Subject:
Year: Month: Date:

موج مکانیکی (قسمت اول)

کار موج انتقال انرژی بدون انتقال ماده است

امواج
- الکترومغناطیسی: در محیط مادی و غیر مادی (خلاء) منتشر می‌شوند (نور) — $v_{جامد} > v_{مایع} > v_{هوا}$
- مکانیکی: فقط در محیط مادی منتشر می‌شوند (صوت) — $v_{جامد} \not> v_{مایع} \not> v_{هوا}$

محیط کشسان: محیطی است که اگر در آن تغییر شکلی ایجاد شود ذرات آن تمایل دارند به حالت اولیه بازگردند (بیشتر جامدات همه مایع‌ها و گازها محیط کشسان می‌باشند)

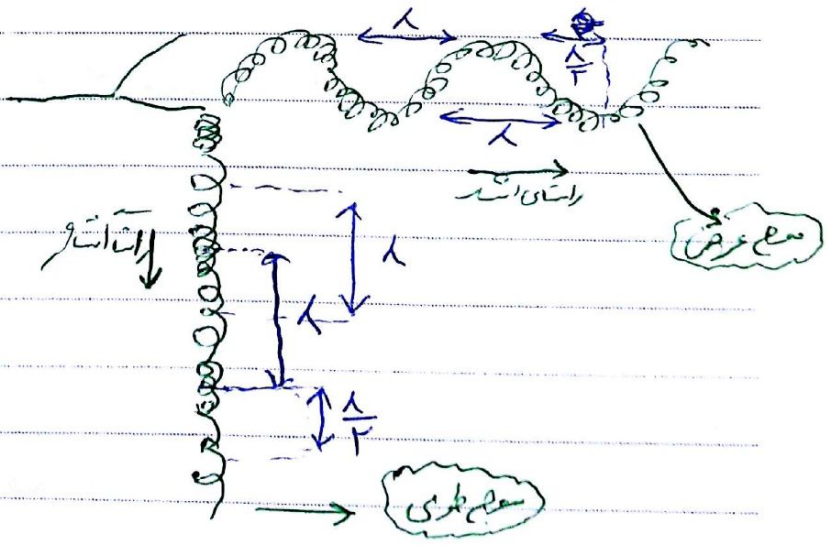
سرعت انتشار موج: سرعت انتشار موج در یک محیط یکسان است. $\Delta x = v \Delta t$

طول موج (λ): فاصله‌ای که موج در مدت زمان یک دوره طی می‌کند. $\lambda = vT$

$$\lambda = Tv = \frac{v}{f} = \frac{c}{f}$$

(λ: طول موج، T: دوره، f: فرکانس، v: سرعت)

امواج
- طولی: امواجی که راستای آن‌ها با راستای انتشار محیط موازی است
- عرضی: امواجی که راستای آن‌ها بر راستای انتشار محیط عمود است



نکته: در یک محیط (v ثابت) می‌بینیم:

$$\lambda \propto \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{f_1}{f_2}$$

نکته: عبور موج از یک محیط به محیط دیگر (f ثابت) است پس:

$$\lambda \propto v \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$v \leftarrow$ فقط به ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار وابسته

$T \leftarrow$ وابسته به چشمه موج است

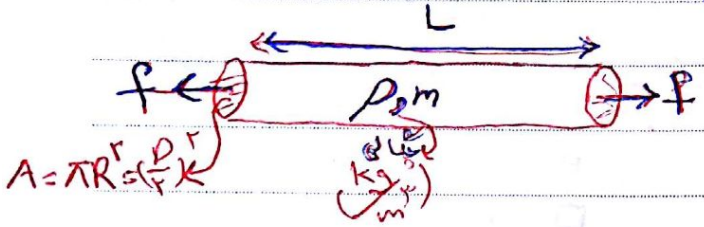
$\lambda \leftarrow$ هم به محیط هم به چشمه موج وابسته است

ALMA

Subject:
Year: Month: Date:

(قسمت دوم)

سرعت انتشار موج عرضی در طول یک تار و طناب کشف



$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = \rho \cdot A \cdot L$

چگالی طولی (جرم واحد طول طناب) $\mu = \frac{m}{L}$

$$v = \sqrt{\frac{F}{A}} = \sqrt{\frac{f \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{f}{\rho \cdot A}} = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

