بسمه تعالی

بسم الله الرحمن الرحیم

نام سر گروه :

نام اعضای گروه :

شماره گروه :

تاریخ انجام آزمایش :

تاریخ تحویل آزمایش :

هدف آزمایش :

سرعت موج در تار مرتعش رابطه مستقیم با جذر کشش و رابطه عکس با جذر جرم واحد طول دارد، یعنی:

$$v \propto \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

وسایل آزمایش :

دستگاه ارتعاش نخ، دسنگاه استروبوسکوپ، نیروسنج 1 نیوتنی با دقت 0.02 نیوتن، نخ و متر فلزی.

نظریه آزمایش :

یک تار یکنواخت (یا ریسمانی) بطول معین L که بطور افقی کشیده شده و دو انتهای آن بسته شده است، در نظر می‌گیریم. حال اگر این ریسمان را با دست خود اندکی به بالا یا پایین کشیده و رها کنیم، ریسمان شروع به ارتعاش می‌کند. این سیستم را تار مرتعش می گویند.

دید کلی

محیطهای پیوسته مانند جامدات ، سیال ها از تعداد فوق العاده زیادی ذره تشکیل شده است. به گونه ای که برسی حرکت تک تک آنها غیر ممکن است. در این حالت فرض می شود که ماده بطور پیوسته در فضا توزیع شده است و بوسیله چگالیش مشخص می شود. تار مرتعش یک نمونه از محیطهای پیوسته می باشد. مسئله تار مرتعش چون در مطالعه امواج ساکن نیز مورد استفاده قرار می گیرد، لذا دارای اهمیت است.

معادله حرکت تار مرتعش

برای سادگی فرض می کنیم که ریسمان فقط در یک صفحه قائم در ارتعاش است و دامنه ارتعاش آن بقدری کوچک است که هر نقطه از ریسمان فقط بطور قائم حرکت می‌کند و کشش ریسمان در طی ارتعاش چندان تغییر نمی کند. همچنین فرض می کنیم که مبدا مختصات بر یکی از دو انتهای ریسمان منطبق باشد. نقطه ای از ریسمان به فاصله x از مبدا را در نظر می گیریم. فاصله حرکت این نقطه در راستای افق را با تابع $\mathrm{U(x)}$ نشان می دهیم. در اینجا چون فرض می شود که ریسمان از تعداد بینهایت ذره تشکیل شده است، لذا x مختصه نیست، بلکه نقش اندیسی را که برای مشخص کردن هر ذره بکار می‌رود، بر عهده دارد. و لذا تابع $\mathrm{U(x)}$ نقش مختصه ای را دارد که محل آن نقطه را معین می‌کند.

چون در حرکت ذرات بردار مکان همواره تابعی از زمان هست، لذا در اینجا نیز باید با تابع $\mathrm{U(x},t)$ نشان داده شود. برای تعیین معادله حرکت ریسمان قسمتی از آن بطول dx را که بین x و $x+dx$ قرار دارد، انتخاب می کنیم. اگر تابع چگالی ریسمان بر حسب واحد طول μ باشد، جرم این نقطه از ریسمان برابر μdx خواهد بود .سرعت هر نقطه از ریسمان برابر مشتق زمانی U خواهد بود. وقتی که ریسمان در حال ارتعاش است، بر این نقطه یک نیروی کششی وارد می‌شود. اگر این نیرو را در دو راستای قائم و افقی تجزیه کنیم، به راحتی می‌توانیم معادله حرکت تار مرتعش را که یک معادله دیفرانسیل درجه دو است، بدست آوریم .

