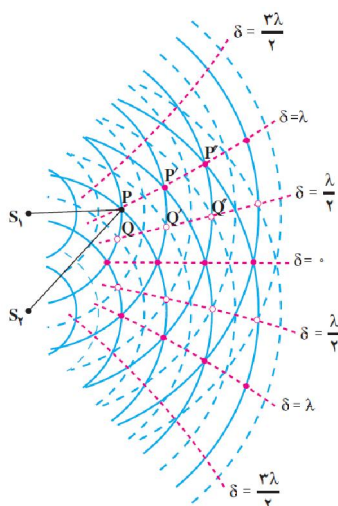


بر هم نهی امواج در دو بعد (تداخل امواج در سطح آب):

مانند شکل دو سوزن را به یک دیپازن وصل می‌کنیم و آنرا در بالای تشت شفاف آب به نوسان در می‌آوریم، هر سوزن مانند یک چشمه موج در سطح

آب اموجی درست می‌کند بنابر این به هر نقطه سطح آب بطور همزمان دو موج می‌رسد و بر هم نهی اتفاق می‌افتد، و امواج ایستاده دو بعدی تشکیل می‌شود، یعنی در مجموعه ای از نقاط که برهم نهی سازنده است، بیشترین دامنه (شکم)، و در مجموعه ای از نقاط که بر هم نهی ویرانگر است نقاط ساکن، یعنی گره تشکیل می‌شود. به این پدیده تداخل امواج می‌گویند.

تحلیل ریاضی تداخل امواج: مکان هندسی مجموعه نقاطی که تفاضل فاصله آنها از دو نقطه ثابت مقدار ثابتی باشد هذلولی را بوجود می‌آورد.



اگر در تداخل امواج اختلاف راه دو موج که از دو چشمه موج به یک نقطه می‌رسد مضرب صحیحی از طول موج باشد (مانند نقطه p و p' و p'') تداخل سازنده اتفاق می‌افتد، زیرا این نقاط هم فاز هستند ($|\Delta\Phi| = 2n\pi$) و این نقطه با بیشترین دامنه نوسان می‌کند. $\delta = |d_2 - d_1| = n\lambda$

نکته: به ازای هر n ، از وصل کردن نقاط هم فاز یک هذلولی بوجود می‌آید.

اگر در تداخل امواج اختلاف راه دو موج که از دو چشمه موج به یک نقطه می‌رسد مضرب فردی از نصف طول موج باشد (مانند نقطه Q و Q' و Q'') تداخل ویرانگر اتفاق می‌افتد زیرا این نقاط در فاز مخالف هستند ($|\Delta\Phi| = (2n-1)\pi$) و این نقطه ساکن می‌ماند. $\delta = |d_2 - d_1| = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$

نکته: به ازای هر n ، از وصل کردن نقاط در فاز مخالف یک هذلولی بوجود می‌آید.