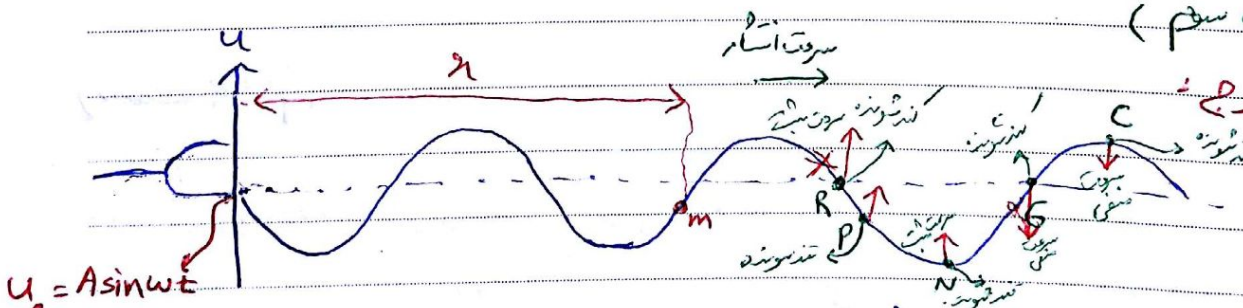
فرهاد مجنون — فیلم — فرهاد روانی — دیروز ۲ بار فرهاد رهایی زد

① سرعت انتشار امواج عرضی در یک طناب یا تار کشش به جرم و طول طناب بستگی ندارد

② هرچه طنابی کشیده‌تر ($\uparrow F$)
نازک‌تر ($\downarrow D$) باشد سرعت انتشار موج عرضی در آن بیشتر است
کم چگال‌تر ($\downarrow \rho$)

(قسمت سوم)

تابع موج:



$$u_{m_{t_s}} = u_{0_{(t-\Delta t)_s}} = A\sin\omega(t-\Delta t)$$
$$= A\sin\omega(t-\frac{x}{v})$$
$$= A\sin(\omega t - \frac{\omega}{v}x)$$
$$= A\sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x)$$
$$= A\sin(\omega t - kx)$$

$$u = A\sin(\omega t \pm k\square)$$

$\square$: راستای ارتعاش (نوسان) — ω: سرعت زاویه‌ای ($\frac{Rad}{s}$) — k: عدد موج ($\frac{Rad}{m}$) — راستای انتشار

⊖ موج در جهت محور $\square$ انتشار یابد
⊕ موج در خلاف جهت محور $\square$ انتشار یابد

Subject:
Year: Month: Date:

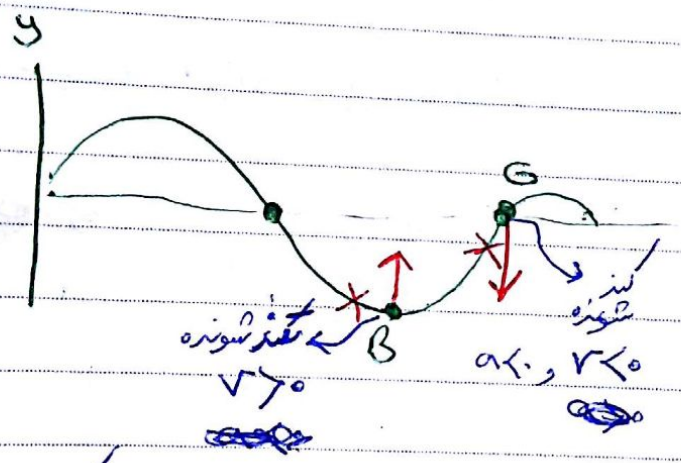
سه زمانی که ○ و □ بعد دو λ یا بیشتر باشد موج عرضی و هنگامی که ○ و □ یکی بالا و دیگری پایین باشد موج طولی است