مدهای بهنجار ارتعاش در تار مرتعش

معادله حرکت تار مرتعش یک معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی برای تابع $\mathrm{U(x},t)$ می باشد و حرکت تار مرتعش را توصیف می‌کند. برای محاسبه تابع $\mathrm{U(x},t)$ از معادله حرکت ، از شرایط اولیه و مرزی موجود در مسئله استفاده می‌کنیم. این شرایط مرزی را می توان اینگونه بیان کرد که در لحظه $t=0$ باید تابع $\mathrm{U(x},t)$ شرایط اولیه مسئله را ارضاء کند. یعنی باید

$\mathrm{U}(\mathrm{x},t) = U(L,t)$ باشد. این قاعده باید در مورد مشتقات زمانی U نیز برقرار باشد. همچنین چون تار در دو انتها محکم شده است، لذا باید در شرط $\mathrm{U}(0,t) = \mathrm{U}(\mathrm{L},t) = 0$ نیز صدق کند. به این ترتیب با لحاظ کردن این شرایط و نیز با استفاده از قواعد معادلات دیفرانسیل می توان معادله حرکت تار مرتعش را حل کرده و مقدار U را تعیین نمود. معادله حاصل به عنوان مد بهنجار ارتعاش تار مرتعش معروف است.

روش انجام آزمایش :

مرحله 1- در این مرحله رابطه سرعت موج با کشش تار را بررسی می کنیم :

- یک سر نخ شماره 1 را به دستگاه ارتعاش وصل کرده و سر دیگر آن را از قرقره عبور داده و سپس به حلقه گره‌زدیم.

- صفر نیروسنج را تنظیم کردیم.

- با تغییر میزان کشش، موج هایی با یک، دو و سه شکم ایجاد کردیم.

- با استفاده از دستگاه استروبوسکوپ، فرکانس هر یک از موج های ایجاد شده را بدست آوردیم

- جرم و طول نخ شماره 1 را اندازه گرفتیم.

مرحله 2- در این مرحله رابطه سرعت موج با جرم واحد طول را بررسی می کنیم :

- نخ شماره 2 را به دستگاه متصل کردیم.

- با تغییر میزان کشش، موج هایی با دو و سه شکم ایجاد کردیم

- با استفاده از دستگاه استروبوسکوپ، فرکانس هر یک از موج های ایجاد شده را بدست آوردیم

- جرم و طول نخ شماره 2 را اندازه گرفتیم.

جداول :

- جدول 1 (نخ شماره 1) :

$m_1 = 6.80 \times 10^{-4} Kg$

$L_1 = 1.00\ m$

$\mu_1 = 6.80 \times 10^{-4}\ {}^{Kg}/_{m}$

	یک شکم	دو شکم	سه شکم
	1.00	0.14	0.60
	0.94	0.47	0.31

28	32	30	
10.36	15.04	28.20	

- جدول 2 (نخ شماره 2) :

$m_2 = 5.62 \times 10^{-3} Kg$

$L_2 = 1.47\ m$

$\mu_2 = 3.82 \times 10^{-3}\ {}^{Kg}/_{m}$

سه شکم	دو شکم	
0.66	0.84	$F\ (N)$
0.31	0.47	$\lambda\ (m)$
30	30	$f\ (Hz)$
9.30	14.10	$V\ ({}^{m}/_{s})$

محاسبات :

- نمونه ای از محاسبات :

نخ شماره 1، یک شکم

${}^{\lambda}/_{2} = 0.47\ m \longrightarrow \lambda = 0.94\ m$

$f = 30\ Hz$

$V = \lambda f = 0.94\ m\ \times 30\ s^{-1} = 28.20\ {}^{m}/_{s}$

محاسبه بیراهی :

- بیراهی نسبی :

$V = \lambda f \longrightarrow \ln V = \ln \lambda + \ln f \longrightarrow \frac{dV}{V} = \frac{d\lambda}{\lambda} + \frac{df}{f}$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta f}{f} \qquad \frac{\Delta V}{V} = 0.04$$

- بیراهی مطلق :

$$\frac{\Delta V}{V} = 0.04 \longrightarrow \Delta V = 1.09\ {}^{m}/_{s}$$

منابع ایجاد بیراهی :

1- وجود نور در اتاق به هنگام آزمایش.

2- خطا به هنگام اندازه گیری طول موج و نخ با متر.

منابع :

1- جزوه دستور کار آزمایشگاه فیزیک پایه 3

http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara--2index.php?page=%D8%AA%D8%A7%D8%B1+%D9%85%D8%B1%D8%AA%D8%B9%D8%B4&SSOReturnPage=Check&Rand=0