$k = \frac{w}{v} = \frac{2\pi}{\lambda}\ (\frac{Rad}{m})$ ← عدد موج

سرعت انتشار = فرکانس / طول موج

$\frac{v_{max}}{v} = Ak$ ← ماکزیمم سرعت ارتعاش ذرات محیط / سرعت انتشار

$\Rightarrow$ اثبات) $\frac{v_{max}}{v} = \frac{A\omega}{\frac{\omega}{k}} = Ak$



نقطه G چون نقطه قبل آن پایین تر است پس حرکت G رو به پایین است چون از وضع تعادل دور می شود کند شونده است و چون خلاف جهت محور حرکت می کند ۲۷۰ است و چون $a = -\omega^2 y$ است چون y مثبت است پس ۹۰ می شود نقطه b برعکس است

(قسمت چهارم)

تست ۱) سرعت انتشار موج عرضی در یک تار $100\ m/s$ است. این موج با طول موج ۲ سانتی متر و دامنه ۲ میلی متر در یک تار مشترک شود اگر عدد λ مناسب برای باشد و انتشار موج مخالف جهت محور x باشد تابع موج کدام است

$\lambda = 2mm = 2\times10^{-3}\ m$

۱) $y_1 = 2\times10^{-3}\sin(120\pi t - 2\pi y)$

۲) $y_2 = 2\times10^{-3}\sin(400\pi t - 4\pi x)$

۳) $y_3 = 2\times10^{-3}\sin(120\pi t + 2\pi y)$

۴) $y_4 = 2\times10^{-3}\sin(400\pi t + 4\pi x)$ ✓

خلاق

Subject:

Year: Month: Date:

قسمت ۲) تابع موجی در SI به صورت $y = 0,2 \sin(10\pi t - \pi x)$ می‌باشد. سرعت یک ذره از محیط انتشار موج که در مکان $x = \frac{1}{4}$ m قرار دارد در لحظه $t = \frac{1}{20}$ s چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

۱) صفر ۲) ۲,۲۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹

$$u_y = 0,2 \sin\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$v = \frac{dy}{dt} = 2\pi \cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\Big|_{t=\frac{1}{20}\,s}$$

$$= 2\pi \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4}\right) = 2\pi \sin\frac{\pi}{4} = 2\pi \times \frac{1}{2} = 1,0\pi = 1,0 \times 3 = 3,0$$

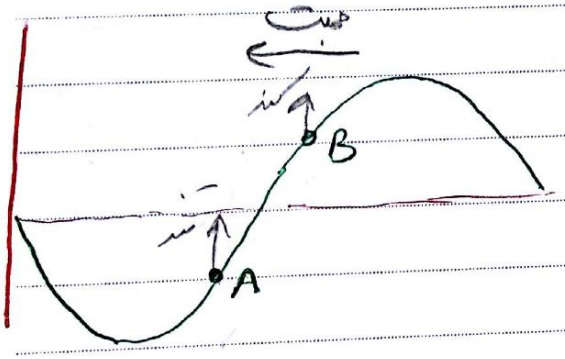
تست ۳) نقش موجی که در خلاف جهت محور x در یک محیط پیش می‌رود در یک لحظه مطابق شکل مقابل است. نوع حرکت نقاط A و B در این لحظه به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

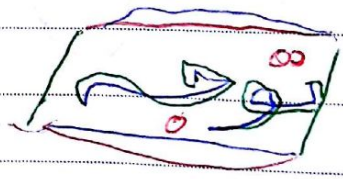
۱) تند شونده ـ تند شونده

۲) کند شونده ـ کند شونده

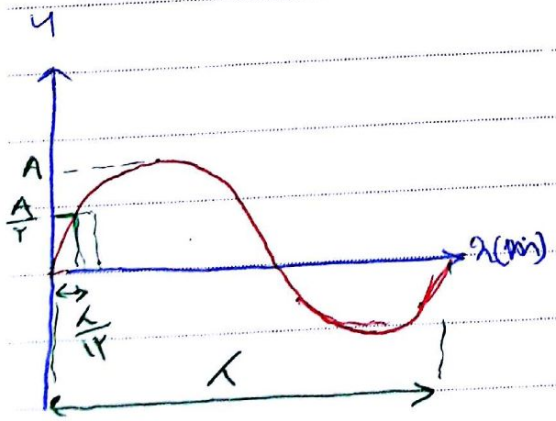
۳) تند شونده ـ کند شونده

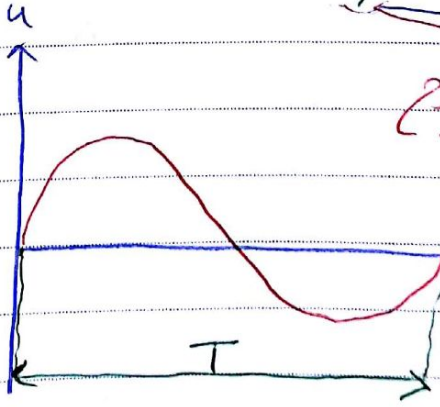
۴) کند شونده ـ تند شونده





نمودار نقش موج





هم ارزی

$$\lambda \equiv T \equiv 12$$

از بعد زمان ← از بعد فاصله ← از بعد مکان

ALMA

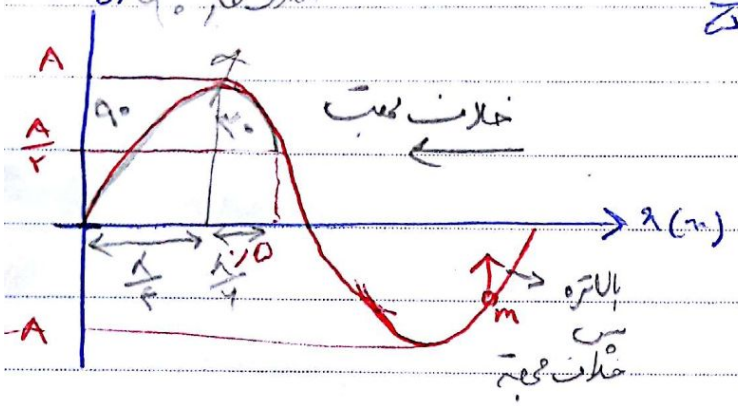
Subject:

Year: Month: Date:

سؤال ۴) شکل روبه‌رو شش موجی را در یک لحظه نشان می‌دهد. اگر در این لحظه نقطه m از محیط در حال بالا رفتن باشد موج در ... حرکت می‌کند و طول موج آن ... متر است.

۱) جهت ← $\frac{4}{3}$ ۲) خلاف جهت $\frac{4}{3}$

۲) جهت ← $\frac{6}{5}$ ۴) خلاف جهت $\frac{6}{5}$

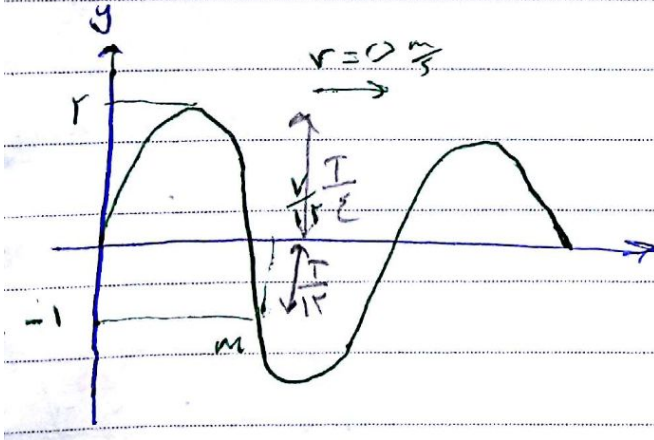


$\frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{6} = 0.5$

$\frac{5\lambda}{12} = \frac{5}{10} \Rightarrow \lambda = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}$

سؤال ۵) نقطه‌ی مورد نظر یک طناب، در لحظه $t=0$ مطابق شکل روبه‌رو است. پس از چند ثانیه، جهت حرکت ذره m تغییر می‌کند؟

۱) $\frac{1}{10}$ ۲) $\frac{1}{20}$ ۳) $\frac{1}{40}$ ۴) $\frac{1}{120}$



زمان لازم $= \frac{T}{12} + \frac{T}{4} = \frac{4T}{12} = \frac{T}{3} \times \frac{1}{5} = \frac{T}{15}$

$\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{12} = \frac{7}{12} \Rightarrow \frac{7\lambda}{12} = \frac{7}{12} \Rightarrow \lambda = 1m$

$\lambda = TV \rightarrow 1 = T \times 5 \rightarrow T = \frac{1}{5}s$

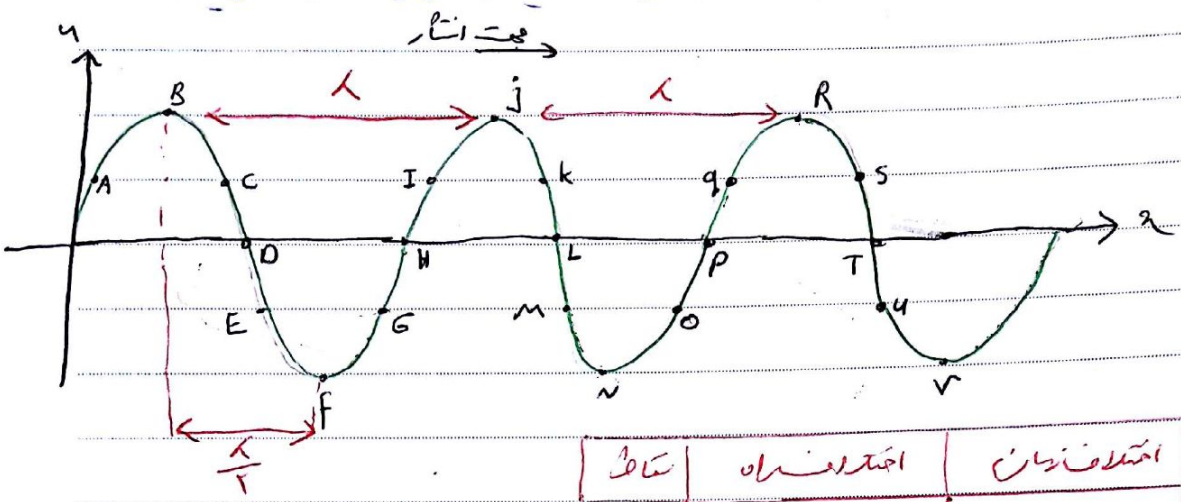
Subject:

Year: Month: Date:

(قسمت سوم)

نقاط هم فاز و متقابل در فاز متقابل ← هم فاز: نقاطی که وضعیت ارتعاشی یا نوسانی یکسانی دارند

فاز مخالف: نقاطی که وضعیت ارتعاشی یا نوسانی عکس جهت دارند



اختلاف فاز	اختلاف زمان	اختلاف مسیر	نقاط
$\Delta\varphi = 2n\pi$	$\Delta t = nT = 2n\frac{T}{2}$	$\Delta x = n\lambda = 2n\frac{\lambda}{2}$	هم فاز
$\Delta\varphi = (2n-1)\pi$	$\Delta t = (2n-1)\frac{T}{2}$	$\Delta x = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$	فاز متقابل

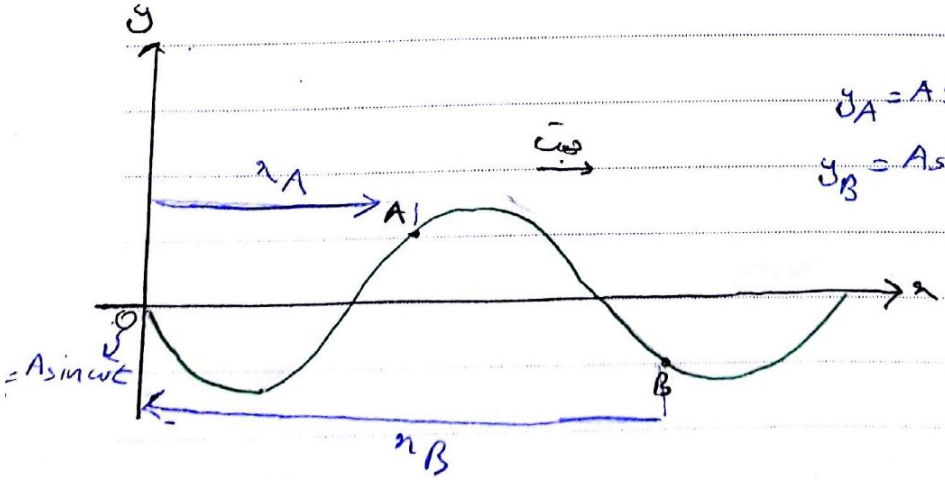
← فاصله بین دو نقطه هم فاز متوالی همواره = λ

← فاصله بین دو نقطه فاز متقابل متوالی همواره = $\frac{\lambda}{2}$

تذکر مهم: $\lambda \equiv T \equiv 2\pi$

(قسمت چهارم)

اختلاف فاز بین دو نقطه از محیط انتشار موجی که به فاصله Δx از چشمه‌ی واقع اند و موج پس از مدت زمان Δt از نقطه اول به نقطه دوم می‌رسد برابر است با:



$y_A = A\sin(\omega t - kx_A)$ (φ_A)

$y_B = A\sin(\omega t - kx_B)$ (φ_B)

$\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_B$

$= (\omega t - kx_A) - (\omega t - kx_B)$

$= k(x_B - x_A)$

$\Delta\varphi = k\Delta x = \omega\Delta t$

$\Delta\varphi = \frac{\omega}{v}\times\Delta x = \omega\times\frac{\Delta x}{v}$

Date:

قسمت ۷

$$\Delta\varphi + n(2\pi) = k\Delta x = w\Delta t$$

تعداد نقاط هم‌فاز یکی از نقاط

Scanned by CamScanner

Subject:

Year: Month: Date:

(مبحث دهم)

امواج در ۲ بعد و ۳ بعد

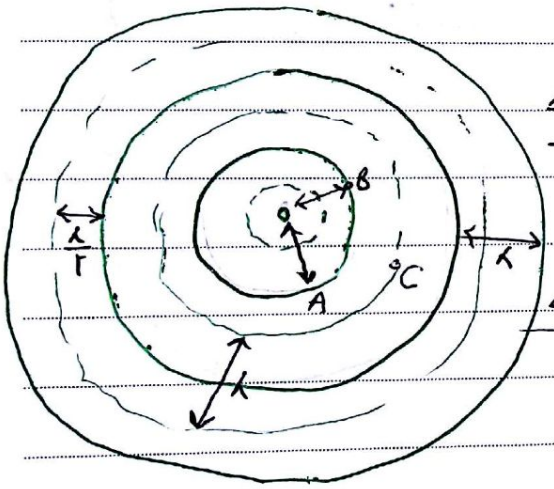
جبهه موج = شکل هندسی مجموعه نقاطی از محیط انتشار موج که تابع موج آن نقاط طول فاز یکسانی دارد

موج حامل انرژی است

انرژی موج (E):

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

$E \propto f^2 A^2$

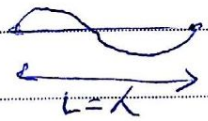


$\Delta\varphi_{A,B} = 0$

$\Delta\varphi_{A,C} = \Delta\varphi_{B,C} = \pi\ (rad)$

$\Delta\varphi_{A,O} = \Delta\varphi_{B,O} = 2\pi\ rad$

انرژی موج در یک طول موج ($E_{L=\lambda}$)



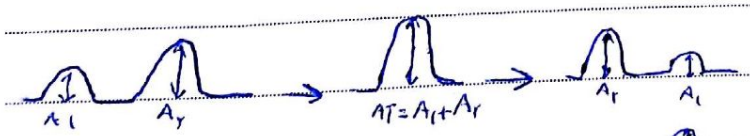
$E_{(L=\lambda)} = 2\pi^2 \mu v f A^2$

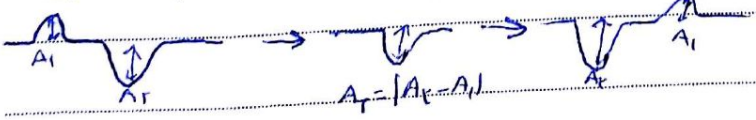
$E_{L=\lambda} \propto f A^2$

توان متوسط انتقال انرژی از جبهه موج ($\bar{P}$)

$\bar{P} = 2\pi^2 \mu v f^2 A^2$

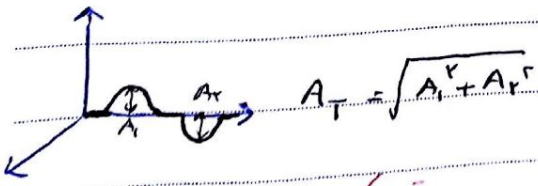
برهم نهی موج‌ها



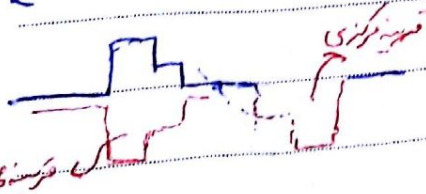


بازتاب موج:

① در انتهای باز (آزاد):



② در انتهای بسته (ثابت):

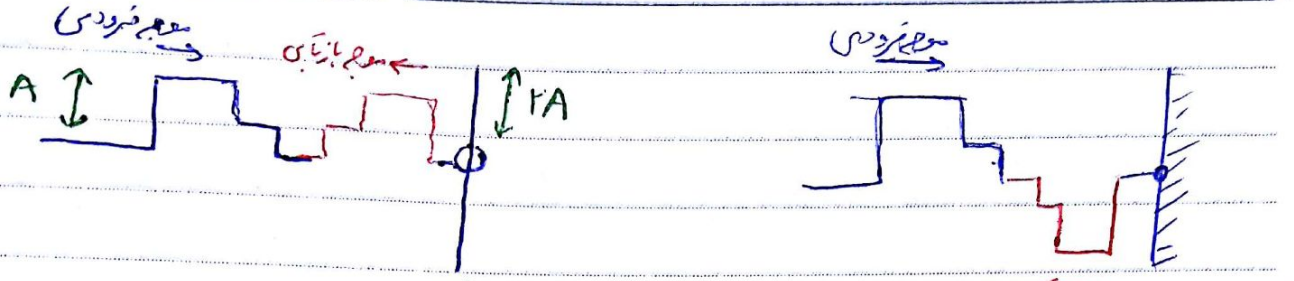


ALMA

Subject:

Year: Month: Date:

(قسمت ۸)



$\Delta\varphi = 0$ → تداخل سازنده → شکم
مانع نرم

$\Delta\varphi = \pi$ → تداخل ویرانگر → گره
مانع سخت

$\Delta\varphi = 2k\lambda + \pi$
بین موج تابشی و بازتابی در فاصله $\frac{\lambda}{2}$ از مانع سخت

۵ـ اگر شکل سخت بود شکل داده شده را پر رنگ و پشت برید رنگ کنید

Subject:
Year: Month: Date:

(قسمت ششم)

امواج ایستاده (ساکن): از برهم کنش امواج هم دامنه، هم بسامد (دوره) که یک راستا و در جهت مخالف هم انتشار یافته ایجاد می‌شوند

۱) امواج ایستاده در هر سه محیط جامد، مایع و گاز تشکیل می‌شوند

۲) در امواج ایستاده بسامد تمام نقاط محیط یکسان و برابر بسامد چشمه است

۳) در امواج ایستاده دامنه ارتعاش هر نقطه ثابت ولی دامنه ارتعاش نقاط مختلف ثابت نیست

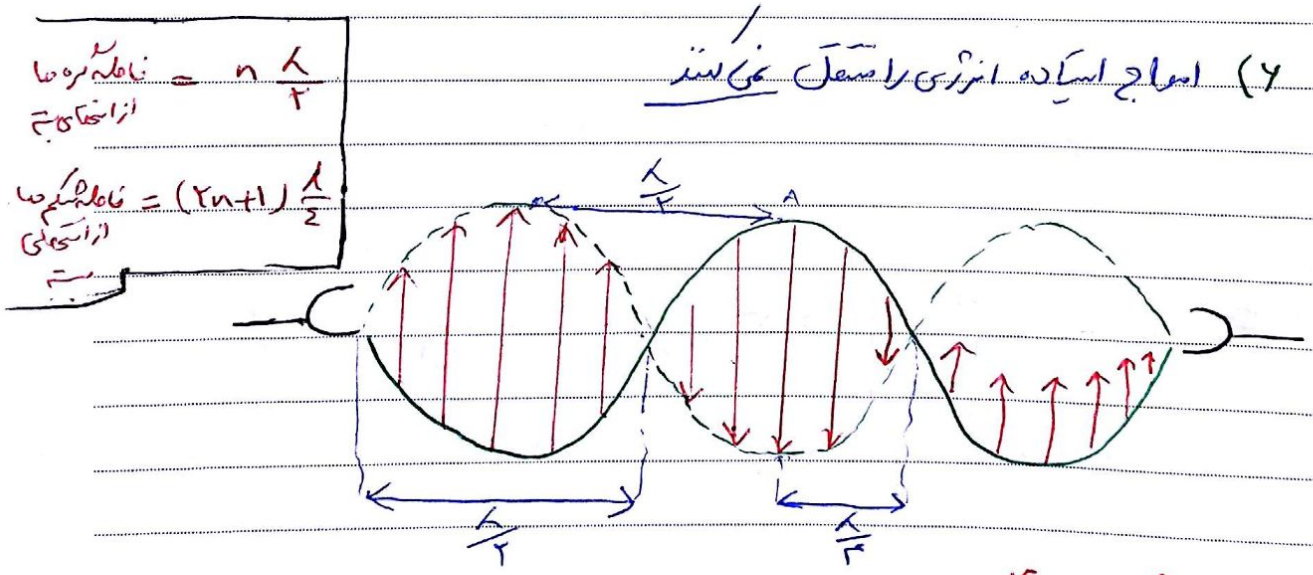
۴) در امواج ایستاده نقاط واقع در بین دو گره متوالی هم فازند و با گام نقاط واقع در بین دو گره متوالی مجاورشان در فاز مخالف اند

۵) در امواج ایستاده ذرات همزمان و با سرعت متفاوت از وضع تعادل عبور می‌کنند

۶) امواج ایستاده انرژی را منتقل نمی‌کنند

فاصله گره‌ها از انتهای بسته $= n\frac{\lambda}{2}$

فاصله شکم‌ها از انتهای بسته $= (2n+1)\frac{\lambda}{4}$



$v_{max} = A\omega$ ثابت

$E = 4A = 2A$

معمولی‌ترین شکل موج ایستاده‌ی ایجاد شده در یک طناب مشترک موج ایستاده‌ی ایجاد شده در یک طناب مشترک از برخورد دو موج هم‌دامنه و هم‌بسامد که در یک راستا و در جهت مخالف هم منتشر می‌شوند، تشکیل می‌شود.

$K = \frac{2\pi}{\lambda} = 10\pi$

$\lambda = 0.2\,m$

$n\frac{\lambda}{2} = n \times 0.1\,m$

۱) $n \times 0.1$ ۲) $n \times 0.05$ ۳) $(2n-1)(0.1)$ ۴) $(2n+1)0.05$

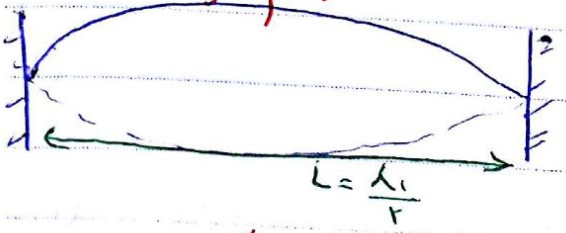
Subject:
Year: Month: Date:

(قسمت ۱۰)

www.konkuru.ir

ابزارهای استاده در طنابی با دو انتهای ثابت

۱ شکم ۱ گره

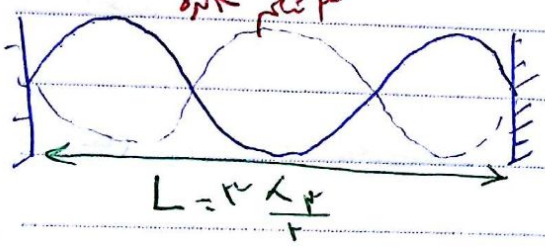


$L = \frac{\lambda_1}{2} \rightarrow \lambda_1 = \frac{v}{f_1} \rightarrow f_1 = \frac{v}{2L}$

۲ شکم ۲ گره

$\rightarrow f_2 = 2\frac{v}{2L}$

۳ شکم ۳ گره



$\rightarrow f_3 = 3\frac{v}{2L}$

$f_n = n f_{\text{اصلی}}$

تعداد شکم = تعداد دوک = تعداد گره

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

طول تار ضرب صحیحی از نصف طول موج می باشد

$$f_n = n\frac{v}{2L} = \frac{nv}{2L} \rightsquigarrow v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{f}{\rho A}} = \frac{1}{D}\sqrt{\frac{f}{\rho \pi}}$$

نوید دوئل گرد